

## Plataforma tecnológica para la búsqueda de pacientes no identificados en hospitales a través de su descripción morfológica

Arturo Escobar García, Daniel González Díaz, Ricardo Castro Valdivia, María Reina Zarate Nava, Nancy Aracely Cruz Ramos.

<sup>a</sup>Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz, 94910, [arturo.escobar@utc.edu.mx](mailto:arturo.escobar@utc.edu.mx), Cuitláhuac, Veracruz, México.

<sup>b</sup>Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz, 94910, [daniel.gonzalez@utc.edu.mx](mailto:daniel.gonzalez@utc.edu.mx), Cuitláhuac, Veracruz, México.

<sup>c</sup>Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz, 94910, [ricardo.castro@utc.edu.mx](mailto:ricardo.castro@utc.edu.mx), Cuitláhuac, Veracruz, México.

<sup>d</sup>Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz, 94910, [maria.zarate@utc.edu.mx](mailto:maria.zarate@utc.edu.mx), Cuitláhuac, Veracruz, México.

<sup>e</sup>Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz, 94910, [nancy.cruz@utc.edu.mx](mailto:nancy.cruz@utc.edu.mx), Cuitláhuac, Veracruz, México.

### Resumen

El proyecto IAPEx es una plataforma que surge de la necesidad de contar con un medio para localizar personas extraviadas en hospitales dentro del territorio mexicano. Los principales detonantes de esta idea son agilizar el proceso de localización de personas desaparecidas y concentrar las constantes publicaciones en redes sociales sobre pacientes sin identificación, con esto surgió la pregunta: ¿Cómo registrar y/o consultar las admisiones en hospitales para identificar a una persona desaparecida? Aunque muchos hospitales ya cuentan con un sistema para llevar el registro de admisiones, el obtener acceso a esta información y delimitar los posibles registros resulta ser un proceso que toma mucho tiempo en la búsqueda de la persona desaparecida. Tomando en cuenta lo anterior se crea IAPEx, un sistema compuesto por una aplicación Web para administrar los registros de las admisiones de personas no identificadas y una aplicación móvil que permita a los usuarios determinar el hospital en el que se encuentra su familiar extraviado con ayuda de un algoritmo de búsqueda. El proyecto se basa en la metodología RUP (Rational Unified Process), implementando el framework de Angular para el desarrollo de la aplicación Web, React para la aplicación móvil y Python para el algoritmo de búsqueda por su gran rendimiento y legibilidad.

**Palabras clave**— Algoritmo de búsqueda, descripción morfológica, localización de personas extraviadas, pacientes no identificados

### Abstract

*The IAPEx project is a platform that arises from the need to have a means to locate missing persons in hospitals within Mexican territory. The main triggers of this idea are the search to speed up the process of locating missing persons and the constant publications on social networks about patients without identification, with these the question arose: How to review hospital admissions to search for a missing person? Although many hospitals already have a system in place to maintain admission records, gaining access to this information and finding potential records proves to be a time-*

*consuming hurdle in the search for the missing person. For all of the above, IAPEx is created, a system made up of a web application to manage the admissions of unidentified people and a mobile application that allows users to determine the hospital where their missing relative is with the help of a search algorithm. The project and its deliverables are based on the RUP (Rational Unified Process) methodology, implementing the Angular framework for the development of the web application, React for the mobile application and Python for the search algorithm for its great performance and readability.*

**Keywords**— Search Algorithm, Morphological description, location of missing persons, unidentified patients.

## 1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con [1], en 2021 el gobierno de México declaró un total de 21,546 personas sin localizar desde el 1 de diciembre de 2018 al 30 de junio de 2021, lo que representa un 43.46% de los 49,581 casos reportados en el mismo periodo, dejando en claro la importancia de actuar de manera inmediata, eficiente y eficaz en la búsqueda de personas desaparecidas.

