



Título: Proyecto de transporte con el uso de la georreferencia

Nombre: Rayner Alejandro Soto Martínez

Grado: 42

Tutor: Juan Alejandro Baster Jimenez

Línea de investigación: ISIS

La Habana, 2024

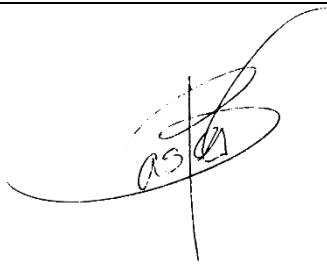
ANEXO A. PLAN INDIVIDUAL DE TAREAS DEL ESTUDIANTE (PRÁCTICA PROFESIONAL)

Tareas	Fecha de entrega	Rol(es) que desarrolla (n) con la tarea
Reunión de inicio de la práctica	29/4/2024	-
Redactar la Introducción (con diseño de la investigación) y entregar al tutor junto al registro de bibliografía en EndNote. Debe tomar en cuenta los señalamientos y modificaciones que le fueron definidos en la exposición de prácticas profesionales anterior	3/5/2024	
Seleccionar y fundamentar la selección de las tecnologías web a utilizar en el desarrollo de la solución para el sistema de gestión de los datos necesarios, haciendo hincapié en las APIs y sistemas de georreferenciación en la web.	5/5/2024	EE
Modelar el negocio e identificar detalladamente los requisitos funcionales y no funcionales, haciendo especial énfasis en las convenciones de formatos y sintaxis para el procesamiento adecuado de los datos y su adecuación a los reportes solicitados	10/5/2024	AN, AS
Diseñar la base de datos relacional requerida para la consolidación de los datos (provenientes de ficheros MS Excel principalmente)	12/5/2024	DB
Diseñar la arquitectura de la solución propuesta, tomando en cuenta la escalabilidad y flexibilidad del sistema a desarrollar	15/6/2024	DS, AR
Implementar las funcionalidades referentes a: <ul style="list-style-type: none"> - Diseño mejorado y creación de la base de datos, la cual debe soportar datos geoespaciales (PostgreSQL + PostGIS) - Desarrollo de la API (<i>backend</i> basado en servicios) que permita importar el Excel y su almacenamiento en la base de datos - Presentación de los datos en tablas y reportes 	21/7/2024	PG
Elaborar el Capítulo 1 tomando como base los resultados de las tareas anteriores	26/7/2024	EE
Entregar a los tutores el Capítulo 1	31/7/2024	EE, JP
Rectificar señalamientos de los tutores sobre el Capítulo 1	15/8/2024	EE
Completar el informe de la práctica, incluyendo demás secciones como Resumen, Conclusiones, Recomendaciones y Anexos	16/8/2024	EE

Entregar informe completo de la práctica a los tutores	18/8/2024	EE, JP
Rectificar señalamientos del informe completo	20/8/2024	EE
Entrega del informe final de la práctica	2/9/2024	EE, JP
Defensa de la práctica	4-6/9/2024	Todos

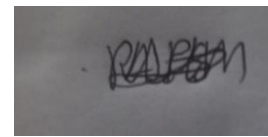
Ing. Juan Alejandro Baster Jiménez

Nombre completo y firma del primer tutor



Dr.Sc. Lisandra Bravo Ilisastigui

Nombre completo y firma del segundo tutor



Rayner Alejandro Soto Martínez

Nombre completo del estudiante

Firma del estudiante

Resumen

En el mundo actual, los sistemas de información geográfica (SIG) se han convertido en herramientas clave para gestionar y analizar datos geoespaciales, apoyando la toma de decisiones en diversos sectores. Sin embargo, en Cuba, el Ministerio de Transporte enfrenta desafíos debido al uso de métodos obsoletos como hojas de cálculo en Excel, que limitan la eficiencia en la gestión de datos de movilidad y transporte. En este contexto, se desarrolló un sistema SIG que permite migrar los datos de Excel a una base de datos centralizada, mejorando el análisis y la visualización de información en tiempo real. Este proyecto aporta una solución moderna para optimizar la planificación y administración del transporte en Cuba, contribuyendo a la eficiencia operativa del MITRANS y apoyando la toma de decisiones estratégicas.

Summary

In today's world, Geographic Information Systems (GIS) have become essential tools for managing and analyzing geospatial data, supporting decision-making in various sectors. However, in Cuba, the Ministry of Transport faces challenges due to outdated methods like Excel spreadsheets, which limit efficiency in mobility and transport data management. In this context, a GIS system was developed to migrate data from Excel to a centralized database, enhancing data analysis and visualization in real-time. This project provides a modern solution to optimize transportation planning and management in Cuba, contributing to MITRANS's operational efficiency and supporting strategic decision-making.

Índice

Introducción	9
Capítulo 1 Fundamentos teóricos	13
1.1 Conceptos para el dominio del problema	13
1.2 Sistemas de información geográficos	17
1.2.1 Historia y evolución de los GIS	17
1.2.2 Ventajas que permiten las aplicaciones GIS	20
1.2.3 Campos que utilizan los sistemas de información geográfica	21
1.2.4 Ejemplos de sistemas GIS	21
1.2.5 GIS en la nube	23
1.3 Plataforma web	25
1.3.1 Beneficios de las aplicaciones web	25
1.3.2 Navegadores web más utilizados	26
1.4 Selección tecnológica	29
1.4.1 Lenguaje de programación	29
1.4.2 Framework para el desarrollo del servidor	32
1.4.3 Bases de datos	34
1.4.4 Conexión a la base de datos	37
1.4.5 Sistema para el desarrollo de interfaces visuales	38
1.4.6 Controlador de versiones	39
1.4.7 Repositorio de código	40
1.4.8 Entorno de desarrollo integrado (IDE)	40
1.4.9 Editor de código	40
Capítulo 2 Análisis de negocio	41
2.1 Introducción	41

2.2	Descripción del negocio	41
2.3	Descripción del sistema	42
2.4	Modelo de dominio	42
2.5	Reglas de negocio	43
2.6	Requisitos funcionales	44
2.7	Requisitos no funcionales	45
2.7.1	Requisitos de apariencia	45
2.7.2	Requisitos de usabilidad	45
2.7.3	Requisitos de rendimiento	45
2.7.4	Requisitos de soporte	46
2.7.5	Requisitos de portabilidad	46
2.7.6	Requisitos de seguridad	46
2.7.7	Requisitos de confiabilidad	46
2.7.8	Requisitos de software	46
2.7.9	Requisitos de hardware	46
Capítulo 3	Solución propuesta	47
3.1	Caso de uso del sistema	47
3.2	Diagrama de clases	50
3.2.1	Microservicio Login	50
3.2.2	Microservicio Gestión	52
3.3	Seguridad	53
3.3.1	Autenticación y Autorización	54
3.3.2	Spring Security	55
3.3.3	Autenticación Sin Estado	56
3.3.4	JSON Web Token	56

3.3.5	Configuración del uso compartido de recursos entre orígenes	57
3.3.6	Protección contra Inyecciones SQL	58
3.3.7	Monitoreo y registro de actividades de seguridad	60
3.3.8	Conclusión	60
3.4	Diagrama de despliegue	60
3.5	Conclusión parcial	62
Capítulo 4	Pruebas y análisis de resultados	63
4.1	Prueba de aceptación	63
4.2	Pruebas de caja negra	64
4.3	Prueba de integración de software	68
4.3.1	Big Bang	68
4.4	Pruebas de concurrencia o pruebas de carga	70
4.5	Análisis de los Resultados	71
4.6	Conclusiones de las Pruebas	71
Conclusiones		73
Referencia Bibliográfica		75

Indice de tablas:

Tabla 1: Reglas de negocio	44
Tabla 2: Caso de uso Autenticación	48
Tabla 3: Caso de uso Gestionar información del sistema	48
Tabla 4: Caso de estudio Gestionar información de los usuarios	48
Tabla 5: Caso de estudio Visualizar registros del sistema	48
Tabla 6: Caso de uso Gestionar entidades	49
Tabla 7: Caso de estudio Gestionar empleados	49
Tabla 8: Caso de estudio Importar Excel	49
Tabla 9: Caso de visualizar datos geográficos	49

Tabla 10: Análisis de la prueba.....	64
Tabla 11: Prueba de creación del modelado de la base de datos con errores	65
Tabla 12: Prueba de creación del modelado de la base de datos sin errores	65
Tabla 13: Prueba de la migración de los datos de la base de datos con Flyway...	66
Tabla 14: Prueba de insertar entidad sin una autenticación correcta	66
Tabla 15: Prueba de insertar entidad con datos obligatorios erróneos o vacíos ...	67
Tabla 16: Prueba de la geolocalización de IP con un IP de Internet.....	67
Tabla 17: Prueba de la geolocalización de IP con un IP de Wifi o Ethernet	68

Indice de imágenes

Figura 1: Aplicaciones de un Sistemas de información geográfica (SIG) ^[5]	14
Figura 2: Tráfico por los navegadores en enero de 2024	28
Figura 3: Modelo de dominio	43
Figura 4: Diagrama de caso de uso del sistema	47
Figura 5: Diagrama de clases del microservicio Login	51
Figura 6: Diagrama de clases del microservicio de Gestión.....	53
Figura 7: Modelado del diagrama de despliegue.....	61
Figura 8: Diagrama de actividad representando la correlación y el trabajo conjunto de los microservicios	69
Figura 9: Microservicios en estado activo funcionando al mismo tiempo	69
Figura 10: Microservicios funcionando analizados por el Eureka Server	70

Introducción

El proceso de informatización de la sociedad cubana iniciado en 2018, en disposición del decreto ley No.370/2018, indica:

La informatización de la sociedad en Cuba desempeña un papel significativo en el desarrollo político, económico y social del país y constituye un medio efectivo para la consolidación de las conquistas del Socialismo y el bienestar de la población. ^[1]

Para llevar a cabo el cumplimiento de dicha obligación, se ha orientado la actualización y mejoramiento de los obsoletos sistemas informáticos presentes en el país.

