



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS,
ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL



MODALIDAD:

Proyecto de Investigación ☒

Artículo Académico ☐

AUTOR:

Pazmiño Fiallos Jonathan José

CARRERA:

Software

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tecnología de la información y sistemas de control

PERIODO:

marzo 2024 - agosto 2024

LUGAR Y FECHA DE PRESENTACIÓN:

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	Tema de investigación	6
1.1	Planteamiento del problema	6
2	Justificación	7
3	Objetivo general	8
4	Objetivos específicos	8
5	Fundamentación teórica	8
5.1	Antecedentes investigativos	9
5.2	Marco teórico	14
5.2.1	Metodología ágil	14
5.2.2	Framework Web	14
5.2.3	Framework Backend	15
5.2.4	Aplicación Movil	15
5.2.5	Bases de datos	15
5.2.6	Mapa web	16
5.2.7	Geo Business Intelligence (GEOBI)	16
5.2.8	Patron MVC	16
5.2.9	Diagrama UML	17
5.2.10	NextJS	17
5.2.11	NestJS	17
5.2.12	Flutter	18
6	Metodología	18
6.1	Modalidad de investigación	19
6.2	Población y muestra	19
6.3	Recolección de información	20
6.4	Procesamiento y análisis de datos	20
6.5	Propuesta de solución	21
7	Recursos	22
7.1	Institucionales	22
7.2	Humanos	22
7.3	Materiales	22
7.4	Económicos	24

8	Cronograma	25
9	Bibliografía	27

ÍNDICE DE TABLAS

1	Artículos obtenidos	9
2	Artículos obtenidos	10
3	Presupuesto	24
4	Cronograma	25

A. DATOS INFORMATIVOS

MODALIDAD: Proyecto de Investigación

AUTOR: Pazmiño Fiallos Jonathan José

CARRERA: Software

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Tecnología de la información y sistemas de control

PERIODO: marzo 2024 - agosto 2024

LUGAR Y FECHA DE PRESENTACIÓN:

B. CONTENIDOS

1 Tema de investigación

DESARROLLO DE UN SISTEMA WEB Y MÓVIL QUE MEJORE LA OBTENCIÓN DE DATOS GEORREFERENCIADOS DE DELITOS CON EL PROPÓSITO DE CREAR UN MODELO ANALÍTICO DE BUSINESS INTELLIGENCE (BI) ORIENTADO AL SEGUIMIENTO DE LAS TENDENCIAS DE SINIESTROS EN LA CIUDAD DE AMBATO.

1.1 Planteamiento del problema

En [1], desde el 2020 se ha notado un significativo incremento en la cantidad de campos de estudio que llevan a cabo el proceso de toma de decisiones basadas en la información extraída de grandes conjuntos de datos. Según [2], para asegurar que el proceso de toma de decisiones conduzca a los resultados óptimos, es fundamental el uso de Business Intelligence (BI), el cual emplea un conjunto de herramientas que facilitan la adquisición, almacenamiento, análisis y entrega de la información necesaria.

En [3] se menciona que en el ámbito social, el incremento de la delincuencia, el miedo y la inseguridad ciudadana respecto a la zona en la que residen son temas que afectan directamente la calidad de vida de las personas. En este contexto, [1] señala que el análisis de datos sobre la delincuencia ha empezado a tomar una mayor relevancia, siendo estos datos usados de forma objetiva para fundamentar políticas, así como estrategias policiales y operaciones tácticas con el fin de reducir y prevenir la delincuencia mediante la toma de decisiones oportunas y precisas.

La carencia de fuentes adecuadas de datos georreferenciados, con los cuales realizar análisis, dificulta la capacidad de la ciudadanía y las fuerzas del orden para tomar precauciones necesarias [4]. Según [5], los datos georreferenciados o espacio-temporales son un valioso recurso utilizado por analistas criminalistas. Estos datos son la base para la identificación de patrones delictivos en áreas de alta concentración de delitos a través del mapeo de zonas críticas o puntos calientes (hotspots). El autor en [1] menciona que el uso de software permite la adquisición de datos delictivos de forma más precisa y eficiente, obteniendo información útil que permita identificar los puntos focales del crimen.

En el estudio de [6], según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en América Latina y el Caribe, la georreferenciación se posiciona como la clave para realizar análisis más profundos y detallados sobre la delincuencia. Esta

técnica además facilita la visualización de la distribución espacio-temporal de variables relacionadas con el crimen, permitiendo su análisis posterior. En ese sentido, el autor de [7] menciona que desde 1990 se han establecido paradigmas de entes policiales orientados a la comunidad, los cuales emplean estrategias contra la delincuencia haciendo uso de datos georreferenciados.

Según [8], el boletín semestral de homicidios intencionados en Ecuador, presentado por la Fundación Panamericana para el Desarrollo (PADF), menciona que en 2022, el país registró un total de 4603 homicidios intencionales, marcando así el registro histórico más alto hasta el momento. Se observó un promedio diario de 10 casos, junto a una tasa de 25.9 homicidios por cada 100 000 habitantes. Sin embargo, en el primer semestre de 2023, los casos de homicidios intencionados registrados descendieron a 3599, lo que equivale a un promedio diario de 19 casos, casi el doble de los registros obtenidos en 2022. Debido a esta tendencia, se prevé que la cifra total de homicidios supere los 7000 casos, alcanzando una tasa de 35 homicidios por cada 100 000 habitantes. Esto sitúa a Ecuador como uno de los tres países más violentos en América Latina, solo por detrás de Venezuela y Honduras. Por lo tanto, en [9] se plantea la necesidad de abordar activamente la seguridad en beneficio de la ciudadanía ecuatoriana, proponiendo el uso de tecnologías que permitan establecer estadísticas, interfaces gráficas y mapas con información georreferenciada.

En la ciudad de Ambato, se evidencia la carencia de sistemas que permitan establecer una fuente confiable de datos georreferenciados para analizar exhaustivamente los delitos y sus tendencias criminales. El autor de [10] determinó, a través de encuestas a la ciudadanía del cantón Ambato, que el 26.30% de la población ha sido víctima de actos delictivos, situando a Ambato en el octavo puesto a nivel cantonal en Ecuador en cuanto al número de denuncias por robos. Según [11], la cantidad de incidentes registrados en Ambato afecta el nivel de confianza de la ciudadanía, debido al temor que sienten de ser víctimas de algún incidente y a la preocupación por la integridad de sus familiares.