La Organización de las Naciones Unidas (ONU), dentro de sus objetivos para el desarrollo sustentable en el 2030, planea reducir significativamente todas las formas de violencia y las correspondientes tasas de mortalidad en todo el mundo, y con el desarrollo de IAPEx se busca apoyar este objetivo dentro de territorio mexicano reduciendo el número de personas extraviadas y permitiendo a las autoridades centrarse en las desapariciones forzadas.

En México, muchas familias sufren la angustia de desconocer el paradero de algún familiar y en su búsqueda frecuentemente empiezan investigando en los hospitales más cercanos. Si bien, no todos los casos de extraviados se resuelven investigando en hospitales, esta acción sí que permite delimitar los lugares de búsqueda y en el mejor de los casos encontrar a la persona. Actualmente, las redes sociales son otro medio por el que muchos realizan avisos de búsqueda de personas e incluso algunas instituciones de salud hacen publicaciones para encontrar a familiares de pacientes no identificados.

Los anteriores factores nos demuestran la importancia de contar con un registro especial de admisiones en hospitales para pacientes sin nombre o sin contactos familiares, almacenando datos como características distintivas y el estado general de salud. Indagar en los hospitales más cercanos en la búsqueda de una persona extraviada es una acción crucial que realizan las autoridades antes de considerar el caso como un posible secuestro y puesto que en los secuestros es importante la rapidez, la investigación en los hospitales debe ser inmediata.

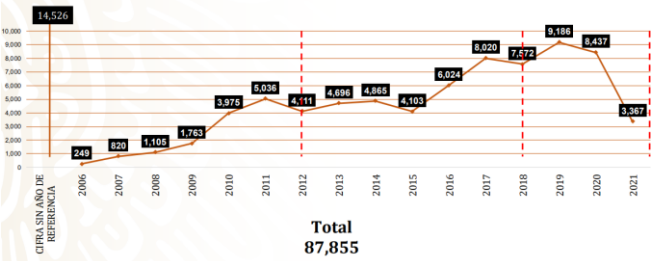
2. CONTENIDO

2.1 Desapariciones en México y la intervención de IAPEX

Las desapariciones en México son un fenómeno común, cuyos reportes existentes no siempre pueden categorizarse como un caso de extravío o una desaparición forzada sin antes investigar en todas las instituciones de salud disponibles, esto debido a la posibilidad de que la persona en cuestión se encuentre internada en un hospital sin que se haya podido identificar correctamente o que, sí se conozca la identidad del paciente, pero el personal médico no haya podido contactarse con los familiares.

Aunque entre 2020 y 2021 el número de personas desaparecidas y no localizadas en México se haya reducido en un 21.99% con respecto al periodo entre 2019 y 2020, como se menciona en [1], aún existen 87,855 casos sin resolver y la cifra continúa aumentando haciendo necesario el reducir los casos donde la persona que se busca se encuentra hospitalizada, con el fin de que las autoridades se centren en los casos donde se desconoce totalmente el paradero del extraviado.

Fig. 1. Personas desaparecidas y no localizadas por año en México



Fuente: Reporte Semestral de búsqueda e identificación de personas desaparecidas [1].

IAPEX tiene como objetivo principal agilizar los procesos de búsqueda de personas, mediante la consulta de un sistema que muestra registros en tiempo real de las admisiones de pacientes en los hospitales dentro de territorio mexicano.

Tabla 1. Personas desaparecidas, no localizadas y localizadas.

|                         | 15 de marzo de 1964<br>al 30 de junio de 2021 | 1 de diciembre de<br>2018 al 30 de junio de<br>2021 |
|-------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Localizadas<br>sin vida | 8,652 personas<br>(6.61%)                     | 2,258 personas<br>(8.05%)                           |
| Localizadas<br>con vida | 122,190 personas<br>(93.39%)                  | 25,777 personas<br>(91.95%)                         |

Fuente: Registro Nacional de Personas Desaparecidas y No localizadas (RNPДNO) [1].