El Estado promueve el desarrollo y utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, con el objetivo de que constituyan una fuerza política, científica y económica, que contribuya y propicie la integración y conducción de los procesos asociados a la informatización de la sociedad. ^[1]

Mediante esta premisa se llevó a cabo un proceso de informatización que comprendió el desarrollo, actualización y modificación de la infraestructura y sistemas informáticos, obsoletos en el país, permitiendo así una mejora en los servicios brindados por diversas instituciones y mejores análisis de datos para la toma de decisiones cruciales para el país.

El Ministerio de Transporte (MITRANS) es un organismo perteneciente a la Administración Central del Estado y subordinado al Consejo de Ministros, que tiene como objetivo fundamental ejercer control sobre todas las entidades de transporte que operen en la República de Cuba: transporte urbano, transporte turístico, entre otros.

El bloqueo financiero impuesto por los Estados a Cuba, desde 1960 impone restricciones a la isla e impide el correcto funcionamiento de las instituciones gubernamentales que operan en la región. Esto implica una escasez de recursos agravada cada vez más con nuevas medidas que buscan hundir la economía. A la parte la crisis económica global a raíz de la pandemia del Covid-19 del año 2020,

ha puesto al mundo en su situación inflacionaria nunca vista con grandes economías en descensos, una subida de precios a causa de la inflación y un mercado que aún siente los efectos de la pandemia.

Con todos estos factores, Cuba necesita siendo un país pequeño, salir adelante con los recursos disponibles y un factor decisivo en dicha tarea son las tecnologías de la comunicación, que pueden aportar desde sistema de ayuda a la ciudadanía como soluciones empresariales que ayuden en la toma de decisiones.

La escasez del combustible es habitual en Cuba, por las razones anteriormente mencionadas, pero el MITRANS como rector del transporte, debe intentar maximizar la utilidad del combustible y minimizar su gasto, teniendo en cuenta la movilidad poblacional desde sus hogares hasta sus centros de trabajo, pero se encuentran con diversos obstáculos.

Actualmente los métodos de almacenamiento de la entidad son archivos de Excel, donde se almacenan tanto los trabajadores como las distintas entidades a las cuales tienen que debe dirigirse. Los sistemas de almacenamiento basados en ficheros Excel, han ido cayendo en desuso a medida que los sistemas han necesitado ir aumentando su tamaño y complejidad. Las hojas de cálculo a pesar de ser herramientas útiles se encuentran con problemáticas que han sido resueltas por las bases de datos como la flexibilidad y centralización de los datos permitiendo un acceso simultáneo desde múltiples dispositivos, logrando acceder a la misma información en tiempo real.

Otro punto negativo de las hojas de cálculo es la propia especialización del sistema ya que cada uno de los usuarios debe tener un amplio conocimiento de la herramienta y sus diversas funciones. Un Excel es muy fácil de corromper a través del propio fallo humano: un simple cambio en una función y no saber cómo revertir el cambio puede ser fatal, ya que corrompería el sistema haciendo que algunas o todas las funciones emitiesen resultados inseguros o erróneos.

Para poder acceder de una manera detallada a la información necesitan hacer uso de tecnología geoespacial para poder analizar los datos de manera que los datos

tengan almacenados datos como las coordenadas cartesianas con el uso de la georreferencia.

Los sistemas de información geográfica (SIG) son sistemas informáticos que producen visualizaciones conectadas de datos geoespaciales, es decir, datos referenciados espacialmente a la Tierra. Además de crear visualizaciones, los SIG son capaces de capturar, almacenar, analizar y gestionar datos geoespaciales. [2]

Con los SIG, los usuarios pueden crear consultas interactivas, analizar información espacial, editar datos, integrar mapas y presentar los resultados de estas tareas. Los SIG forman parte de la ciencia de la información geográfica, que es el campo que abarca todos los aspectos de los SIG: hardware y software, lenguajes de programación, datos geoespaciales y su funcionamiento conjunto. [2]

La georreferenciación es la ubicación de un punto concreto sobre la superficie terrestre. Es una técnica de procesamiento espacial que utiliza las coordenadas de mapa para determinar una localización geográfica única en el espacio y, así, poder facilitar esta información a las diferentes entidades cartográficas de forma digitalizada. [3]

Para resolver todos estos problemas y poder actualizar el sistema del MITRANS en cuanto a gestión de movilidad del personal se desarrolla un Sistema de Gestión Geográfica.

El presente trabajo de diploma tiene como **objetivo general** desarrollar un sistema de información geográfica, que permita la migración de un fichero Excel a una base de datos, eliminando el antiguo método de almacenamiento de datos de la entidad, por uno moderno que resuelva las necesidades del cliente y acelere los procesos dentro de la empresa.

Para ello se han dispuesto un grupo de **objetivos**, que tienen la finalidad de dar cumplimiento a este ejercicio:

- Desarrollar sistema web que dé respuesta a la problemática planteada

- Documentar la aplicación permitiendo que se legible para futuros desarrolladores
- Escribir ayuda para los usuarios, permitiendo que la aplicación sea accesible para todos

Para dar solución al presente trabajo de diploma, el documento se va a estructura de la siguiente manera:

Capítulo 1. Fundamentos Teóricos: Se describen los principales problemas que componen la investigación: conceptos fundamentales, historia, análisis de soluciones informáticas similares, selección tecnológica y análisis de la solución propuesta.

Capítulo 2. Análisis de solución: Se describen los principales artefactos que componen todo el proceso del negocio. Análisis de las principales funcionalidades del sistema, permitiendo determinar la solución final a desarrollar.

Capítulo 3. Desarrollo de la solución: Se abordan los principales aspectos de la solución propuesta, reflejando los componentes y diagramas utilizados.

Capítulo 4. Pruebas: Se verifican los resultados de las distintas pruebas realizadas al sistema y las condiciones del entorno de ejecución que propiciaron dichos resultados

Capítulo 1 Fundamentos teóricos

En la actualidad los sistemas de información geográfica (SIG) han alcanzado un desarrollo significativo, permitiendo acceder a información geográfica en tiempo real sin necesidad de consultar antiguos métodos de almacenamiento geográfico como enciclopedias, libros y atlas. Los sistemas web actualmente son ampliamente utilizados en el mundo, ya que estos pueden tener mayor velocidad y menor consumo de recursos, ser multiplataformas y utilizarse a través del Internet permitiendo que cualquiera pueda acceder a ellas y utilizar sus diversas funcionalidades. En el transcurso del presente capítulo se tiene como objetivos: abordar conceptos y definiciones asociadas a la investigación en curso, breve resumen histórico sobre los sistemas de información geográficos y los sistemas web, análisis de estudios relacionados con la investigación desarrollados por otros colegas del medio en universidades tanto residentes en Cuba como foráneas y sus aportes a la misma y análisis de las tecnologías empleadas para la realización de dicho sistema.

1.1 Conceptos para el dominio del problema

En la actual sección del trabajo, se procederá a describir conceptos necesarios para el mejor entendimiento de la actual investigación.

Sistemas de información geográfica (SIG) o Geographic Information System (GIS): Son sistemas informáticos que producen visualizaciones conectadas de datos geoespaciales, es decir, datos referenciados espacialmente a la Tierra. Además de crear visualizaciones, los SIG son capaces de capturar, analizar y gestionar datos geoespaciales. Con los SIG, los usuarios pueden crear consultas interactivas, analizar información espacial, editar datos, integrar mapas y presentar los resultados de estas tareas. Los SIG forman parte de la ciencia de la información geográfica, que es el campo que abarca todos los aspectos de los SIG: hardware y software, lenguajes de programación, datos geoespaciales y su funcionamiento conjunto.^[4]



Figura 1: Aplicaciones de un Sistemas de información geográfica (SIG)^[5]

Datos Geoespaciales: Describen objetos, acontecimientos u otros accidentes geográficos con una ubicación en la superficie terrestre o cerca de ella. Los datos geoespaciales combinan datos de localización (como las coordenadas) y datos de atributos (las características del objeto, evento u otras características geográficas) con datos temporales (el tiempo o periodo de vida en el que existen la localización y los atributos). Los datos geoespaciales contienen grandes conjuntos de datos procedentes de diversas fuentes, como datos censales y demográficos, imágenes por satélite (incluidos datos de teledetección), datos inmobiliarios, datos meteorológicos, datos de telefonía móvil, imágenes dibujadas y datos de redes sociales.^[4]

Datos ráster: Los datos ráster consisten en cuadrículas o celdas de píxeles con información espacial asociada a cada celda, como la elevación, la temperatura o incluso el uso del suelo. Los datos ráster se utilizan para crear imágenes complejas de alta resolución, como fotografías e imágenes por satélite. Por ejemplo, una imagen de satélite representada por una matriz de datos que contiene la información meteorológica de una ciudad permite a los ciudadanos comprobar si llueve.^[4]

Datos vectoriales: Los datos vectoriales son la representación de un elemento geoespacial a través de sus coordenadas x e y. La forma más básica de los datos vectoriales es un punto. Dos o más puntos forman una línea, y tres o más líneas forman un polígono. Por ejemplo, Google Maps, un mapa web común y una

representación visual que utiliza datos vectoriales, define la ubicación de una ciudad mediante puntos; carreteras con líneas; y edificios o límites mediante polígonos.^[4]

Georreferenciación: Es el uso de coordenadas de mapa para asignar una ubicación espacial a entidades cartográficas. Todos los elementos de una capa de mapa tienen una ubicación geográfica y una extensión específicas que permiten situarlos en la superficie de la Tierra o cerca de ella. La capacidad de localizar de manera precisa las entidades geográficas es fundamental tanto en la representación cartográfica como en SIG.^[6]

Latitud y longitud: Estas son mediciones de los ángulos (en grados) desde el centro de la Tierra hasta un punto en su superficie. Este tipo de sistema de referencia de coordenadas generalmente se denomina sistema de coordenadas geográficas.^[6]

Sistema de coordenadas cartesianas: Utiliza dos ejes: uno horizontal (x), que representa el este y el oeste, y otro vertical (y), que representa el norte y el sur. El punto de intersección de los ejes se denomina el origen. Las ubicaciones de los objetos geográficos se definen en relación al origen, utilizando la notación (x,y), donde x se refiere a la distancia del eje horizontal, e y se refiere a la distancia del eje vertical. El origen se define como (0,0).^[6]