2 Justificación

En [12] se señala que en 2023 Ecuador se ha visto envuelto en una gran cantidad de incidentes violentos, empezando desde asaltos, robos, secuestros, violaciones hasta muertes violentas, causando preocupación en la ciudadanía. En ese contexto, en [10] se señala cómo la mayor cantidad de reportes a la policía proceden de denuncias administrativas. Estas denuncias no corresponden al total de delitos reales que han ocurrido, debido al hecho de que no todos los ciudadanos recurren a denunciar

formalmente los delitos de los cuales han sido víctimas. Según [13] esto causa que los datos obtenidos no sean completamente integrales y precisos en cuanto al lugar y momento en que ocurrieron los incidentes, y a su vez, dificultan su uso en procesos de análisis y toma de decisiones adecuadas.

El autor de [14] menciona la importancia de proporcionar a la ciudadanía un sistema accesible que permita recopilar información georreferenciada sobre delitos. Esta información, una vez ingresada, podría ser validada por los propios ciudadanos, quienes, en su defecto, son las víctimas de estos incidentes. En este contexto, se justifica la necesidad de desarrollar una herramienta pública, intuitiva y de fácil acceso. Esta herramienta posibilitaría a los ciudadanos registrar datos georreferenciados de incidentes que han experimentado y también ofrecería un canal para reportar emergencias en tiempo real. La creación de esta herramienta se vuelve crucial, ya que se convertiría en una valiosa fuente de información. Esta base de datos georreferenciados podría ser utilizada para desarrollar un modelo analítico de Business Intelligence (BI) que sería fundamental para la toma de decisiones en materia de seguridad pública.

3 Objetivo general

Implementar un sistema web y móvil que mejore la recolección de datos georreferenciados precisos de delitos en la ciudad de Ambato.

4 Objetivos específicos

- Analizar frameworks para el desarrollo web y móvil, enfocados en sistemas para la obtención de datos georreferenciados.
- Evaluar la precisión de los datos georreferenciados mediante el empleo de técnicas estadísticas para determinar la fiabilidad de los datos obtenidos.
- Desarrollar un sistema web y móvil para la obtención de datos georreferenciados de delitos con los cuales desarrollar un modelo analítico de Business Intelligence (BI) orientado al seguimiento de las tendencias de siniestros en la ciudad de Ambato.

5 Fundamentación teórica

En este apartado se mostrará los *Antecedentes Investigativos* y *Marco Teórico Conceptual* resultado de la revisión exhaustiva realizada en los trabajos de autores con investigaciones similares sobre el tema de investigación.

5.1 Antecedentes investigativos

En esta sección se muestran todos aquellos trabajos que proporcionan un contexto precedente sobre el trabajo de investigación a realizarse.

Con el propósito de obtener información relevante sobre el tema propuesto para este proyecto se realizó una búsqueda exhaustiva en las revistas IEEE, SPRINGER LINK, así como en los repositorios de GOOGLE SCHOLAR y LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO en el periodo de 2015 a 2023, en la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos:

Tabla 1: Artículos obtenidos

Cadena	Revista / Repositorio	Número de artículos
("georeferenced data" OR "spatiotemporal data" OR "spatio-temporal data" OR "spatio temporal data") AND ("crime analysis" OR crime OR felony OR ("business intelligence" OR BI OR "analytical "felony acts") OR (date OR dates OR time OR hour OR hours OR "crime types") AND model" OR "analytical models") AND ("crime quantity" OR "crime count" OR "number of crimes" OR "total crimes")	IEEE SPRINGER LINK GOOGLE SCHOLAR UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO	28 417 1.610 0
	Total	2055

Como se muestra en la tabla 1, mediante la revisión sistemática se obtuvo un total de 2055 artículos relacionados. Sin embargo, Con la finalidad de obtener información relevante para el desarrollo de este proyecto se descartaron aquellos artículos que no cumplan con los criterios de exclusión e inclusión que se muestran en la tabla 2:

Tabla 2: Artículos obtenidos

Inclusión	Exclusión
<ul style="list-style-type: none"> • Crimen • geointeligencia • geodata • BI • Analítica • Georreferenciación 	<ul style="list-style-type: none"> • Solo artículos científicos y tesis • Solo textos en español e inglés • No contiene georreferenciación

Mediante la exclusión realizada se obtuvo un total de 20 artículos que contiene información sobre datos georreferenciados. Aunque los artículos obtenidos no cumplen exactamente con el objetivo propuesto para esta investigación, se destaca a continuación los trabajos mas relevantes para el desarrollo de este proyecto.

Los autores de [15] mencionan las ventajas del uso de los Sistemas de Información Geográfica (GIS). Estas son herramientas masivas utilizadas para mostrar información de interés en mapas. Además, destacan las ventajas del empleo de herramientas de Business Intelligence para el procesamiento de grandes cantidades de datos, especialmente en el contexto de datos georreferenciados, denominado Geo Business Intelligence (GeoBI). Esta disciplina se encarga de abordar el análisis de datos geoespaciales para mejorar la toma de decisiones en las organizaciones. En el trabajo se propone crear un Sistema de información geográfica voluntaria (VGI) el cual conste de un portal web. Este sistema habilitará el manejo de usuarios y visualización de mapas. También se utilizará una aplicación cliente sea web o móvil, para ingresos de datos y una base de datos geográfica (GeoDB) con la cual almacenar la información geográfica voluntaria. En el sistema se hará uso del framework "Monitor, Analyze and Drill to Detail" (MAD), el cual permite separar las necesidades de los usuarios dependiendo al perfil que tengan asignado, como administradores, analistas y entes de control de una organización. Se menciona que los sistemas GIS deberían proporcionar ciertos elementos básicos, como portales web, aplicaciones clientes, servidores de mapas y bases de datos con capacidades de almacenamiento de datos geográficos. Sin embargo, todo lo planteado en el trabajo es una propuesta por parte de los autores y no se muestra un prototipo funcional.