2.2 Arquitectura de la plataforma IAPEX

Una de los resultados significativos obtenidos en el proyecto es representar una arquitectura personalizada que incluye las diversas tecnologías, y herramientas, así como la relación de cada una de ellas con respecto al modelo de arquitectura en capas, esto garantiza una interpretación de forma acertada en

el comportamiento y la función esperada para los artefactos funcionales del proyecto, como se muestra en la figura 1.

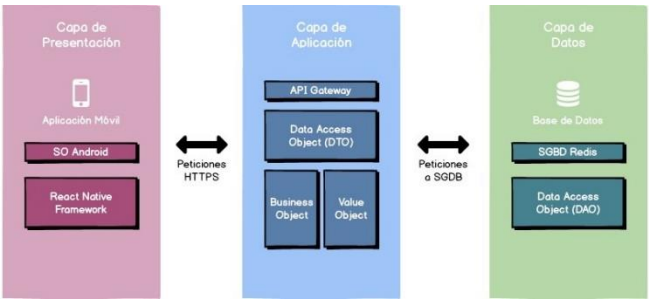


Figura 1. Arquitectura de la plataforma IAPEX

La importancia de diseñar el modelo de la base de datos en NoSQL permitió un nivel conceptual de los datos que formará los documentos donde las modificaciones no requieren una interpretación a un script en código, esto facilita la abstracción inmediata en un proceso más ágil después de hacer cambios a la base de datos funcional, se puede verificar observando la figura 1.

La interfaz diseñada y programada como ventana principal de la plataforma representa los módulos funcionales que componen a IAPEX, haciendo énfasis de manera especial en el módulo de hospitales que contiene registros en tiempo real de personas localizadas en los diferentes hospitales, siendo este el enfoque principal del proyecto.

2.3 Tecnologías base de IAPEX

- Para el desarrollo de la aplicación Web de IAPEX se implementó el framework de Angular y para la creación de la aplicación móvil se utilizó la tecnología React. Esta última se construyó como una Aplicación Web Progresiva (PWA) que hace uso de un algoritmo de búsqueda programado en Python.

Como se describe en [2], Angular es un framework de código abierto y desarrollado en TypeScript, que se utiliza principalmente para la creación de aplicaciones Web de una sola página haciendo uso de una colección de bibliotecas las cuales cubren múltiples funciones que van desde la administración de formularios hasta la comunicación entre el cliente y el servidor, los usuarios de Angular incluso tienen acceso a un conjunto de herramientas de desarrollo para compilar, probar y actualizar su código. Por último, cabe mencionar que este framework está basado en componentes, lo que permite que las aplicaciones Web sean fácilmente escalables y que las actualizaciones sean sencillas de realizarse.

El desarrollo de aplicaciones Web en el framework de Angular proporciona las siguientes ventajas:

- Utilización del lenguaje TypeScript: Angular basa todo su desarrollo en TypeScript, lo que permite que la documentación sea más consistente ya que la sintaxis y la

forma de leer los códigos es siempre la misma, evitando así la confusión y la sobrecarga en la toma de decisiones provenientes de empezar con Angular.

- **Utilización de componentes Web:** Los componentes Web son fragmentos de código que pueden reutilizarse en otros proyectos. En el framework de Angular, estos componentes también son fáciles de convertir en componentes Web nativos, por lo que pueden usarse de nuevo incluso en otro tipo de aplicaciones.
- **Gran soporte de herramientas:** En Angular el código de la Interfaz de usuario y el de la lógica de negocio se encuentra separado en archivos diferentes, lo que permite sacarles partido a las muchas herramientas ya existentes para editar y revisar el código.

React es descrita en [3], como una biblioteca de JavaScript para construir interfaces de usuario interactivas de forma sencilla siendo el equivalente a la Vista en un contexto en el que se use el patrón MVC (Modelo-Vista-Controlador), y al igual que Angular, React está basado en componentes con los que se puede pasar datos fácilmente a través de la aplicación y mantener el estado fuera del DOM (Modelo de Objeto de Documento). Esta librería está enfocada principalmente en la construcción de aplicaciones que hacen uso de datos que cambian todo el tiempo, y React se encarga de actualizar y renderizar de manera eficiente los componentes correctos cuando son necesarios, buscando siempre compatibilidad sin necesidad de reescribir el código existente.