Sistema de coordenadas proyectadas: Es cualquier sistema de coordenadas diseñado para una superficie llana, como un mapa impreso o una pantalla de ordenador.^[6]

World Wide Web: Comúnmente conocida como WWW, W3, o la Web— es un sistema interconectado de páginas web públicas accesibles a través de Internet. La Web no es lo mismo que el Internet: la Web es una de las muchas aplicaciones construidas sobre Internet.^[7]

HTTP: El protocolo de transferencia de hipertexto o HTTP (HyperText Transfer Protocol) es el protocolo de red que permite la transferencia de documentos de hipermedia en la red, generalmente entre un navegador y un servidor, para que los humanos puedan leerlos.^[8]

Aplicación web: Es un software que se ejecuta en el navegador web. Las empresas tienen que intercambiar información y proporcionar servicios de forma remota. Utilizan aplicaciones web para comunicarse con los clientes cuando lo necesiten y de una forma segura. Las funciones más comunes de los sitios web, como los carros de compra, la búsqueda y el filtrado de productos, la mensajería instantánea y los canales de noticias de las redes sociales, tienen el mismo diseño que las aplicaciones web. Le permiten acceder a funcionalidades complejas sin la necesidad de instalar o configurar un software.^[9]

Arquitectura cliente-servidor: La arquitectura cliente-servidor es una estructura de aplicación distribuida que separa las tareas y las cargas de trabajo entre servidores y clientes. Los servidores proporcionan el recurso o servicio, mientras que los clientes lo solicitan. Tanto el cliente como el servidor son programas independientes que se comunican a través de una red. Un navegador web y un servidor web son un ejemplo de arquitectura cliente-servidor. Se trata de una arquitectura comúnmente utilizada en la computación distribuida.^[10]

Arquitectura del lado del cliente: El script del lado del cliente se encarga de la funcionalidad de la interfaz de usuario, como los botones y los cuadros con menús desplegables. Cuando el usuario final hace clic en el enlace de la aplicación web, el navegador web carga el script del lado del cliente y renderiza los elementos gráficos y el texto para la interacción del usuario. Por ejemplo, el usuario puede leer contenidos, ver videos o cumplimentar la información de un formulario de contacto. Las acciones como hacer clic en el botón de enviar se dirigen al servidor como una solicitud del cliente.^[9]

Arquitectura del lado del servidor: El script del lado del servidor se encarga del procesamiento de datos. El servidor de la aplicación web procesa las solicitudes del cliente y envía una respuesta de vuelta. Las solicitudes suelen ser obtener más datos, editar datos o guardar nuevos datos. Por ejemplo, si el usuario hace clic en el botón *Leer más*, el servidor de la aplicación web enviará contenido al usuario. Si el usuario hace clic en el botón *Enviar*, el servidor de la aplicación guardará los datos del usuario en la base de datos. En algunos casos, el servidor completa la solicitud

de datos y envía la página HTML completa al cliente. Esto se llama renderizado del lado del servidor. ^[9]

API: Significa “interfaz de programación de aplicaciones”. En el contexto de las API, la palabra aplicación se refiere a cualquier software con una función distinta. La interfaz puede considerarse como un contrato de servicio entre dos aplicaciones. Este contrato define cómo se comunican entre sí mediante solicitudes y respuestas. La documentación de su API contiene información sobre cómo los desarrolladores deben estructurar esas solicitudes y respuestas. Las API son mecanismos que permiten a dos componentes de software comunicarse entre sí mediante un conjunto de definiciones y protocolos.^[11]

API de REST: Estas son las API más populares y flexibles que se encuentran en la web actualmente. El cliente envía las solicitudes al servidor como datos. El servidor utiliza esta entrada del cliente para iniciar funciones internas y devuelve los datos de salida al cliente. Veamos las API de REST con más detalle a continuación.^[11]

1.2 Sistemas de información geográficos

Un sistema de información geográfica (GIS) es un entorno para recopilar, gestionar y analizar datos. Arraigado en la ciencia de la geografía, el GIS integra muchos tipos de datos. Analiza la ubicación espacial y organiza capas de información en visualizaciones usando mapas y escenas 3D. Con esta capacidad única, los GIS revelan conocimientos más profundos de los datos, como patrones, relaciones y situaciones, ayudando a los usuarios a tomar decisiones más inteligentes.^[12]

Cientos de miles de organizaciones nacionales e internacionales de prácticamente todos los campos están utilizando el GIS para hacer mapas que se comunican, realizan análisis, comparten información y resuelven problemas complejos. Esto está cambiando la forma en que funciona el mundo.^[12]

1.2.1 Historia y evolución de los GIS

Uno de los primeros casos de análisis espacial se produjo en 1854, cuando el médico británico John Snow cartografió las localizaciones de los brotes de cólera

de Londres y otros datos geográficos. Descubrió que los casos de cólera se producían a lo largo de las líneas de agua.^[4]

El campo de los sistemas de información geográfica (GIS) se inició en los años sesenta, cuando surgieron los ordenadores y los primeros conceptos de geografía cuantitativa y computacional. Los primeros trabajos de SIG incluían investigaciones importantes de la comunidad académica. Más tarde, el National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA), dirigido por Michael Goodchild, formalizó la investigación sobre temas clave relacionados con la ciencia de información geográfica, como el análisis y la visualización espaciales. Este trabajo impulsó una revolución cuantitativa en el mundo de la ciencia geográfica y sentó las bases para los SIG.^[13]

La labor innovadora de Roger Tomlinson de iniciar, planear y desarrollar el Sistema Canadiense de Información Geográfica dio como resultado el primer SIG informatizado del mundo en 1963. El gobierno de Canadá encargó a Tomlinson la creación de un inventario manejable de sus recursos naturales. La intención era utilizar los ordenadores para unir los datos sobre los recursos naturales de todas las provincias. Tomlinson diseñó un sistema informático automatizado para almacenar y procesar grandes cantidades de datos, lo que permitió a Canadá empezar su programa nacional de administración del uso del suelo. También dio nombre a los SIG.^[13]

Mientras estaba en la Universidad Northwestern en 1964, Howard Fisher creó uno de los primeros programas de software de representación cartográfica por ordenador, conocido como SYMAP. En 1965, creó el Harvard Laboratory for Computer Graphics. En este laboratorio se crearon y perfeccionaron algunos de los primeros programas de software, y se convirtió en un centro de investigación sobre el análisis y la visualización espaciales. Muchos de los conceptos iniciales sobre SIG y sus aplicaciones los concibieron en el laboratorio un grupo de talentosos geógrafos, planificadores, informáticos y otros expertos de varios ámbitos.^[13]

En 1969, Jack Dangermond, miembro del laboratorio de Harvard, y su mujer Laura fundaron Environmental Systems Research Institute, Inc. (Esri). La consultoría

aplicó la representación cartográfica por ordenador y el análisis espacial para ayudar a planificadores de uso del suelo y administradores de recursos del suelo a tomar decisiones informadas. Los trabajos iniciales de la empresa demostraron el valor de los SIG para resolver problemas. Esri continuó desarrollando muchos de los métodos de representación cartográfica SIG y análisis espacial que se utilizan hoy en día como ArcGis. Estos resultados generaron un mayor interés en las herramientas de software y los flujos de trabajo de la empresa que ahora son estándares en los SIG.^[13]

En la década de 1970, unos ordenadores más rápidos, baratos y avanzados permitieron la comercialización de softwares SIG. Esto, junto con el auge de los satélites y la tecnología de teledetección, animó a gobiernos, empresas e instituciones académicas a adoptar los SIG.^[4]

Con el aumento del potencial de la informática, Esri mejoró sus herramientas de software. Trabajar en proyectos que resolvían problemas reales llevó a la empresa a innovar y desarrollar herramientas de SIG sólidas y enfoques que se pudieran utilizar ampliamente. El trabajo de Esri se ganó el reconocimiento de la comunidad académica como una nueva forma de llevar a cabo análisis espaciales y planificaciones. Esri necesitaba analizar cada vez más proyectos con mayor efectividad, por lo que desarrolló ARC/INFO, el primer producto comercial de SIG. Esta tecnología se lanzó en 1981 y empezó la evolución de Esri hasta convertirse una empresa de software.^[13]

Hoy en día, los SIG son omnipresentes. Se puede acceder fácilmente a datos SIG de código abierto del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS) y otros organismos, y a aplicaciones SIG (como QGIS) y sus tutoriales. Fuera de los ámbitos gubernamental y académico, los SIG se utilizan para rastrear paquetes, trazar rutas y compartir viajes. ^[4]

Los SIG ofrecen a la gente un modo de crear sus propias capas de mapas digitales para ayudar a resolver problemas reales. También han evolucionado hasta convertirse en un medio para intercambiar datos y colaborar, lo que ha alentado una visión que se está convirtiendo rápidamente en realidad: una base de datos de SIG

continua, coincidente e interoperable del mundo, sobre prácticamente todos los temas. Hoy en día, cientos de miles de organizaciones comparten su trabajo y crean miles de millones de mapas cada día para contar historias y revelar patrones, tendencias y relaciones sobre todo.^[13]

1.2.2 Ventajas que permiten las aplicaciones GIS

- **Identificar problemas:** Usar el GIS para resolver problemas cuyo origen es un aspecto geográfico.^[12]
- **Monitorizar el cambio:** Monitorizar de manera visibles cambios que pueden ocurrir en el aspecto geográfico de una determinada región. Por ejemplo: un mapa puede revelar de manera concisa la extensión del retroceso de los glaciares en el hemisferio sur. ^[12]
- **Administrar y responder a eventos:** El GIS proporciona un conocimiento de la situación en tiempo real. Por ejemplo: un mapa huracanes y ciclones puede mostrar el acto impacto que puede tener para las personas de una determinada región y poder darles seguimientos a los fenómenos en tiempo real para llevar a cabo una toma de decisiones que permita la menor cantidad de daños en la zona afectada. ^[12]
- **Realizar pronósticos:** Utilizar el Gis para poder realizar pronósticos y prever situaciones que conlleven a un mal funcionamiento de los renglones de la sociedad. Por ejemplo: Prever el tráfico de una avenida en fechas o días importantes, donde se prevé que generalmente el tráfico empeore en la zona.^[12]
- **Establecer prioridades:** El GIS ayuda a establecer prioridades basadas en el análisis espacial. Analizando los patrones de los delitos, las fuerzas de seguridad pueden identificar las áreas objetivo y asignar oficiales en esas áreas.^[12]