En [16] el trabajo propuesto se centra en el uso de machine learning para la predicción de delitos, específicamente en el uso de deep learning. En el trabajo se divide un mapa en cuadrículas, con el fin de verificar si en una cuadrícula se a detectado un crimen y tomarlo como un punto caliente. Para este modelo se tomaron en cuenta siete patrones espacio temporales, las cuales son: mes, mes siguiente, año pasado, cuadrículas rodeadas en ocho direcciones en el mes actual, cuadrículas rodeadas en

ocho direcciones el año pasado, tendencia y proporción, más no se menciona de donde fueron extraídas tales características ni mediante que medios. No obstante aunque no se trate el tema del software en la adquisición de los datos georreferenciados para delitos, las características que se muestran aportan información valiosa para ser utilizada en el contexto de modelos analíticos de BI.

En [17], el autor propone un modelo de predicción de delitos basado en el uso de datos espacio-temporales y el método Kernel Density Estimation (KDE), frecuentemente utilizado para estimar la densidad de crímenes. En el trabajo propuesto, se detalla el flujo de trabajo para el preprocesamiento de los datos, que implica la eliminación de características irrelevantes y valores geográficos fuera de la zona de estudio. El autor también menciona que el número de observaciones es de 1,762,311 y detalla las características del dataset, como fecha, categoría del crimen, día de la semana, distrito policial, resolución del crimen, dirección, latitud y longitud. A pesar de esto, en el trabajo no se menciona el uso de software para la adquisición de datos georreferenciados, ya que el dataset proviene de Kaggle. No obstante, el artículo es importante para el desarrollo de este proyecto, ya que ofrece datos prácticos que pueden ser útiles en la creación de modelos analíticos de Business Intelligence (BI).

Los autores de [18] proponen el algoritmo Criminal Activity Clustering (CAC) el cual está basado en la clusterización difusa de puntos delictivos con la finalidad de agrupar grandes volúmenes de datos georreferenciados de delitos, así como identificar patrones de comportamiento de los siniestros. En el trabajo se muestra una descripción de las características utilizadas en el desarrollo del algoritmo, las cuales son: fecha, lugar del incidente, información del incidente, información del ataque, información de la víctima, información del perpetrador, información del arma, causalidades y coocurrencias, estas características son obtenidas desde la base de datos de terrorismo global (GTD). Tales características propuestas son útiles para su uso en modelos analíticos de BI. Sin embargo, el trabajo como tal no aborda el uso de software para la adquisición de datos georreferenciados o su uso en BI.

En el trabajo propuesto en [19] no se aborda el uso de software para la adquisición de datos georreferenciados de crímenes ni su utilización en modelos de BI. En su lugar, se tratan marcos para el análisis de datos geoespaciales, los cuales incluyen la recopilación, normalización, geolocalización y almacenamiento de los datos. Estos marcos permiten crear un algoritmo de clustering del lado del servidor para mapas, capaz de manejar una gran cantidad de datos georreferenciados de forma masiva. En el trabajo se presentan los diagramas de entidad-relación con los tipos de datos utilizados para desarrollar el algoritmo.

En el trabajo presentado en [20], se propone un modelo de predicción de delitos basado en el uso del algoritmo de K-Nearest Neighboring (KNN). Aunque en el trabajo propuesto no se considera el uso de software para la adquisición de datos georreferenciados de delitos ni el desarrollo de un modelo analítico de BI, se muestra cómo los datos fueron preprocesados eliminando valores nulos y datos innecesarios, obteniendo las siguientes características importantes: Hora, latitud, longitud, año, mes y semana del año. Aun así, el autor menciona que los atributos obtenidos pueden no ser suficientes, por lo cual se deberían encontrar una mayor cantidad de atributos importantes relacionados con los crímenes.

En [21] el autor se centra principalmente en el uso de algoritmos de aprendizaje supervisado para la predicción de delitos. La finalidad del uso de estos algoritmos es proporcionar información temprana sobre la actividad delictiva a entidades de control y agentes de la ley. El trabajo presenta los atributos propuestos para el dataset tales como: fecha, categoría, día, distrito policial, resolución del crimen, dirección, latitud y longitud. Estos datos son extraídos del sistema de reportes de incidentes del Departamento de Policía de San Francisco (SFPD). Sin embargo, el trabajo no aborda el uso de software para la adquisición de datos georreferenciados de crímenes ni su uso para modelos analíticos de Business Intelligence (BI). A pesar de ello, este trabajo resulta relevante para el desarrollo del proyecto actual, ya que proporciona datos útiles que pueden ser empleados en la creación de un modelo analítico de BI.

En [22] se muestra un prototipo de una aplicación web desarrollada utilizando el patrón de arquitectura cliente-servidor en Visual Studio 2017 Community, utilizando el lenguaje de programación C# junto al framework ASP.NET, también la aplicación utiliza el API de google map. Esta aplicación permite recolectar y mostrar datos georreferenciados de delitos en la ciudad de Ambato. El trabajo propuesto exhibe el modelo de la base de datos, desarrollado en SQL Server y las interfaces propuestas para el prototipo. La aplicación desarrollada permite a los usuarios reportar delitos mediante un formulario y muestra los puntos de siniestros mediante un mapa de calor de la ciudad. Además, permite visualizar reportes de los delitos desde un punto de vista cualitativo y cuantitativo mediante el uso de la herramienta Power BI integrada en la aplicación web. No obstante, el trabajo presentado no profundiza en el uso de los datos obtenidos para generar modelos analíticos de BI.

En [23] se destaca el uso de la georreferenciación en sistemas de seguridad en el cual se propone una aplicación móvil desarrollada en IONIC usando el lenguaje de programación Javascript. La aplicación permite el envío de la geolocalización mediante notificaciones push utilizando el servicio de one signal. El backend de esta aplicación está desarrollado en NodeJS utilizando express y como base de datos utiliza

MongoDB. El objetivo de esta aplicación es ayudar a acometer la problemática social de la inseguridad ciudadana en la parroquia Santa Rosa de la ciudad de Ambato.

En [24] se describe el desarrollo de una aplicación móvil que se encarga de enviar la ubicación en tiempo real para el transporte privado de la empresa Plasticaucho S.A. de la ciudad de Ambato. Esta aplicación móvil utiliza Xamarin Forms con el lenguaje de programación C#. En el backend, se empleó el framework ASP.NET, también utilizando el lenguaje de programación C#, e implementando el patrón de arquitectura MVC, junto a una base de datos en PostgreSQL. El proyecto se llevó a cabo utilizando la metodología de desarrollo ágil XP.