Desarrollar aplicaciones móviles con la librería de React tiene las siguientes ventajas a considerar:

- **Desarrollo rentable:** La librería de React ofrece una vía económica para crear aplicaciones multiplataforma, ya que, por ejemplo, en lugar de crear dos aplicaciones diferentes para Android y iOS, React permite implementar el mismo código para ambas plataformas reduciendo los costos de desarrollo en un 50% aproximadamente.
- **Recargas activas:** React cuenta con la función de recarga activa o Hot Reloading, es decir, al implementar cambios en el código, estos mismo son reflejados en tiempo real dentro de la aplicación mientras se encuentra activa.
- **Diseño modular:** En React se aprovecha bastante la tecnología de programación modular ofreciendo funciones en forma de bloques libres llamados módulos, lo que permite una fácil creación e integración de actualizaciones en las aplicaciones.

Como se explica en [2], Python es un lenguaje de programación ampliamente utilizado en las aplicaciones Web, el desarrollo de software, la Ciencia de datos y el Machine Learning (ML). Los desarrolladores utilizan Python debido a que es eficiente y fácil de aprender, además de que puede ser ejecutado en diferentes plataformas. Este software se descarga

de forma gratuita, se integra bien a todos los tipos de sistemas y tiene la ventaja de aumentar la velocidad del desarrollo.

Desarrollar software en Python tiene las siguientes ventajas a considerar:

- **Desarrollos más productivos:** Python permite escribir un programa con menos líneas de código en comparación con muchos otros lenguajes.
- **Gran biblioteca estándar:** Python tiene una gran biblioteca de códigos reutilizables para casi cualquier tarea. Evitando que los desarrolladores tengan que escribir el código desde cero.
- **Comunidad activa:** Python cuenta con millones de desarrolladores alrededor del mundo dispuestos a prestar su apoyo. Esto permite obtener soporte rápido de la comunidad.
- **Gran cantidad de recursos:** Es posible encontrar fácilmente videos, tutoriales, documentación y guías para desarrolladores en el lenguaje de programación Python.

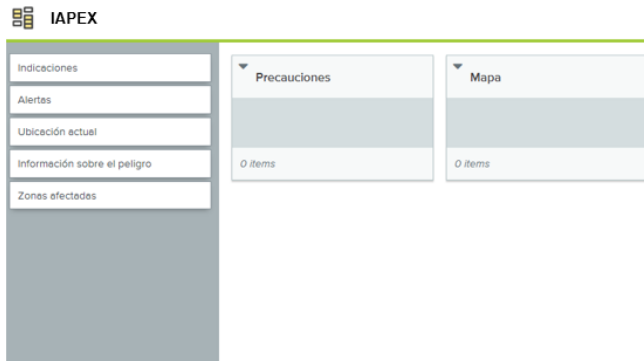
## 2.4 Funcionamiento de IAPEX

Para el funcionamiento de IAPEX se cuenta con tres distintas aplicaciones: la aplicación móvil de registro, la aplicación móvil de búsqueda y la aplicación Web para la gestión del personal dentro de los hospitales o instituciones de salud que realizarán el registro de las personas no identificadas.

La aplicación móvil de búsqueda está destinada a los familiares de las personas extraviadas, quienes realizarán la captura de información a través de un formulario de descripción morfológica. Dicha aplicación contiene apartados como la descripción general, con la altura y el peso; o la descripción de rostro. Este formulario es de opción múltiple con los rasgos más comunes que se presentan en las personas. Una vez terminado el llenado del formulario, al usuario se le dará el resultado de 5 registros ordenados de mayor a menor parentesco con el de las personas que han sido registradas dentro del sistema de IAPEX. Se mostrarán los datos generales y una descripción, además, la localización de la persona y los medios para comunicarse con el hospital o institución. Cabe mencionar, que los datos solicitados para la descripción morfológica de la persona desaparecida están basados en [4].