La tecnología de los GIS aplica la ciencia geográfica con herramientas para la comprensión y la colaboración. Ayuda a la gente a alcanzar un objetivo común: obtener inteligencia procesable a partir de todo tipo de datos.^[12]

1.2.3 Campos que utilizan los sistemas de información geográfica

- **Cartografía o mapeo:** Refinamiento de la cobertura de los datos de intervención, clasificación de la información del terreno, sistema de planificación de una ciudad, comunidad o edificios.^[21]
- **Infraestructura:** Brindar una gran optimización y mantenimiento de sistemas de gas, agua, alcantarillado y teléfonos. También ayuda en la planificación de la red y otros propósitos.^[14]
- **Recursos minerales:** Analizar elementos específicos y apoyar la interpretación de fallas y estructuras geológicas.^[14]
- **Medio ambiente:** Evaluar el impacto de los proyectos de riego, reforestación, ecosistemas y agricultura.^[14]
- **Geomarketing:** Determinar áreas de alcance de clientes potenciales, análisis de mercado estratégico y otros usos.^[14]
- **Información de rutas:** Obtener modelos de tráfico y carreteras, planifique sistemas de tráfico, etc.^[14]
- **Bienes inmobiliarios:** Determinar el precio del terreno del bloque; análisis de impacto del transporte y determinar el mejor uso.^[14]
- **Atención sanitaria:** Enlistar los servicios, epidemiología y análisis y estudio de las necesidades de la comunidad. ^[14]

1.2.4 Ejemplos de sistemas GIS

- **GRASS GIS:** Es un SIG que proporciona potentes capacidades ráster y vectorial, así como un motor de procesamiento geoespacial en una única suite integrada. Incluye herramientas para el modelado de terrenos y ecosistemas, **hidrología**, visualización de datos ráster y vectoriales, gestión y análisis de datos geoespaciales y procesamiento de imágenes satelitales y aéreas. Viene con un marco temporal para el procesamiento avanzado de series de tiempo y una **API de Python** para una programación geoespacial rápida. En las últimas versiones, GRASS GIS se ha optimizado para ofrecer un mayor rendimiento y análisis de grandes volúmenes de datos geoespaciales.^[15]

- **ArcGIS de Esri:** ArcGIS es un software de mapeo GIS que proporciona una plataforma de análisis y mapeo para los datos geográficos capturados. ArcGIS amplía parte de la potencialidad única junto con licencias flexibles para aplicar análisis basados en la ubicación a cualquier práctica comercial. Proporciona una perspectiva para visualizar y analizar sus datos y compartir los datos en forma de mapas, tableros, informes, etc. ArcGIS se puede usar como una aplicación independiente y combinarse con otras para respaldar el mapeo de ubicaciones. Es útil para trabajar con un conjunto de datos analíticos y algoritmos espaciales. El software ArcGIS es útil para monitorear la ubicación de cualquier tipo de sensor o dispositivo.^[16]
- **MAPBOX:** Un mapa es una representación gráfica del área. El software de mapeo Mapbox GIS proporciona las herramientas de diseño de mapas y las bibliotecas de mapas necesarias para crear mapas dinámicos, de alto rendimiento y personalizados que se adapten a los requisitos. Los mapas generados por las herramientas de Mapbox son completos y precisos en todo el mundo. Sus API de mapas admiten más de 5 mil millones de solicitudes por día. MapBox hace uso de las tecnologías OpenGL para la representación en el dispositivo, lo que da como resultado mapas de alto rendimiento con la máxima flexibilidad, lo que permite aplicar estilos dinámicos y optimizar el mapa en función de sus datos personalizados.^[16]
- **QGIS:** Es un software de sistema de información geográfica de código abierto, gratuito y fácil de usar que le permite crear, editar, visualizar, analizar y publicar información geoespacial en cualquier sistema operativo como Windows, Mac, sistemas Linux y admite vectores, raster, y formatos y funcionalidades de bases de datos. QGIS es un producto de la *Open Source Geospatial Foundation* (OSGeo). La publicación de proyectos de QGIS en la web se facilita con el beneficio de las potentes funciones de simbología, etiquetado y combinación para una mejor comprensión de los mapas.^[16]

1.2.5 GIS en la nube

El concepto “GIS en la nube o GIS Cloud” hace referencia a la utilización de servicios y aplicaciones GIS en Internet donde el usuario/cliente puede acceder mediante un navegador web sin necesidad de instalar ningún tipo de software en su ordenador. De este modo podemos utilizar una serie de aplicaciones GIS en la nube para publicar nuestros mapas y datos en la web.^[17]

En los últimos años, las aplicaciones GIS en la nube se han consolidado y han mejorado de manera destacada sus funcionalidades de análisis, edición y visualización de datos. La mayoría de estos servicios permiten almacenar, analizar, publicar y visualizar datos geográficos en la nube, lo que está convirtiendo a estas aplicaciones en un complemento ideal y en una alternativa a los GIS tradicionales de escritorio^[17]

La nube ha revolucionado la forma tradicional de trabajar de los GIS haciendo posible que, hoy en día, un gran número de usuarios sin necesidad de ser expertos sean capaces de realizar complejos análisis de datos para publicar y compartir con todo el mundo sus mapas online.^[17]

La creciente demanda por parte de las empresas de realizar análisis de datos y geolocalizar la información ha ayudado de manera destacada al desarrollo de aplicaciones GIS en la nube.^[17]

Con este nuevo escenario las principales empresas y organizaciones del sector ya están ofreciendo, en mayor o menor medida, parte de sus servicios en la nube ante las grandes posibilidades que ofrecen estos servicios.^[17]

Ejemplos de aplicaciones Gis en la nube:

- **ArcGIS Online:** Es una plataforma de ESRI basada en la nube, utilizada para crear y compartir mapas, aplicaciones, contenido y datos geográficos. A través de su interfaz puedes acceder a la galería de mapas base y a una gran variedad de herramientas y funcionalidades que permiten trabajar, editar o analizar tu propia información para crear mapas web. ArcGIS Online dispone de potentes herramientas de análisis que permiten enriquecer la calidad de

información del mapa, geocodificar y localizar cualquier lugar o realizar complejos análisis espaciales. Ofrece una plataforma geoespacial bastante completa donde los desarrolladores pueden crear aplicaciones personalizadas usando las API y SDK de ArcGIS para crear aplicaciones móviles y web. ArcGIS API for JavaScript, ArcGIS Runtime SDK for Android, ArcGIS Runtime SDK for Java, etc.

- **GeoWE:** Es un GIS en la web que tiene como principal objetivo trasladar toda la potencialidad de la **edición de datos geográficos** de los GIS de escritorio a la Web. Nace como un proyecto software *Open Source* basado en el framework Google Web Toolkit y orientado a la creación y edición de información geográfica, cuya culminación toma la forma de una aplicación cliente accesible desde diversos dispositivos.
- **GIS Cloud:** Es una aplicación con funcionalidades GIS en la nube que permite alojar, gestionar y acceder a datos geoespaciales en la nube para crear y compartir mapas en la web a través de la herramienta **Map Editor**. **Map Editor** permite que cualquier usuario, de forma fácil y sencilla, pueda editar, analizar y visualizar información geográfica. Uno de sus puntos fuertes es la posibilidad de trabajar con bases de datos espaciales **PostGIS** y utilizar su potencial para realizar diversas y complejas consultas espaciales.
- **Google My Maps:** Es un servicio de Google que permite crear mapas personalizados sobre los mapas base de Google Maps. El único requisito para poder utilizar este servicio es disponer de una cuenta de Google. Está diseñado para que los usuarios puedan crear y aplicar estilos a los mapas a partir de datos geográficos, de forma rápida y sencilla, para compartirlos y publicarlos en Internet. Es una aplicación escalable, fácil de usar y dispone de aplicación móvil. Una de sus principales características es la posibilidad de realizar geocodificación con Google Maps Geocoding API.

Con esta información, se puede concluir que es factible desarrollar un sistema de Información Geográfica (GIS) basado en la web o en la nube, que proporcione servicios accesibles a los usuarios mediante una conexión a Internet y un navegador web.