En [25], se desarrolló una aplicación web que incorpora georreferenciación. Esta aplicación utiliza el framework Angular junto con el lenguaje de programación JavaScript para el frontend. El backend fue implementado mediante el framework ASP.NET utilizando el lenguaje de programación C#, y se empleó una base de datos MySQL. Para el desarrollo de este proyecto, se aplicó la metodología de desarrollo Extreme Programming (XP), orientada a grupos reducidos de desarrollo. La aplicación creada permite gestionar servicios, notificaciones de pago y geolocalización de viviendas para la empresa Optynet.

Los autores en [26] presentan el diseño y desarrollo de una aplicación móvil que aborda la problemática de la predicción de crímenes. Esta aplicación se fundamenta en la integración de tecnologías modernas, la recopilación de datos geoespaciales, el análisis de datos e inteligencia artificial. En el trabajo, se detallan las técnicas utilizadas para la recopilación de información. Se menciona el empleo de la herramienta Taled Open Studio, la cual se utilizó para llevar a cabo el proceso de Extracción, Transformación y Carga de datos (ETL), almacenándolos en una base de datos MySQL. Además, el proyecto exhibe las interfaces de la aplicación móvil, que constan de un módulo de autenticación, otro de reporte de delitos y un tercer módulo para la visualización de estos. Dentro del módulo de visualización de delitos, se presentan mapas de calor que muestran los incidentes ocurridos, agrupándolos por áreas mediante esferas de colores que representan el total de siniestros en cada zona. Por otro lado, el módulo de reporte de delitos permite a los usuarios informar los incidentes de los que han sido víctimas mediante un formulario y un mapa para señalar la ubicación del suceso. Además, la aplicación ofrece estadísticas sobre los incidentes reportados en distintos periodos de tiempo para el conocimiento de la ciudadanía. Este trabajo proporciona un medio para la adquisición de datos georreferenciados mediante el uso de software, así como una plataforma para mostrar información relevante a la ciudadanía. No obstante, no incluye detalles sobre las características utilizadas ni los diagramas de la base de datos. Tampoco aborda el uso de modelos analíticos de Business Intelligence (BI).

5.2 Marco teórico

Esta sección establecerá las bases, fundamentos y teorías pertinentes a través de una exhaustiva revisión de antecedentes. Esto permitirá respaldar y contextualizar el desarrollo de la presente investigación, ofreciendo un marco sólido que sustente cada paso del estudio.

5.2.1 Metodología ágil

Una metodología ágil es un conjunto de técnicas aplicadas utilizadas con el propósito de facilitar los tiempos de desarrollo y obtener un producto final de calidad. Los autores de [24] y [25] señalan el uso de la metodología ágil Extreme Programming (XP). Los autores mencionan la flexibilidad y facilidad de modelado que ofrece la metodología ágil XP, además, de mejorar los tiempos de desarrollo, calidad del producto y ayuda a minimizar los errores durante el desarrollo. También se indica que la metodología XP está orientada a grupos de trabajo pequeño, además, de adaptarse mejor a las necesidades de los proyectos ya que es versátil al incorporar cambios durante el desarrollo. Así mismo los autores señalan que una de las principales ventajas de la metodología XP es la capacidad de dividir el trabajo en pequeñas historias de usuario las cuales son completamente funcionales, lo cual garantiza la entrega del producto final en etapas manejables.

En [23] se utilizó la metodología de desarrollo Mobile-D, ya que combina beneficios de metodologías como XP, Crystal y RUP. El autor menciona que la metodología Mobile-D se enfoca en el desarrollo de aplicaciones móviles, especialmente útil en aplicaciones pequeñas con pocos módulos y vistas. Además, ofrece un estilo de desarrollo por iteraciones, el cual es rápido y útil para grupos pequeños.

5.2.2 Framework Web

Un framework web constituye un conjunto de herramientas y librerías esenciales para el desarrollo de aplicaciones web. En [25], el autor destaca Angular como un framework que posibilita el diseño de sistemas web estables y escalables. Esto se debe a las capacidades que ofrece para crear aplicaciones SPA eficientes. Asimismo, menciona que Angular proporciona una arquitectura basada en componentes y módulos organizados, los cuales se integran fácilmente con otras tecnologías, como el caso de ASP.NET Core, utilizado como plantilla de interfaz de usuario.

5.2.3 Framework Backend

Un framework backend consiste en un conjunto de herramientas y librerías predefinidas que permiten desarrollar y mantener la lógica de una aplicación en el lado del servidor. En [25], el autor menciona que ASP.NET es un framework backend gratuito, seguro, de alto rendimiento y de código abierto. El autor destaca que ASP.NET permite ejecutar aplicaciones web en sistemas operativos como Windows, macOS y Linux utilizando C# en el lado del servidor, el autor de [23] destaca a Node.js como tecnología backend la cual permitiendo el manejo eficiente de múltiples procesos simultáneamente. Además, se menciona que la curva de aprendizaje de Node.js es baja, al igual que su costo de desarrollo. También se resalta que Node.js ofrece una manera sencilla de crear APIs REST utilizando Express, las API REST permiten comunicar diferentes sistemas mediante los protocolos HTTP, lo que facilita la creación rápida y flexible de un backend completo.

5.2.4 Aplicación Móvil

Una aplicación móvil se refiere a un tipo de aplicación diseñada para ejecutarse en teléfonos inteligentes o tabletas. En [23], el autor destaca que IONIC, utilizado en el desarrollo de aplicaciones móviles, presenta una curva de aprendizaje reducida, ya que puede combinarse con frameworks como Angular y librerías de componentes como React y Svelte. Además, menciona que IONIC permite la creación de componentes reutilizables, lo que conlleva a un código más legible y fácil de mantener. Asimismo, resalta su extensa documentación respaldada por una gran comunidad, lo que facilita la solución a errores de manera más sencilla. Por otra parte, en [24], el autor enfatiza el uso de Xamarin Forms para el diseño de aplicaciones móviles debido a su capacidad para crear aplicaciones multiplataforma. Expone que Xamarin permite el desarrollo de aplicaciones utilizando el lenguaje C#, el cual se compila en código nativo para Android e iOS. Además, al ser una tecnología de Microsoft, posibilita la integración sencilla de paquetes externos mediante NuGet.