Para la aplicación de registro de ingresados se tomó en cuenta el formulario mencionado en la aplicación de búsqueda, ya que, el formulario es muy similar con las mismas descripciones para registrar a las personas. Esta aplicación está dirigida al personal del hospital (doctores, paramédicos, enfermeras o alguna otra área) encargado del registro de los pacientes. Esta aplicación se encontrará instalada en alguna tableta para que sea fácil de usar, ya que el proceso del registro mediante un teléfono móvil es más complejo.

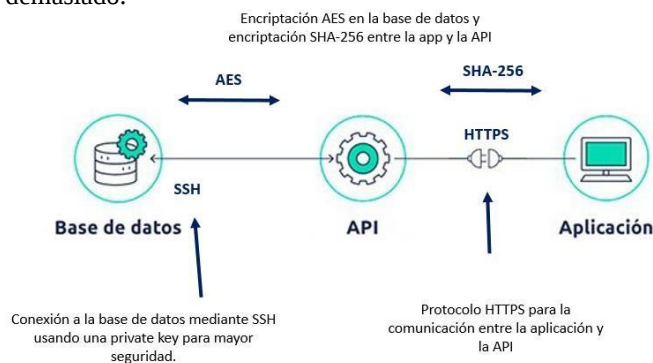
Por la parte Web, se tiene un sistema de gestión para el hospital donde dará de alta a sus empleados que tendrán acceso al sistema de IAPEx. Una vez que los empleados son registrados en el sistema podrán acceder a la app móvil de registro, así como, al sistema Web. El sistema Web también tiene la función de monitorear todos los registros dentro del hospital, y así poder gestionarlos, por ejemplo, cuando una persona no identificada es reclamada, este registro es eliminado desde el apartado Web.



**Figura 2. Interfaz principal de la aplicación IAPEx**

## 2.5 Implementación del algoritmo de búsqueda

Un algoritmo de búsqueda es descrito en [5], como características específicas en una lista de elementos es lo que se encargará de identificar de forma individual o múltiple este tipo. Estos algoritmos forman parte crucial de casi todas las aplicaciones pertenecientes a la industria 4.0, por lo que elegir el método de búsqueda adecuado puede marcar una gran diferencia entre una aplicación rápida y una que se demora demasiado.



**Figura 3. Algoritmo de búsqueda de pacientes de IAPEx**

Como se explica en [5], existen diferentes tipos de algoritmos para realizar búsquedas, y cada uno se diferencia por la estructura de datos en la que se basa, estos algoritmos son:

- **Búsqueda lineal:** La forma más básica de búsqueda, que consiste en iterar sobre una matriz de datos donde se devolverá el índice de la primera coincidencia del dato que se haya especificado buscar. A medida que aumentan los datos de entrada estos algoritmos pierden eficiencia, por lo

que se recomienda su uso exclusivamente para el aprendizaje.