1.3 Plataforma web

WEB (World Wide Web, o www), es un conjunto de documentos (webs) interconectados por enlaces de hipertexto, disponibles en Internet que se pueden comunicar a través de la tecnología digital. Se entiende por “hipertexto” la mezcla de textos, gráficos y archivos de todo tipo, en un mismo documento.^[18]

Web no son sinónimo de Internet; Internet es la red de redes donde reside toda la información, siendo un entorno de aprendizaje abierto, más allá de las instituciones educativas formales. La web es un subconjunto de Internet que contiene información a la que se puede acceder usando un navegador. Tanto el correo electrónico, como Facebook, Twitter (actualmente X), wikis, blogs, juegos, etc. son parte de Internet, pero no la web.^[18]

Estos sistemas son diseñados para ser independientes de plataformas específicas o sistemas operativos, lo que los hace altamente accesibles y flexibles. Al estar alojados en servidores remotos, los usuarios pueden acceder a ellos desde cualquier dispositivo con conexión a internet, lo que facilita la colaboración y el trabajo remoto.^[19]

1.3.1 Beneficios de las aplicaciones web

Las aplicaciones web tienen muchos beneficios, y casi todas las empresas grandes las utiliza como parte de sus ofertas para usuarios. A continuación, se muestran alguno de los beneficios comunes asociados a las aplicaciones web.^[9]

- **Accesibilidad:** Las aplicaciones web son accesibles desde todos los navegadores web y desde diferentes dispositivos personales y empresariales. Equipos de diferentes ubicaciones pueden acceder a documentos compartidos, sistemas de administración de contenidos y otros servicios empresariales a través de aplicaciones web basadas en suscripciones.^[9]
- **Desarrollo eficiente:** El proceso de desarrollo para aplicaciones web es relativamente sencillo y rentable para las empresas. Los equipos pequeños pueden lograr ciclos de desarrollo cortos, lo que hace que las aplicaciones

web sean una manera eficiente y asequible de desarrollar programas de computación. Además, dado que la misma versión funciona en todos los navegadores y dispositivos modernos, no tendrá que crear un número elevado de iteraciones diferentes para varias plataformas.^[9]

- **Simplicidad para el usuario:** Los usuarios no tienen que descargar las aplicaciones web, lo que hace que sean fáciles de acceder a la vez que se prescinde de mantenimiento y capacidad en el disco duro por parte del disco duro. Las aplicaciones web reciben actualizaciones de software y seguridad de manera automática, lo que significa que siempre están actualizadas y presentan menor riesgo de sufrir brechas de seguridad.^[9]
- **Escalabilidad:** Las empresas que utilizan aplicaciones web pueden agregar usuarios cuando sea necesario, sin necesidad de infraestructura adicional o hardware costoso. Además, la mayor parte de los datos de las aplicaciones web se almacena en la nube, lo que significa que su empresa no tendrá que invertir en capacidad de almacenamiento adicional para ejecutar aplicaciones web.^[9]
- **Actualizaciones automáticas:** Las actualizaciones de las aplicaciones web suelen implementarse automáticamente, lo que garantiza que siempre tengas acceso a la última versión del software.
- **Datos en la nube:** la mayor parte de las aplicaciones web guardan la información en la nube, lo que permite acceder a tus datos desde cualquier lugar y reduce el riesgo de perderlos.

1.3.2 Navegadores web más utilizados

La funcionalidad de los navegadores web va más allá de la mera búsqueda de información; son claves en la conectividad global. Permiten el acceso a redes sociales, plataformas educativas, portales de noticias, tiendas en línea... eliminando las barreras físicas y temporales para la comunicación y el comercio. Esta conectividad no solo enriquece nuestro conocimiento y perspectivas, sino que también abre puertas a nuevas oportunidades de aprendizaje, trabajo y entretenimiento. La elección del navegador web afecta nuestra velocidad y modo de

acceso a recursos online, subrayando la importancia de elegir uno que se ajuste a nuestras necesidades y gustos.^[20]

Los datos presentados a continuación fueron extraídos de la página [We Are Social](#)(Figura 2). Listado de navegadores más utilizados (Top 3 navegadores):

1. **Google Chrome (64,70 %):** Se posiciona como el navegador web más popular y utilizado en el mundo, con una impresionante cuota de mercado del 64,70 %. Desarrollado por el gigante tecnológico Google, este navegador ha conquistado la confianza de millones de personas gracias a su rapidez, seguridad y sencillez de manejo. Su diseño intuitivo y su integración con servicios de Google, como Gmail y Google Drive, hacen de Chrome una herramienta clave para una navegación eficaz y personalizada. Además, su enfoque constante en innovación y seguridad protege contra amenazas digitales online. Indiscutiblemente, Google Chrome no solo lidera el mercado por su extenso uso, sino también por ser una plataforma sólida y de confianza para explorar internet.^[20]
2. **Safari (18,59 %):** El navegador preferido en dispositivos Apple, ocupa el segundo lugar en popularidad con un 18,59 % de cuota de mercado. Su profunda integración con el ecosistema Apple garantiza una navegación fluida y coherente en todos los dispositivos, desde MacBooks hasta iPhones. Safari destaca por su enfoque en la privacidad y la eficiencia energética, mejorando el rendimiento y extendiendo la vida útil de la batería. Funciones como el bloqueo inteligente de rastreadores y una interfaz clara protegen los datos personales y facilitan una navegación ágil. Safari es ideal para usuarios de Apple que buscan seguridad, privacidad y una experiencia web integrada.^[20]
3. **Microsoft Edge (4,96 %):** El sucesor del legendario Internet Explorer, ha logrado posicionarse firmemente como una opción moderna y competitiva en el mundo de los navegadores web, ostentando un 4,96 % de cuota de mercado. Completamente rediseñado, Edge opera con el mismo motor que Google Chrome (Chromium), facilitando así una navegación rápida y

compatible con una extensa variedad de sitios web. Su característica distintiva es la profunda integración con el ecosistema de Microsoft, ofreciendo funcionalidades exclusivas como la incorporación de Cortana, el asistente digital de Microsoft, y la posibilidad de realizar anotaciones directamente en las páginas web. Además, su compromiso con la privacidad y seguridad, mediante herramientas como el bloqueo de rastreadores y una navegación protegida, garantiza una experiencia en la web notablemente segura. Edge representa una opción sobresaliente para quienes priorizan la productividad y desean una integración fluida con los servicios de Microsoft, brindando eficiencia en la navegación y un conjunto de herramientas innovadoras.^[20]

Con la presentación de dicha estadística se evidencia que el principal navegador en el mercado es Google Chrome que comprende el 64.70% tráfico de red del mercado, pero si tenemos en cuenta los 3 primeros puestos se evidencia una cuota de mercado de: 88.25% de cuota de mercado. Dicha conclusión, añade un nuevo requisito: el sistema a desarrollar debe funcionar en la mayoría de los navegadores del mercado, siempre teniendo en cuenta que algunas tecnologías son incompatibles con algunos navegadores.

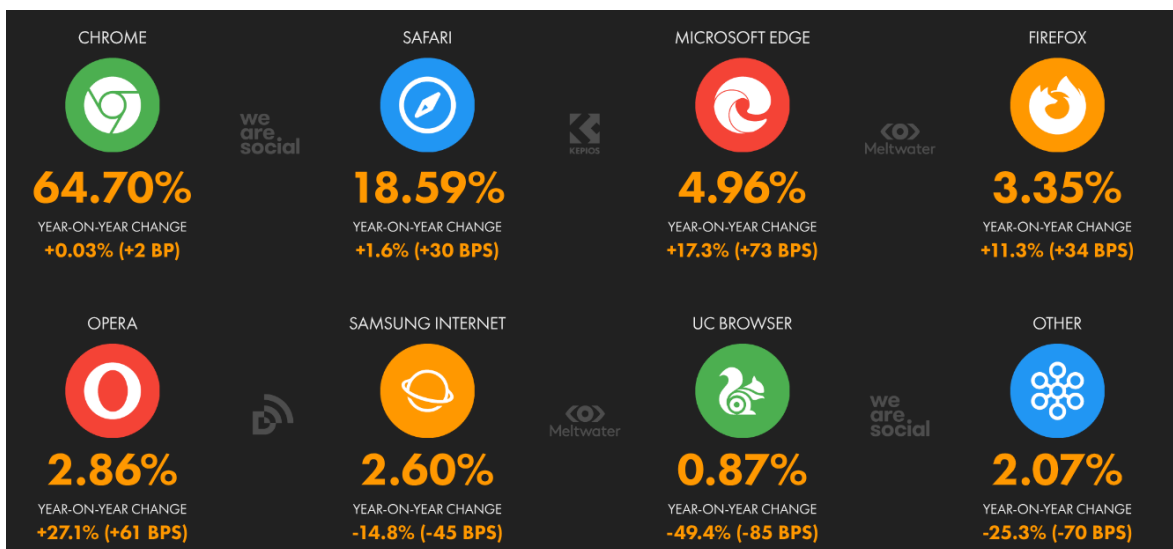


Figura 2: Tráfico por los navegadores en enero de 2024

1.4 Selección tecnológica

1.4.1 Lenguaje de programación

Java

Es un lenguaje de programación de alto nivel y orientado a objetos que se utiliza ampliamente en la creación de aplicaciones de software y en el desarrollo de aplicaciones web. Fue desarrollado originalmente por Sun Microsystems (ahora propiedad de Oracle Corporation) en la década de 1990.^[21]

Ventajas de Java

1. Es un lenguaje de programación multiplataforma: Un lenguaje de programación es multiplataforma cuando puede utilizarse para desarrollar aplicaciones que se ejecutan en diferentes plataformas o sistemas operativos, como Windows, Mac, Linux, iOS, Android, etc. Esto se debe a que el código fuente de las aplicaciones escritas en un lenguaje multiplataforma puede ser compilado o interpretado de manera similar en diferentes sistemas, lo que significa que no es necesario escribir distintas versiones de la aplicación para cada plataforma específica. Permite a los desarrolladores y desarrolladoras escribir una sola vez el código fuente de una aplicación y luego compilarlo o interpretarlo en diferentes plataformas. Esto ahorra tiempo y esfuerzo, ya que los desarrolladores no tienen que mantener diferentes versiones del código para cada plataforma. Además, esto también significa que las aplicaciones escritas en un lenguaje multiplataforma pueden distribuirse fácilmente en diferentes plataformas sin necesidad de realizar modificaciones significativas en el código.^[21]
2. Ofrece una amplia gama de librerías y herramientas: Las librerías de Java son colecciones de código predefinido que proporcionan funcionalidades comunes y útiles para los desarrolladores. Estas bibliotecas permiten a los programadores reutilizar código ya escrito y probado en lugar de tener que escribir todo el código desde cero, lo que ahorra tiempo y reduce errores. En este sentido, las bibliotecas de Java están estrechamente relacionadas con el concepto de DRY (Don't Repeat Yourself), que es un

principio de programación que sugiere que el código debe escribirse una sola vez y que no debe haber duplicación innecesaria del mismo código en diferentes lugares del programa. Esto mejora la legibilidad, el mantenimiento y la escalabilidad del código, ya que cualquier cambio realizado en un lugar se refleja en las demás instancias del mismo código.^[21]