5.2.5 Bases de datos

Una base de datos es un sistema electrónico que permite el almacenamiento de datos de forma organizada. En [25], el autor destaca que MySQL, como Sistema Gestor de Bases de Datos Relacionales (SGBDR), ofrece un alto rendimiento y fiabilidad, lo que permite almacenar, buscar, ordenar y obtener información de forma eficiente. También se indica que MySQL es uno de los SGBDR más populares, siendo de código abierto y respaldado por Oracle. En el mismo sentido, en [24], el autor resalta a PostgreSQL como SGBDR por ser uno de los gestores más rápidos y seguros del mundo. Expone

su gran escalabilidad, facilidad de uso y capacidad para manejar no solo variables primitivas, sino también variables tipo objeto. Además, señala que la base de datos de PostgreSQL es ilimitada, permitiendo un número ilimitado de campos por tabla.

En otro enfoque, el autor de [23] menciona a MongoDB como una base de datos NoSQL capaz de manejar una gran cantidad de información. Se destaca su carácter de código abierto y su flexibilidad para trabajar con diversas tecnologías de backend. Además, se resalta su escalabilidad al estar vinculada a servidores de Amazon, Google y Microsoft, ofreciendo también planes gratuitos convenientes para aplicaciones pequeñas.

5.2.6 Mapa web

Un mapa web es una visualización interactiva de información geográfica que se puede abrir en navegadores y dispositivos móviles. En [22], el autor destaca que el API proporcionado por Google Maps para renderizar mapas ofrece varias características y prestaciones, siendo uno de los productos más importantes de Google. También menciona que una de las principales ventajas de esta API es su capacidad para integrarse con distintos lenguajes de programación y, por ende, con diferentes frameworks. Esto hace que sea altamente flexible para su uso en diferentes sistemas. Por otro lado, en [26], el autor señala que Leaflet permite crear mapas interactivos y aplicaciones de mapas en línea, además de ser de código abierto. También destaca la amplia gama de herramientas disponibles en Leaflet que facilitan la visualización de datos georreferenciados. Incluso, ofrece a los desarrolladores la capacidad de crear experiencias de usuario altamente interactivas y personalizables, lo cual resulta ideal para aplicaciones tanto móviles como web.

5.2.7 Geo Business Intelligence (GEOBI)

En [15] se empleó GEOBI dado que esta mejora la toma de decisiones en organizaciones. El GEOBI proporciona información más precisa y oportuna incorporando la dimensión espacial en la información. También permite que sus componentes se vuelvan geográficos, es decir, en lugar de OLAP se utiliza SOLAP una combinación de un Sistema de información geográfica (SIG) y un cubo OLAP, además, sus bases de datos se convierten en GeoDB, bases de datos que contienen información geográfica.

5.2.8 Patron MVC

En [24], el autor menciona la importancia del patrón Model View Controller (MVC), el cual permite separar una aplicación en tres capas de componentes: Modelo, Vista y Controlador. El autor señala que la separación de funciones de este patrón de

arquitectura mejora la mantenibilidad del código y hace más sencillo depurar errores. El autor indica que el uso del patrón MVC permite disminuir los errores, dado que las dependencias no están distribuidas en diferentes secciones del código y, por lo tanto, evita mezclar la lógica de negocio con las interfaces de usuario.

5.2.9 Diagrama UML

En los artículos revisados no se señala el uso de diagramas UML en el desarrollo de sistemas de software. Sin embargo, se considera necesario mencionarlo para el desarrollo de este proyecto. El lenguaje de modelado unificado (UML) es una representación visual y semántica de la arquitectura, diseño e implementación de sistemas de software. Los diagramas UML permiten describir los límites, la estructura, el comportamiento y los objetos que contiene un sistema. Aunque este no es un lenguaje de programación, mediante herramientas externas puede ser utilizado para la generación de código para diferentes lenguajes. Según el Object Management Group (OMG), el propósito de UML es proveer a los ingenieros, desarrolladores y arquitectos de software un medio por el cual puedan realizar análisis, diseño e implementación de sistemas de software. Aunque UML no está enfocado en bases de datos, este permite crear modelos de datos conceptuales de alto nivel.

5.2.10 NextJS

En los artículos revisados no se menciona el uso de NextJS como framework frontend para el desarrollo de aplicaciones web. Sin embargo, se considera necesario mencionarlo para el desarrollo de este proyecto. NextJS es un framework web el cual utiliza la librería de componentes React la cual es desarrollada por Meta. NextJS permite crear aplicaciones web completas utilizando React para crear interfaces de usuario dinámicas y rápidas basadas en componentes y añadiendo características adicionales y optimizaciones tales como enrutador basado en archivos, compilación y empaquetado de la aplicación, optimización de imágenes, Renderizado del lado del servidor (SSR), Renderizado del lado del cliente (CSR), Generación de sitios estáticos (SSG). NextJS permite desarrollar un backend basado en NodeJS con el cual crear un API REST en la misma aplicación.

5.2.11 NestJS

En los artículos revisados no se menciona el uso de NestJS como framework backend para el desarrollo de API REST. Sin embargo, se considera necesario mencionarlo para el desarrollo de este proyecto. NestJS es un framework backend basado en NodeJS el cual permite diseñar aplicaciones en el lado del servidor como. NestJS combina

elementos de la programación orientada a objetos (POO), programación funcional (PF) y programación reactiva funcional junto con con TypeScript para diseñar aplicaciones eficientes y escalables. NestJS brinda un nivel de abstracción a framework de servidor HTTP sólidos como Express y Fastify, además de exponer su API directamente con lo cual permite a los desarrolladores implementar modules externos disponibles para la plataforma.

5.2.12 Flutter

En los artículos revisados, no se menciona el uso de Flutter como framework para el desarrollo de aplicaciones móviles; sin embargo, se considera necesario mencionarlo para el desarrollo de este proyecto. Flutter es un framework desarrollado por Google para el desarrollo de aplicaciones móviles, web y de escritorio de forma nativa con solo código base. Permite crear interfaces de usuario visualmente atractivas al manejar los elementos de la interfaz en componentes más pequeños llamados widgets. Flutter tiene un alto rendimiento, dado que utiliza Dart como lenguaje de programación, el cual compila código a máquina, permitiendo que las aplicaciones desarrolladas sean rápidas y eficaces. Además, Flutter ofrece una buena experiencia de desarrollo al incluir herramientas que permiten realizar actualizaciones en caliente y revisar el estado de los componentes de la aplicación.