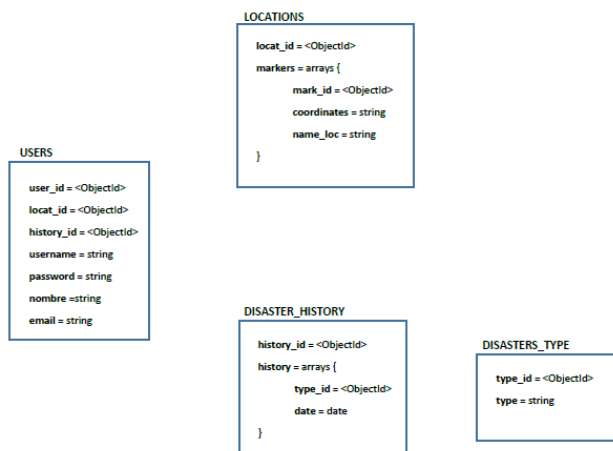
- **Búsqueda binaria:** Estos se basan en la metodología de divide y vencerás. Estos algoritmos requieren que la matriz se encuentre ordenada para comenzar por el elemento medio y proseguir con analizar el lado con más probabilidades de contener el dato especificado.
- **Búsqueda de Fibonacci:** Estos reciben su nombre de utilizar los números de Fibonacci para calcular el tamaño del rango de búsqueda en cada paso, lo que permite acomodar grandes matrices de entrada para ser almacenadas en la memoria caché de la CPU o en la RAM.
- **Búsqueda exponencial:** Estos se complementan con la búsqueda binaria ya que les permite obtener el rango donde se buscará el dato especificado. En estos algoritmos, el índice de búsqueda aumenta de manera exponencial en base a un número especificado como exponente.
- **Búsqueda de interpolación:** Estos algoritmos se basan en la búsqueda de interpolación y se asemejan bastante a la búsqueda binaria, con la principal diferencia de que estos no siempre comienzan por el elemento medio, sino que utilizan una fórmula para dividir la matriz y buscar dentro del rango donde es más probable de encontrar el dato especificado.

## 2.5 Base de datos NoSQL ¿Cómo y Por qué?

Debido a que las bases de datos relacionales no se diseñaron para poder hacer frente a la escalabilidad y agilidad que necesitan algunas aplicaciones, es que surgen las bases de datos NoSQL que permiten almacenar enormes volúmenes de datos y ofrecen un mayor rendimiento. Como se describe en [9], estas bases de datos no relacionales varían en su modelo de almacenamiento y presentan un esquema dinámico que facilita la agilidad en el desarrollo.

Una explicación más detallada de lo que son las bases de datos NoSQL puede verse en [6], donde son descritas como bases de datos que están orientadas a los documentos y permiten almacenar y recuperar datos en formatos que no sean tablas.

Debido a que IAPEx almacenará distintos rasgos específicos de los pacientes sin identificar, vemos necesario el uso de una base de datos NoSQL para que, en conjunto con el algoritmo de búsqueda, retorne una respuesta rápida y eficiente a los usuarios de la aplicación móvil. La decisión de utilizar una base de datos no relacional como MongoDB no se deriva únicamente de la cantidad de dato a almacenar, sino que también se tiene en cuenta la posibilidad de escalar la información almacenada y la forma en la que se utilizarán los datos para las búsquedas de los usuarios, lo anterior podemos observarlo reflejado en la figura 4.



**Figura 4. Base de datos NoSQL de IAPEX**

## 2.6 Diseño metodológico

Para el desarrollo de IAPEX, como proyecto de investigación aplicada y desarrollo tecnológico, se decidió utilizar un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo) el cual usa la recolección de datos asumiendo una realidad subjetiva, dinámica y compuesta por multiplicidad de contextos para explicar el fenómeno de las desapariciones en México, buscando posibles relaciones causales entre elementos y estadísticas nacionales proporcionadas por instituciones de gobierno. Todo esto ya que IAPEX utiliza los datos recaudados para que los familiares de las personas extraviadas puedan consultar los registros de pacientes sin identificar en hospitales, mediante la descripción del aspecto físico de la persona que se quiera localizar.

Una ventaja dentro del enfoque mixto es que resulta ideal para medir fenómenos, utilizar estadísticas de probabilidad y a su vez manejar datos cualitativos como lo son los rasgos físicos de un ser humano. El uso de este tipo de metodología permite la implementación de un algoritmo de búsqueda mucho más eficiente.

Para el diseño también se utiliza la investigación de acción, que nos permite vincular el estudio de los problemas en un contexto determinado con programas de acción social, de manera que se logren de forma simultánea conocimientos y cambios sociales a fin de mejorar la seguridad de las y los mexicanos.

Siendo IAPEX un sistema que busca apoyar a las familias e instituciones en la búsqueda e identificación de personas, este es el enfoque inicial planteado en el proyecto, teniendo como principal alcance de la investigación el identificar los rasgos más distintivos e importantes para localizar a una persona extraviada.