3. Cuenta con un sistema de seguridad incorporado: El sistema de seguridad de Java es un conjunto de mecanismos que ayudan a proteger las aplicaciones Java de posibles amenazas de seguridad, como virus, malware, ataques de hackers y otros tipos de intrusos. Estos mecanismos están diseñados para proporcionar una capa adicional de protección a los programas Java y a sus usuarios.^[21]
4. Es un lenguaje de programación orientado a objetos: El enfoque orientado a objetos de Java permite a los programadores reutilizar el código existente. Por ejemplo, una clase definida para un objeto puede ser utilizada en otro programa Java, lo que ahorra tiempo y esfuerzo en la creación de un nuevo código. Las clases en Java están diseñadas para ser modulares y fácilmente integrables en diferentes partes de un programa. Esto ayuda a organizar el código en bloques lógicos y simplifica la creación, mantenimiento y actualización de programas Java. La encapsulación es una técnica utilizada en Java para ocultar los detalles de implementación de un objeto. Esto significa que los datos y métodos de un objeto están protegidos y solo se pueden acceder a ellos mediante métodos definidos en la misma clase, lo que garantiza la seguridad y la integridad de los datos. La abstracción es un concepto clave en la programación orientada a objetos que permite a los programadores definir un objeto en términos generales, sin tener que preocuparse por los detalles de su implementación. El polimorfismo es otra técnica utilizada en la programación orientada a objetos que permite a un objeto ser tratado de diferentes maneras.^[21]
5. Es un lenguaje de programación de alto nivel: Al ser un lenguaje de programación de alto nivel, Java es fácilmente entendido y utilizado por humanos. Está diseñado para ser independiente de la arquitectura de la

computadora y del sistema operativo subyacente, lo que significa que el programador no necesita preocuparse por los detalles de bajo nivel de la computadora.^[21]

Desventajas de Java

1. Tiene un rendimiento más lento: Java tiene un rendimiento más lento en comparación con otros lenguajes de programación, como C y C++. El código fuente se compila a bytecode, que es interpretado por la Máquina Virtual de Java (JVM) durante la ejecución del programa. Además, Java utiliza un compilador JIT (Just-In-Time), que compila el bytecode en código de máquina en tiempo de ejecución. Este proceso de compilación y ejecución puede ralentizar el rendimiento del programa en comparación con lenguajes que se compilan directamente en código de máquina. La administración de memoria es gestionada automáticamente por la JVM, lo que significa que el programador no tiene que preocuparse por la asignación y liberación de memoria. Sin embargo, esto puede ralentizar el rendimiento del programa debido a la sobrecarga de la administración de memoria.^[21]
2. Puede requerir más memoria que otros lenguajes: Una de las características clave de Java es su administración automática de memoria. En Java, la administración de memoria es gestionada automáticamente por la Máquina Virtual de Java (JVM). Esto significa que la JVM se encarga de asignar y liberar memoria según sea necesario para el programa en tiempo de ejecución. Aunque esto ofrece muchas ventajas, como la eliminación de problemas comunes de memoria como fugas de memoria y referencias no válidas, también puede aumentar el uso de memoria del programa, ya que la JVM necesita tener una cantidad considerable de memoria disponible para realizar su trabajo. Además, Java utiliza objetos para representar datos, y cada objeto en Java requiere memoria para su creación y almacenamiento. Esto significa que si un programa en Java utiliza una gran cantidad de objetos, puede requerir más memoria que un programa equivalente escrito en un lenguaje que no utiliza objetos, como C. Java también requiere memoria adicional para cargar sus bibliotecas y clases estándar. Aunque un

programa en Java puede ser relativamente pequeño, la JVM y sus bibliotecas pueden precisar una cantidad significativa de memoria para funcionar correctamente.^[21]

Java es una opción sólida para el desarrollo del backend de una página web debido a sus múltiples ventajas. En primer lugar, es un lenguaje de programación multiplataforma, lo que permite desarrollar aplicaciones que se ejecuten en diversos sistemas operativos sin necesidad de modificar el código fuente. Esta característica favorece la interoperabilidad y la distribución eficiente de aplicaciones a través de diferentes entornos.

Además, Java dispone de una amplia gama de bibliotecas y herramientas que facilitan la reutilización de código y contribuyen a mejorar la eficiencia en el desarrollo, así como al mantenimiento y escalabilidad de las aplicaciones. También incorpora un robusto sistema de seguridad que protege las aplicaciones de posibles amenazas, tales como malware y ataques cibernéticos.

El paradigma de programación orientado a objetos de Java permite una organización modular del código, facilitando su mantenimiento y actualización. Aunque Java puede presentar un rendimiento inferior en comparación con lenguajes como C o C++, y puede requerir más memoria debido a su administración automática, su enfoque robusto, seguro y su extensibilidad lo convierten en una opción preferida para el desarrollo de backend en aplicaciones web.

1.4.2 Framework para el desarrollo del servidor

Spring Framework

Es un *framework* de código abierto para la creación de aplicaciones empresariales Java, con soporte para Groovy y Kotlin. Tiene una estructura modular y una gran flexibilidad para implementar diferentes tipos de arquitectura según las necesidades de la aplicación.^[25]

Ventajas de Spring Framework

1. **Facilidad de Integración:** Una de las principales ventajas de Spring Framework es su facilidad de integración con otras tecnologías y *frameworks*. Spring se integra sin problemas con Hibernate, Struts, JPA y muchas otras tecnologías populares, lo que facilita la construcción de aplicaciones complejas.^[26]
2. **Inversión de Control (IoC):** Spring Framework utiliza el principio de Inversión de Control (IoC), lo que significa que gestiona la creación y el ciclo de vida de los objetos en la aplicación. Esto simplifica el desarrollo y facilita la prueba de las aplicaciones.^[26]
3. **Modularidad:** Spring se basa en un enfoque modular, lo que significa que puedes utilizar solo los módulos que necesitas en tu aplicación. Esto ayuda a mantener el código limpio y facilita la escalabilidad de la aplicación.^[26]
4. **Soporte Activo:** La comunidad de Spring es muy activa y ofrece un amplio soporte a los desarrolladores. Puedes encontrar una gran cantidad de recursos, documentación y tutoriales en línea que te ayudarán a aprovechar al máximo Spring Framework.^[26]

Desventajas de Spring Framework

1. **Curva de Aprendizaje:** Debido a su amplia gama de funcionalidades, Spring Framework puede tener una curva de aprendizaje pronunciada para los desarrolladores principiantes. Es importante dedicar tiempo a comprender los conceptos fundamentales de Spring para utilizarlo de manera efectiva.^[26]
2. **Configuración Compleja:** En ocasiones, la configuración de Spring puede resultar compleja y tediosa, especialmente en proyectos de gran escala. Es importante planificar y organizar la configuración de manera eficiente para evitar posibles problemas en el futuro.^[26]
3. **Dependencia de Spring:** Al utilizar Spring Framework, tu aplicación puede volverse altamente dependiente de Spring y sus módulos. Esto puede limitar la portabilidad de la aplicación y dificultar la migración a otras plataformas en el futuro.^[26]

1.4.3 Bases de datos

PostgreSQL

PostgreSQL también conocido simplemente como Postgres, es un gestor de bases de datos relacionales gratuito que cuenta con gran aceptación hoy en día. Es una alternativa real y eficiente a MySQL, que ofrece una gran cantidad de opciones avanzadas y la posibilidad de manejar grandes volúmenes de información de forma eficiente.^[22]

Ventajas de PostgreSQL

- **Instalación ilimitada y gratuita:** Podemos instalarlo en todos los equipos que queramos. Independientemente de la plataforma y la arquitectura que usemos, PostgreSQL está disponible para los diferentes SO, Unix, Linux y Windows. Esto hace de PostgreSQL un sistema multiplataforma y también hace que sea más rentable con instalaciones a gran escala.^[23]
- **Gran escalabilidad:** Nos permite configurar PostgreSQL en cada equipo según el hardware. Por lo que es capaz de ajustarse al número de CPU y a la cantidad de memoria disponible de forma óptima. Con ello logramos una mayor cantidad de peticiones simultáneas a la base de datos de forma correcta.
- **Estabilidad y confiabilidad:** Tiene más de 20 años de desarrollo activo y en constante mejora. No se han presentado nunca caídas de la base de datos. Ésto es debido a su capacidad de establecer un entorno de Alta disponibilidad y gracias a Hot-Standby, que permite que los clientes puedan realizar consultas de solo lectura mientras que los servidores están en modo de recuperación o espera. Así podemos hacer tareas de mantenimiento o recuperación sin bloquear completamente el sistema.
- **pgAdmin:** Se trata de una herramienta gráfica con la que podemos administrar nuestras bases de datos de forma fácil e intuitiva. Podemos ejecutar sentencias SQL, e incluso crear copias de seguridad o realizar tareas de mantenimiento.

- **Estándar SQL:** Implementa casi todas las funcionalidades del estándar ISO/IEC 9075:2011, así pues, resulta sencillo realizar consultas e incluir scripts de otros Motores de Bases de Datos.
- **Potencia y Robustez:** PostgreSQL cumple en su totalidad con la característica ACID Compliant. ACID es un acrónimo de *Atomicity*, *Consistency*, *Isolation* y *Durability* (Atomicidad, Consistencia, Aislamiento y Durabilidad en español). Por ello permite que las transacciones no interfieran unas con otras. Con ello se garantiza la información de las Bases de Datos y que los datos perduren en el sistema.
- **Extensibilidad:** Tenemos a nuestra disponibilidad una gran variedad de extensiones distribuidas por el grupo de desarrolladores de PostgreSQL. También por terceros o incluso nosotros mismos podemos crear nuestras propias extensiones. Estas extensiones pueden ser lenguajes de programación, tales como, Perl, Java, Python, C++ y muchos más.

Desventajas de PostgreSQL

- **Velocidad:** Es relativamente lento en inserciones y actualizaciones en bases de datos pequeñas, PostgreSQL está diseñado para ambientes de alto volumen. Esto hace que la velocidad de respuesta pueda parecer lenta en comparación con bases de datos de pequeño tamaño.
- **Soporte oficial:** No cuenta con un soporte en línea o telefónico. PostgreSQL cuenta con foros oficiales donde los usuarios pueden exponer sus dudas que responden otros usuarios de la comunidad. Cabe resaltar que la comunidad de usuarios PostgreSQL es una de las más activas en el mercado.