6 Metodología

En el proyecto propuesto para las aplicaciones cliente, se empleará una aplicación móvil, dado que esta puede ser utilizada en una gran variedad de dispositivos, tanto Android como iOS. La aplicación móvil empleará una arquitectura Model View Controller (MVC), con la cual se separará la lógica de negocio de la interfaz de usuario y la interacción. También se utilizará un framework web, dado que este ofrece una estructura de trabajo establecida, además de incluir características extras y optimizaciones que facilitan el desarrollo de aplicaciones web. El sistema web se desarrollará utilizando el patrón de arquitectura MVC, dado que este permite dividir la lógica y responsabilidad en 3 capas y así mantener una mejor estructura en el código. Para el desarrollo del backend, se emplearán frameworks que agilicen la creación de un API REST eficiente y escalable, el cual permita la comunicación entre diferentes sistemas, como aplicaciones web y móviles, mediante el protocolo HTTP. Para el almacenamiento de información, se empleará una base de datos relacional, dado que esta ofrece un gran rendimiento y fiabilidad al manejar grandes volúmenes de datos. Además, permite manejar relaciones entre diferentes tablas, las cuales ayudan a recuperar datos de forma eficiente, garantizando la integridad referencial. Para el

desarrollo del proyecto, se utilizará una metodología de desarrollo ágil por la facilidad, flexibilidad y versatilidad que ofrece al realizar cambios durante el desarrollo. Además, mejora los tiempos de desarrollo y la calidad del producto final.

6.1 Modalidad de investigación

En esta sección se muestran los enfoques a los que se encuentra orientada la investigación propuesta para este proyecto. A continuación se detalla cada una de ellas.

Investigación cuantitativa

En el presente proyecto se emplea una metodología de investigación cuantitativa. Esta se centra en la recopilación de datos numéricos y estadísticos que permiten establecer las tendencias de siniestralidad a través del análisis del número de crímenes. Esta información se utiliza como base fundamental para el diseño de un modelo analítico de BI.

Investigación aplicada

Se emplea una investigación aplicada, ya que el desarrollo del proyecto propuesto utilizará la teoría, métodos, técnicas, tecnologías y conocimientos adquiridos a lo largo de ciclos académicos previos. Este enfoque permitirá aplicar de manera práctica y específica el conocimiento acumulado durante la trayectoria educativa.

6.2 Población y muestra

Al no contar con una estimación adecuada sobre la cantidad de personas requerida para estipular la población, se optó por definir una muestra infinita con población desconocida.

- n = tamaño de la muestra
- Z = nivel de confianza, un nivel de confianza habitual es de 95% con una puntuación estándar de 1.96
- p = probabilidad de éxito o proporción esperada
- q = probabilidad de fracaso
- pq = varianza de la población, cada una equivale a 0.50, ($p=q=0.50$)
- e = error de estimación máximo aceptable, el error habitual es de 5% con una puntuación estándar de 0.05

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q}{e^2}$$

$$n = \frac{(1.96)^2 \cdot 0.50 \cdot 0.50}{(0.05)^2}$$

$$n = 384.16 \approx 385$$

Con un nivel de confianza del 95% y un error de estimación máximo aceptable del 5%, se obtiene una muestra aproximada de 385 personas.

6.3 Recolección de información

La recolección de información para el presente proyecto se llevará a cabo a través de un formulario integrado en una aplicación web y móvil. Dicho formulario recopilará los detalles de las víctimas de los incidentes en la ciudad de Ambato, permitiendo el registro de información relevante, como el tipo de delito, la fecha y hora del suceso, además de emplear un mapa para obtener la ubicación geográfica precisa del lugar donde ocurrió el incidente. También se obtendrán datos por medio de alertas de peligro que podrán ser enviadas mediante la aplicación móvil.

6.4 Procesamiento y análisis de datos

Utilizando los datos recolectados a través del formulario y las alertas de peligro, se emplearán algoritmos de aumento de datos. El objetivo es obtener una cantidad considerable de elementos con los que trabajar. Esta información será fundamental para la creación de un cubo de Procesamiento Analítico en Línea (OLAP), que posibilitará el análisis exhaustivo de dichos datos y, a su vez, permitirá la generación de informes detallados.