## 3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este trabajo se presentaron las ventajas que ofrece la plataforma IAPEX como una herramienta de apoyo para la búsqueda de personas no identificadas en hospitales mediante

una descripción morfológica. Esta plataforma integra en el proceso de búsqueda, diferentes algoritmos para agilizar las consultas a la base de datos, la cual se encarga del almacenamiento de los registros de las admisiones de una red de hospitales.

Durante el proceso de pruebas de la plataforma, los usuarios finales detectaron algunas áreas de oportunidad, tales como:

- Disminuir el número de pasos para realizar la descripción morfológica de la persona desaparecida.
- Facilitar las consultas de los registros de personas desaparecidas considerando los diferentes niveles de habilidad de los usuarios en el manejo de las herramientas de las TICs.
- Separar las aplicaciones de búsqueda y de registro en componentes independientes para disminuir el impacto en el consumo de los recursos de los módulos para su ejecución.
- Establecer un convenio de colaboración con alguna institución pública para realizar pruebas con datos y hechos reales.

## 3.1 Observaciones generales

Este proyecto tiene la ventaja de ser escalable y adaptarse a nuevos entornos, si bien el enfoque inicial del proyecto especifica que está destinado para los hospitales, no cerramos la posibilidad de agregar diferentes instituciones al rango de búsqueda, desde centros de detención hasta morgues, ya que, en la actualidad, estos, también son lugares de interés para la búsqueda de personas extraviadas.

## 4. REFERENCIAS

- [1] Comisión Nacional de Búsqueda. (23 de Noviembre de 2022). Contexto general - Dashboard CNB. Obtenido de Dashboard CNB: <https://versionpublicarnpdno.segob.gob.mx/Dashboard/ContextoGeneral>
- [2] AWS. (20 de Noviembre de 2022). ¿Qué es Python? - Guía de Python para principiantes de la nube. Obtenido de AWS: <https://aws.amazon.com/es/what-is/python/>
- [3] Meta Platforms, Inc. (2022). React. Obtenido de React: <https://es.reactjs.org/>
- [4] Fiscalía general de la Nación de Colombia. (1 de Abril de 2012). FORMATO NACIONAL PARA BUSQUEDA DE PERSONAS DESAPARECIDAS NOVIEMBRE 2010. Obtenido de Fiscalía General de la Nación: [https://www.fiscalia.gov.co/colombia/wp-content/uploads/2012/04/Busqueda\\_Personas\\_Desaparecida\\_s.pdf](https://www.fiscalia.gov.co/colombia/wp-content/uploads/2012/04/Busqueda_Personas_Desaparecida_s.pdf)

[5] Mezzadri, D. (28 de Mayo de 2022). ¿Qué es un algoritmo? Obtenido de dmezzadri: <https://dmezzadri.com/que-es-un-algoritmo/>

[6] MongoDB, Inc. (2 de Abril de 2022). Fundamentos de las bases de datos NoSQL. Obtenido de MongoDB: <https://www.mongodb.com/es/nosql-explained>

[7] Google Inc. (28 de Octubre de 2021). What is Angular? Obtenido de Angular: <https://angular.io/guide/what-is-angular>

[8] Rackspace technology. (26 de Enero de 2021). Qué es una base de datos NoSQL - Rackspace. Obtenido de Rackspace: <https://www.rackspace.com/es-mx/library/what-is-a-nosql-database>

[9] Subsecretario de Derechos Humanos, Población y Migración. (7 de Julio de 2021). Búsqueda e Identificación de Personas Desaparecidas. Obtenido de ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN SOCIAL: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/650760/8\\_AM\\_AER\\_Karla\\_CNB\\_7\\_julio\\_2021.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/650760/8_AM_AER_Karla_CNB_7_julio_2021.pdf)

[10] Vega, R. d. (26 de Febrero de 2021). Algoritmos de búsqueda en Python. Obtenido de PHAROS: <https://pharos.sh/algoritmos-de-busqueda-en-python/>