PostGIS

Es un software compatible con Open Geospatial Consortium (OGC) utilizado como una extensión para PostgreSQL, que es una forma de base de datos objeto-relacional. Aunque PostGIS es libre y de código abierto, se utiliza tanto en software comercial (por ejemplo, ArcGIS) como en software de código abierto (por ejemplo, QGIS). PostGIS amplía las capacidades de PostgreSQL a fin de aumentar sus capacidades de gestión mediante la adición de tipos y funciones geoespaciales

para mejorar los datos espaciales manejados dentro de una estructura de base de datos relacional.^[24]

Conclusión

PostgreSQL es un gestor de bases de datos relacionales gratuito y de código abierto, ampliamente reconocido por su robustez y flexibilidad. Es una alternativa eficiente a otros sistemas como MySQL, ofreciendo una gran cantidad de opciones avanzadas y la capacidad de manejar grandes volúmenes de información de forma eficaz. Su disponibilidad multiplataforma lo hace adecuado para una amplia variedad de entornos, incluidos Unix, Linux y Windows, y su modelo de distribución gratuita permite instalaciones ilimitadas sin costo adicional.

Entre las principales ventajas de PostgreSQL se destacan su escalabilidad y estabilidad. PostgreSQL puede configurarse para aprovechar al máximo el hardware disponible, permitiendo una mayor cantidad de peticiones simultáneas a la base de datos. Con más de 20 años de desarrollo activo, es reconocido por su confiabilidad y capacidad de mantener un entorno de alta disponibilidad. Utiliza la tecnología "Hot-Standby" para permitir consultas de solo lectura mientras los servidores están en modo de recuperación, minimizando el impacto de las tareas de mantenimiento.

Además, PostgreSQL ofrece características de potencia y robustez, cumpliendo con el estándar ACID (Atomicidad, Consistencia, Aislamiento y Durabilidad), lo que garantiza que las transacciones no interfieran entre sí, preservando la integridad de los datos. Su extensibilidad permite la integración de una amplia gama de extensiones y lenguajes de programación, como Perl, Java, Python y C++, lo que facilita la personalización y adaptación del sistema según las necesidades específicas.

Sin embargo, PostgreSQL puede presentar ciertas desventajas, como una velocidad relativamente lenta en inserciones y actualizaciones en bases de datos pequeñas, ya que está optimizado para entornos de alto volumen de datos. Además, no cuenta con soporte oficial directo; la asistencia se obtiene principalmente a través de una comunidad de usuarios activa en foros.

Una extensión notable de PostgreSQL es PostGIS, que añade capacidades geoespaciales avanzadas al gestor, cumpliendo con los estándares del Open Geospatial Consortium (OGC). PostGIS amplía las capacidades de gestión de datos espaciales, permitiendo su uso tanto en software comercial como de código abierto, lo que hace de PostgreSQL una opción versátil para aplicaciones que requieren un manejo complejo de datos geoespaciales.

1.4.4 Conexión a la base de datos

JPA

JPA es la propuesta estándar que ofrece Java para implementar un *framework* Object Relational Mapping (ORM), que permite interactuar con la base de datos por medio de objetos, de esta forma, JPA es el encargado de convertir los objetos Java en instrucciones para el Manejador de Base de Datos (MDB).^[27]

Hibernate

Es una herramienta de mapeo objeto-relacional (ORM) bajo licencia GNU LGPL para Java, que facilita el mapeo de atributos en una base de datos tradicional, y el modelo de objetos de una aplicación mediante archivos declarativos o anotaciones en los *beans* de las entidades que permiten establecer estas relaciones. Todo lo dicho, que suena a vendedor de seguros, se resume en que agiliza la relación entre la aplicación y nuestra base de datos SQL, de un modo que optimiza nuestro flujo de trabajo evitando caer en código repetitivo.^[28]

Hibernate permite a la aplicación manipular los datos en la base de datos operando sobre objetos, con todas las características de la POO. Hibernate convertirá los datos entre los tipos utilizados por Java y los definidos por SQL. Hibernate genera las sentencias SQL y libera al desarrollador del manejo manual de los datos que resultan de la ejecución de dichas sentencias, manteniendo la portabilidad entre todos los motores de bases de datos con un ligero incremento en el tiempo de ejecución.^[29]

Spring Data JPA

Esta biblioteca es parte de Spring Framework, uno de los marcos de Java más populares en la actualidad. El objetivo de Spring Data es reducir la cantidad de repeticiones necesarias para implementar capas de acceso a datos para varias bases de datos.^[30]

Spring Data JPA es una biblioteca que agrega una capa adicional de abstracción además de la implementación de ORM JPA. De forma predeterminada, Spring Data JPA utiliza Hibernate como proveedor de ORM (para ejecutar consultas). Esto, por cierto, se puede cambiar usando la configuración de Spring. Aunque no recomendaría hacer esto a usuarios inexpertos.^[30]

Ventajas de usar JPA

- No es necesario escribir consultas DDL/DML, en su lugar podemos mapear usando XML/anotaciones.^[31]
- Se usa JPQL y, dado que es independiente de la plataforma, no necesitamos depender de ninguna tabla SQL nativa. Las expresiones complejas y las expresiones de filtrado se manejan solo a través de JPQL.^[31]
- La entidad puede almacenarse parcialmente en una base de datos como MySQL y el resto puede estar en el sistema de gestión de bases de datos Graph.^[31]
- Es posible la generación dinámica de consultas.^[31]
- La integración con Spring Framework es más fácil con un espacio de nombres personalizado.^[31]

1.4.5 Sistema para el desarrollo de interfaces visuales

React

Es una de las bibliotecas JavaScript más populares entre los desarrolladores Front End, programadores y probadores de software. Permite crear interfaces de usuario interactivas, ahorrando tiempo y reduciendo los costos de desarrollo.^[32]

Ventajas de React

1. Los componentes de React agilizan la creación de una interfaz sensible a cualquier cambio en un sitio web o una aplicación de cualquier complejidad.
2. Gracias al DOM virtual, la biblioteca ahorra recursos y tráfico.
3. El código de React tiene una lógica clara, es fácil de leer, entender y depurar, lo que ayuda a reducir errores.
4. Las interfaces interactivas creadas con React garantizan una mejor experiencia de usuario.
5. React es fácil de aprender, tiene una documentación accesible y muchos recursos gratuitos online.
6. Dominar React es una de las habilidades más demandadas para conseguir el trabajo de desarrollo Front End.

Desventajas de React

1. Se necesita un conocimiento sólido de HTML y JavaScript para aprender la sintaxis de JSX.
2. La biblioteca puede aumentar el tamaño de tu aplicación.
3. React solo visualiza la interfaz, pero para crear un proyecto completo, necesitas una pila de tecnología.

1.4.6 Controlador de versiones

Git

Git es un sistema de control de versiones distribuido, lo que significa que un clon local del proyecto es un repositorio de control de versiones completo. Estos repositorios locales plenamente funcionales permiten trabajar sin conexión o de forma remota con facilidad. Los desarrolladores confirman su trabajo localmente y, a continuación, sincronizan la copia del repositorio con la del servidor. Este paradigma es distinto del control de versiones centralizado, donde los clientes deben sincronizar el código con un servidor antes de crear nuevas versiones.^[33]

1.4.7 Repositorio de código

GitHub

Github es un portal creado para alojar el código de las aplicaciones de cualquier desarrollador, y que fue comprada por Microsoft en junio del 2018. La plataforma está creada para que los desarrolladores suban el código de sus aplicaciones y herramientas, y que como usuario no sólo puedas descargar la aplicación, sino también entrar a su perfil para leer sobre ella o colaborar con su desarrollo.^[34]

1.4.8 Entorno de desarrollo integrado (IDE)

Kit de herramientas JetBrains

Paquetería de software de desarrollo compuesta por 12 IDE entre los cuales se pueden encontrar: IntelliJ Idea Ultimate, Web Storm, Rider, Data Spell; 3 extensiones y 2 perfiladores^[35]

1.4.9 Editor de código

Visual Studio Code

Editor de código fuente independiente que se ejecuta en Windows, macOS y Linux. La elección principal para desarrolladores web y JavaScript, con extensiones para admitir casi cualquier lenguaje de programación.^[36]

Capítulo 2 Análisis de negocio

2.1 Introducción

Para comprender el contexto en el que se desarrolla un proceso específico, es fundamental identificar las entidades gestionadas dentro del negocio, los actores que las manipulan, sus responsabilidades y qué información resulta relevante. En este capítulo, se presenta una descripción del funcionamiento actual del sistema, el modelo de dominio correspondiente, así como el diagrama de casos de uso que representa las interacciones principales. Además, se define la descripción detallada de los casos de uso más relevantes, con énfasis en la funcionalidad del sistema y sus requisitos funcionales y no funcionales. También se ahondará en la seguridad del sistema y como varios mecanismos en influyen de manera que la solución propuesta pueda enfrentarse a varias de las ciber amenazas que abundan en el mercado actual.

2.2 Descripción del negocio

El sistema en desarrollo es un sistema de gestión geográfico que pretende mejorar la manera en que se analizan, procesar y visualizan datos geoespaciales, permitiendo al usuario final extraer de manera más sencilla los datos almacenados en la aplicación. El sistema está orientado para facilitar la migración de datos almacenados en fuentes externas: archivos Excel, con el objetivo de proporcionar una plataforma visual interactiva que permita a los usuarios analizar los datos y visualizar reportes.

La solución permite a los usuarios cargar, procesar y gestionar grandes volúmenes de datos geográficos, optimizando así la toma de decisiones basadas en la ubicación. Esto se logra a través de una interfaz web intuitiva, accesible desde cualquier dispositivo, que garantiza una experiencia fluida y segura.

El negocio comienza cuando el usuario, se autentifica en el sistema para comprobar su identidad. Si el proceso anteriormente explicado es satisfactorio, el usuario puede importar desde su almacenamiento local, un fichero Excel (extensión xls oxlsx) para

que sistema extraiga toda la información almacenada y la inserte en un base de datos. Desde este punto, cualquier usuario de la aplicación puede analizar y visualizar los datos en un mapa de coordenada cartesianas.