6.5 Propuesta de solución

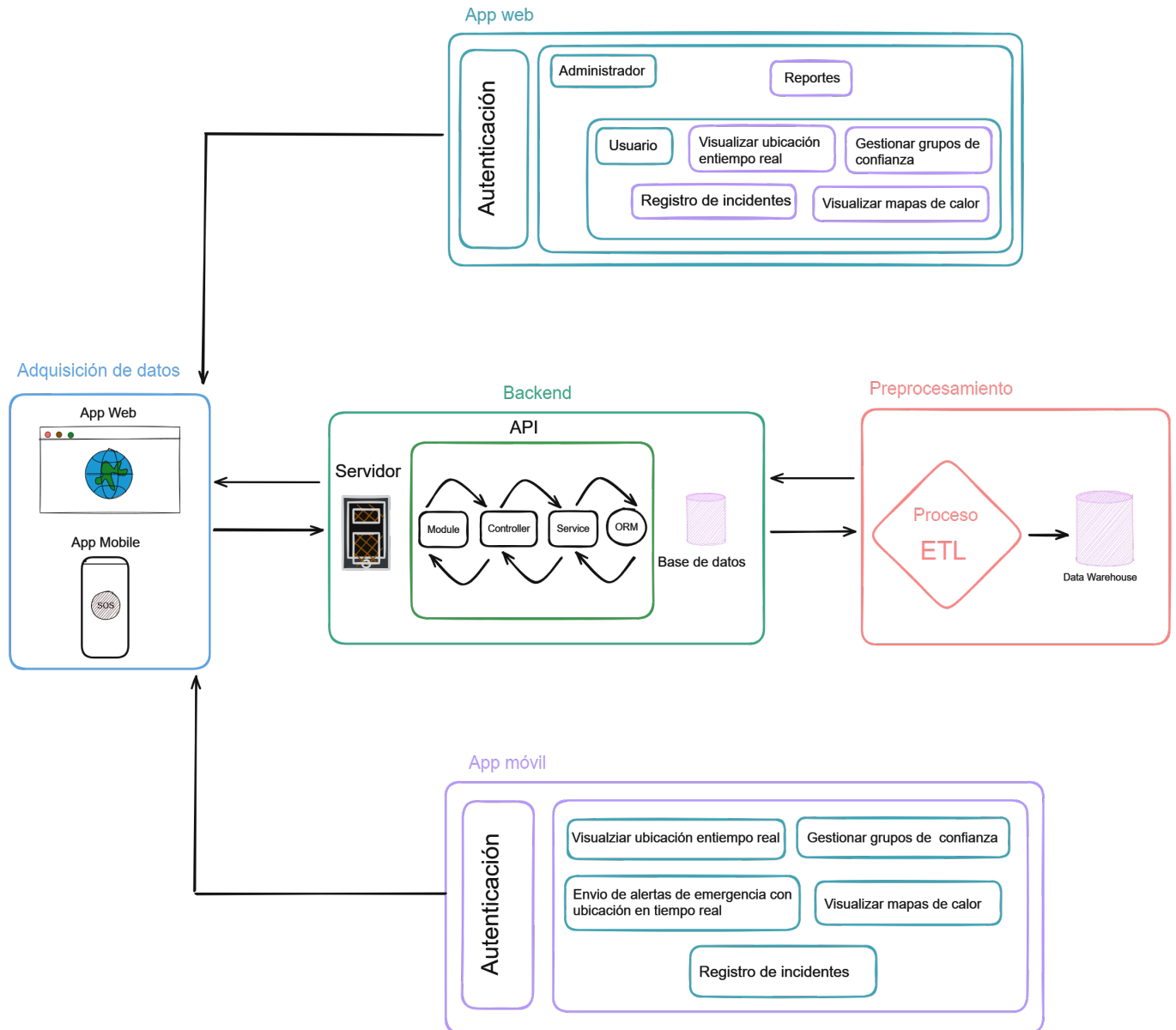


Figura 1: Esquema del sistema

Se propone el desarrollo de una aplicación móvil dedicada a recopilar datos georreferenciados sobre delitos, mediante alertas de emergencia que incluyan la ubicación en tiempo real. Además, se integrarán formularios para obtener información detallada de incidentes pasados. Esta aplicación también administrará grupos de confianza y permitirá el monitoreo en tiempo real de la ubicación de familiares en situaciones de riesgo, así como la visualización de mapas que identifiquen zonas conflictivas. Adicionalmente, se planea el desarrollo de una aplicación web

complementaria que posibilite la visualización en tiempo real de familiares en peligro, junto con la capacidad de registrar incidentes y visualizar mapas de calor que muestren áreas de alta incidencia delictiva. Esta aplicación web contará con un sistema de roles, donde el administrador tendrá acceso a reportes detallados sobre los siniestros reportados. Ambas aplicaciones estarán interconectadas con un servidor que proporcionará una API REST, la cual estará vinculada a una base de datos relacional. La información recolectada en esta base de datos pasará por un proceso de Extracción, Transformación y Carga de datos (ETL) para generar un almacén de datos (data warehouse) y posteriormente un cubo OLAP. Este cubo OLAP será la fuente primaria de información para la generación de reportes detallados sobre la incidencia delictiva.

7 Recursos

En esta sección se especificarán los elementos requeridos para el desarrollo del presente proyecto. Se muestran aspectos importantes como el equipo necesario, materiales, tecnologías y cualquier otro elemento vital para llevar a cabo las actividades programadas.

7.1 Institucionales

Para el desarrollo de esta investigación, no se cuentan con recursos institucionales, ya que el proyecto carece de relación con cualquier institución o empresa. Esto implica la ausencia de respaldo financiero, infraestructura o apoyo logístico proveniente de entidades institucionales o empresariales.

7.2 Humanos

- Usuarios de la aplicación

7.3 Materiales

- Laptop.
- Resma de papel bond.
- Impresora.
- Tinta.
- Material de escritorio.
- Smartphone.

- Internet.
- Servicio de hosting web.
- Servicio de hosting backend.
- Servicio de hosting BD.
- Herramientas de desarrollo (IDE's).

7.4 Económicos

Tabla 3: Presupuesto

N.	Detalle	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1	Resma de papel bond	c/u	1	\$05.00	\$05.00
2	Impresora	c/u	1	\$200.00	\$200.00
2	Material de escritorio	c/u	1	\$05.00	\$05.00
2	Herramientas de desarrollo (IDE's)	c/u	1	\$00.00	\$00.00
2	Tinta	c/u	1	\$10.00	\$10.00
3	Laptop	c/u	1	\$950.00	\$950.00
4	Smartphone	c/u	1	\$350.00	\$350.00
5	Servicio de internet	c/u	4	\$25.00	\$100.00
6	Servicio de hosting web	c/u	1	\$20.00	\$20.00
7	Servicio de hosting api	c/u	1	\$20.00	\$20.00
8	Servicio de hosting BD	c/u	1	\$20.00	\$20.00
8	Personas (Usuarios)	c/u	1	\$00.00	\$00.00
Subtotal					\$1680
Imprevistos (%15)					\$252
Total					\$1932

Elaborado por: el investigador

25

25

25

25

Evaluar la precisión de los datos georreferenciados mediante el empleo de técnicas estadísticas para determinar la fiabilidad de los datos obtenidos.	Recopilación de datos georreferenciados	Formulario para registrar delitos mediante georreferenciación. y Técnicas estadísticas															
	Aplicación de técnicas estadísticas para la evaluación de precisión																
	Análisis de resultados y determinación de fiabilidad de los datos																
Desarrollar un sistema web y móvil para la obtención de datos georreferenciados de delitos con los cuales desarrollar un modelo analítico de Business Intelligence (BI) orientado al seguimiento de las tendencias de siniestros en la ciudad de Ambato.	Diseño del sistema web	Mockups, Diagramas UML Framework backend, Framework web, Framework móvil y GEO Business Intelligence															
	Diseño del sistema móvil																
	Desarrollo backend																
	Desarrollo del sistema web																
	Desarrollo del sistema móvil																
	Implementación del modelo de Business Intelligence																
	Pruebas y validación del sistema																
	Presentación del trabajo final																

Elaborado por: el investigador

9 Bibliografía

- [1] A. Rummens, T. Snaphaan, N. Van De Weghe, D. Van Den Poel, L. J. R. Pauwels, y W. Hardyns, “Do Mobile Phone Data Provide a Better Denominator in Crime Rates and Improve Spatiotemporal Predictions of Crime?” *ISPRS International Journal of Geo-Information*, vol. 10, no. 6, p. 369, May 2021.
- [2] E. Ahishakiye, R. Wario, E. O. Omulo, y I. Niyonzima, “A Performance Analysis of Business Intelligence Techniques on Crime Prediction,” vol. 06, no. 02, 2017.
- [3] I. D. Reid, S. Appleby-Arnold, N. Brockdorff, I. Jakovljević, y S. Zdravković, “Developing a model of perceptions of security and insecurity in the context of crime,” *Psychiatry, Psychology and Law*, vol. 27, no. 4, pp. 620–636, Jul. 2020.
- [4] N. Tasnim, I. T. Imam, y M. M. A. Hashem, “A Novel Multi-Module Approach to Predict Crime Based on Multivariate Spatio-Temporal Data Using Attention and Sequential Fusion Model,” *IEEE Access*, vol. 10, pp. 48 009–48 030, 2022.
- [5] T. Vieira, T. Paulino, J. M. S. Souza, y E. Lima, “Crime prediction and prevention using police patrolling data: Challenges and prospects,” en *Anais Estendidos Da Conference on Graphics, Patterns and Images (SIBGRAPI)*. SBC, Oct. 2022, pp. 183–186.
- [6] ECLAC. United Nations, “Reference framework for security and criminal justice statistics in Latin America and the Caribbean,” p. 71, 2022.
- [7] E. D. Arias, “Crime and Punishment in Latin America,” *Latin American Research Review*, pp. 1–11, Oct. 2023.
- [8] X. Tayupanta, “BOLETÍN SEMESTRAL DE HOMICIDIOS INTENCIONALES EN ECUADOR,” Fundación Panamericana para el Desarrollo (PADF), Rep. Tec., 2023.
- [9] D. A. Narváez, “LA GESTIÓN DE INFORMACIÓN CRIMINOLÓGICA POLICIAL,” *INNOVACIÓN & SABER*, no. 7, pp. 40–48, 2018.
- [10] D. T. V. Álvarez, “Compendio económico y social OBEST - INFORMA,” vol. 1, p. 84, 2022.
- [11] J. X. I. Quintana, C. B. C. Guamán, J. L. D. Paredes, y L. P. M. Quitio, “Análisis sistemático del aumento de la inseguridad en el Ecuador.” *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, Ene. 2023.

- [12] G. Benítez Álvarez, “Implementing Comprehensive Citizen Security Strategies in Ecuador,” p. 17, 2019.
- [13] D. Castro Aniyar, “‘Paintings for a Crime’: Composed Cognitive Maps for Measuring Crime and Situation,” *Journal of Victimology and Victim Justice*, vol. 2, no. 2, pp. 141–163, Oct. 2019.
- [14] H. Naranjo-Ávalos, F. Fernández-Peña, P. Urrutia-Urrutia, y O. Cholota-Morocho, “Impacto De La Georreferenciación Colaborativa De Actos Delictivos En El Ciudadano Común Basada En El Modelo De Aceptación Tecnológica,” *Revista Ciencia Unemi*, vol. 12, no. 31, pp. 83–94, 2019.
- [15] F. Herrera, R. Sosa, y T. Delgado, “GeoBI and Big VGI for Crime Analysis and Report,” en *2015 3rd International Conference on Future Internet of Things and Cloud*. Rome, Italy: IEEE, Ago. 2015, pp. 481–488.
- [16] Y.-L. Lin, T.-Y. Chen, y L.-C. Yu, “Using Machine Learning to Assist Crime Prevention,” en *2017 6th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI)*. Hamamatsu: IEEE, Jul. 2017, pp. 1029–1030.
- [17] “Crimes Prediction Using Spatio-Temporal Data and Kernel Density Estimation,” en *2019 Asia Pacific Conference on Research in Industrial and Systems Engineering (APCoRISE)*. Depok, Indonesia: IEEE, Abr. 2019, pp. 1–6.
- [18] K. N. Win, J. Chen, Y. Chen, y P. Fournier-Viger, “PCPD: A Parallel Crime Pattern Discovery System for Large-Scale Spatiotemporal Data Based on Fuzzy Clustering,” *International Journal of Fuzzy Systems*, vol. 21, no. 6, pp. 1961–1974, Sep. 2019.
- [19] A. Amirkhanyan, “Methods and frameworks for GeoSpatioTemporal data analytics,” Ph.D. dissertation, Universität Potsdam, 2019.
- [20] A. Kumar, A. Verma, G. Shinde, Y. Sukhdeve, y N. Lal, “Crime Prediction Using K-Nearest Neighboring Algorithm,” en *2020 International Conference on Emerging Trends in Information Technology and Engineering (Ic-ETITE)*. Vellore, India: IEEE, Feb. 2020, pp. 1–4.
- [21] S. Hossain, A. Abtahee, I. Kashem, M. M. Hoque, y I. H. Sarker, “Crime Prediction Using Spatio-Temporal Data,” en *Computing Science, Communication and Security*, ser. Communications in Computer and Information Science, N. Chaubey, S. Parikh, y K. Amin, Eds. Singapore: Springer, 2020, pp. 277–289.

- [22] M. Botto-Tobar, S. Montes León, O. Camacho, D. Chávez, P. Torres-Carrión, y M. Zambrano Vizuite, Eds., *Applied Technologies: Second International Conference, ICAT 2020, Quito, Ecuador, December 2–4, 2020, Proceedings*, ser. Communications in Computer and Information Science. Cham: Springer International Publishing, 2021, vol. 1388.
- [23] C. P. Chasi Chango, “Aplicación móvil de apoyo a la seguridad barrial para envío y localización de alertas de auxilio mediante notificaciones push en la parroquia santa rosa de la ciudad de Ambato,” Ph.D. dissertation, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, Ambato, 2022.
- [24] F. V. Lesano Pérez, “Aplicativo móvil de geo-ubicación en tiempo real, para el transporte privado de Plasticaucho Industrial S.A de la ciudad de Ambato,” Ph.D. dissertation, Universidad Técnica de Ambato, 2022.
- [25] J. A. Chicaiza Villegas, “Aplicación web para la gestión de servicios, notificaciones de pago y geolocalización de viviendas de los clientes en la empresa Optynet del cantón Quero,” Ph.D. dissertation, Universidad Técnica de Ambato, 2023.
- [26] K. Gómez Cantillo y I. E. Villalobos Mercado, “Aplicativo Móvil para la Predicción de Delitos en la Ciudad de Valledupar – VIGIS,” p. 7.