2.3 Descripción del sistema

El sistema está diseñado para extraer datos almacenados en archivos Excel, analizar su contenido, y filtrar aquellos que cumplan con los requisitos establecidos. Los datos que pasen las validaciones serán ingresados automáticamente en la base de datos del sistema. Además, el sistema se integra con un servicio externo para procesar y extraer información geográfica de las direcciones almacenadas, permitiendo enriquecer los datos con coordenadas y otros atributos geoespaciales.

Una vez procesados, el sistema permite la visualización de estos datos geográficos en un mapa interactivo, proporcionando una representación clara y dinámica de la información. También ofrece la funcionalidad de generar e imprimir reportes sobre diversos aspectos de los datos almacenados, facilitando así la toma de decisiones y el análisis de información.

2.4 Modelo de dominio

El modelo de dominio es un artefacto de la disciplina de análisis, construido con las reglas de Lenguaje Unificado de Modelado (UML, por sus siglas en inglés) durante la fase de concepción. Este no contiene conceptos propios de un sistema de software, sino de la propia realidad física. La utilidad del mismo radica en ser una forma de “inspiración” para el diseño de los objetos de software, y es la entrada para muchos de los artefactos que se construyen en un proceso software

Un modelo de dominio se centra en las abstracciones relevantes, vocabulario del dominio e información del dominio. Este permite describir las entidades que conforman el dominio, sus relaciones y atributos. En él se representan los conceptos del dominio, mostrando aspectos estáticos. Además, es el artefacto clave del análisis orientado a objetos

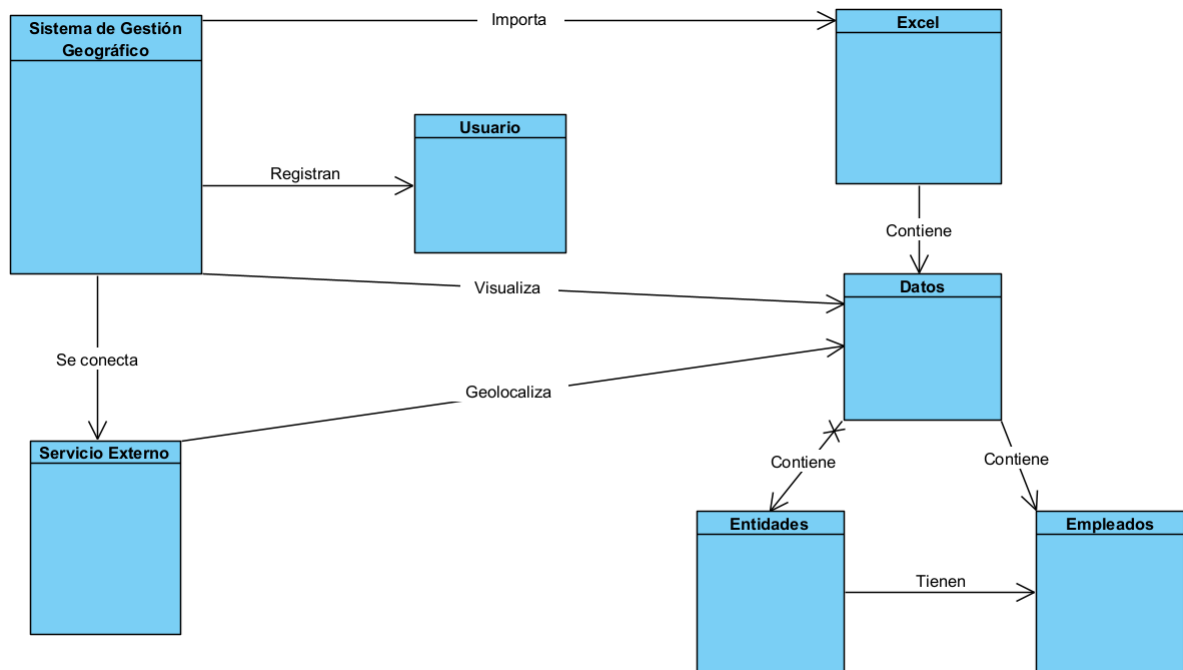


Figura 3: Modelo de dominio

2.5 Reglas de negocio

Las reglas de negocio guían la toma de decisiones diarias dentro de las empresas trazando las relaciones entre los objetos, como los nombres de cliente y sus pedidos correspondientes. Esta conversión de las actividades de negocio de una organización en lógica empresarial concreta permite a los ingenieros de software y analistas de negocio aplicar estas reglas en herramientas de flujos de trabajo u otras aplicaciones para habilitar la automatización de procesos. Sin ellas, los procesos de actualización pueden volverse más pesados y lentos, y los documentos están más expuestos a error humano e inconsistencias. Una empresa que implementa reglas de negocio puede ahorrar tiempo y dinero gracias a la optimización del trabajo y un menor abandono.

Patrón	Regla
Validación	Cada entidad o empleado insertado en el sistema debe tener una dirección afiliada

Estímulo/Respuesta	Si cuando se procesa un Excel todos los datos son correctos, se le notifica al usuario, en caso contrario se debe retornar que datos fueron erróneos y cuál fue su causa
Autorización	Solamente los usuarios con rol Administrador o superior pueden autorizar la creación de nuevos usuarios
Cumplimiento	Implementación de una seguridad cumpla con las normativas de seguridad cumpliendo con el artículo 19 del reglamento de seguridad para las tecnologías de la información
Contingencia	El sistema a través de la API Gateway y el balaceo permite, en caso de distribuirse, se puedan redirigir todas las conexiones a otros servidores
Precondición	Para procesar un Excel debe tener como extensión xls o xlsx

Tabla 1: Reglas de negocio

2.6 Requisitos funcionales

- El software debe permitir exporta e importar datos.
- El software debe permitir almacenar datos en una base de datos
- El software debe permitir en proceso de importación de los datos, tratar errores de manera que el proceso no se detenga, pero debe informarle al usuario los errores encontrados.
- El sistema debe tener un sistema de seguridad que mantenga la integridad de los datos.
- El software no debe encargarse de la gestión de la información, pero debe encargarse de su análisis, pero debería tener módulos que puedan gestionar de manera manual los datos
- El software debe realizar una matriz destino-origen para almacenar la información a través de los filtrados
- El software debe permitir señalar los datos en un mapa
- El sistema debe permitir el filtrado de datos en su presentación.

- El software deberá ampliar sus funcionalidades en harás de permitir mayor usabilidad.

2.7 Requisitos no funcionales

2.7.1 Requisitos de apariencia

- Profesional o del tipo ejecutivo: El software será utilizado en un ambiente profesional como empresas.
- Muy legible: El usuario de un vistazo debe ser capaz de encontrar o reconocer las distintas funcionales, sin perderse. Para eso apoyarse en el buen uso de los iconos y en los nombre cortos y concisos en la interfaz que resuman las ideas.
- Simple de usar: Cualquier usuario sea tanto del ámbito profesional o debe poder ser capaz de entender la interfaz del programa.

2.7.2 Requisitos de usabilidad

- Porciento de aceptación de los usuarios: Conocer la satisfacción de los usuarios con el software desarrollado, buscando puntos para mejorar, puntos positivos y negativos.
- Facilidad de uso por personas que hablen otros idiomas distintos al del país donde el producto fue creado: Buscando internacionalidad el software o poder presentarlo para personas de muchos países.
- Documentación de usuario, material de entrenamiento: Material de guía sobre el uso del sistema.
- Facilidad de uso por personas sin experiencia previa con las computadoras: Comprender que el usuario final de la aplicación puede ser un novato en la utilización de las computadoras.

2.7.3 Requisitos de rendimiento

- Velocidad de procesamiento: Velocidad en el momento de geo codificar los datos y presentarlos al cliente.
- Disponibilidad: El sistema debe estar disponible todo el tiempo, para así poder garantizar su uso en todo momento.

2.7.4 Requisitos de soporte

- Prueba: Se debe probar todo el sistema permitiendo depurar errores en los distintos momentos del sistema y permitiendo saber si tiene un correcto funcionamiento en todo momento.
- Instalación: Se deben instalar todos los programas necesarios para la ejecución del programa.

2.7.5 Requisitos de portabilidad

- El sistema debe utilizarse en Windows o Linux. En caso de una futura versión web en cualquier dispositivo.

2.7.6 Requisitos de seguridad

- Integridad: La información debe ser cuidada de manera exhaustiva al ser una información potencialmente delicada para el país.

2.7.7 Requisitos de confiabilidad

- Protección contra fallos: Los distintos fallos que puede tener el sistema, han sido tratados con mucho cuidado

2.7.8 Requisitos de software

- Máquina virtual de Java como mínimo 17
- EL Windows necesario mínimo es Windows 7
- La base de datos PostgreSQL 12 y con PgAdmin 4

2.7.9 Requisitos de hardware

- Una computadora de escritorio o Laptop como mínimo 8GB de Ram.
- Una conexión por Modem a un servidor.
- Un servidor con 100 GB de almacenamiento

Capítulo 3 Solución propuesta

3.1 Caso de uso del sistema

El diagrama de casos uso es un tipo de diagrama que permite mediante una representación gráfica, reflejar la relación existente entre los diferentes roles o interacciones de personas o cosas dentro un sistema^[37]

El diagrama de casos de uso es una representación gráfica que permite visualizar diferentes roles en un sistema y las interacciones para la ejecución de funciones o actividades, sean estos desempeñados por personas o cosas. La utilidad de este sistema se basa en representar las interacciones en la ejecución de diferentes roles dentro de un mismo sistema, lo que facilita la ejemplificación desde el punto de vista de los ejecutores “actores” el funcionamiento de sus principales funciones.^[37]

Este diagrama es útil en las organizaciones para guiar a los equipos de trabajo en el desempeño de cada función asignada y cómo cada miembro debe interactuar con el resto del equipo, maquinarias u objetos para el desempeño de sus actividades mediante esta representación gráfica.^[37]

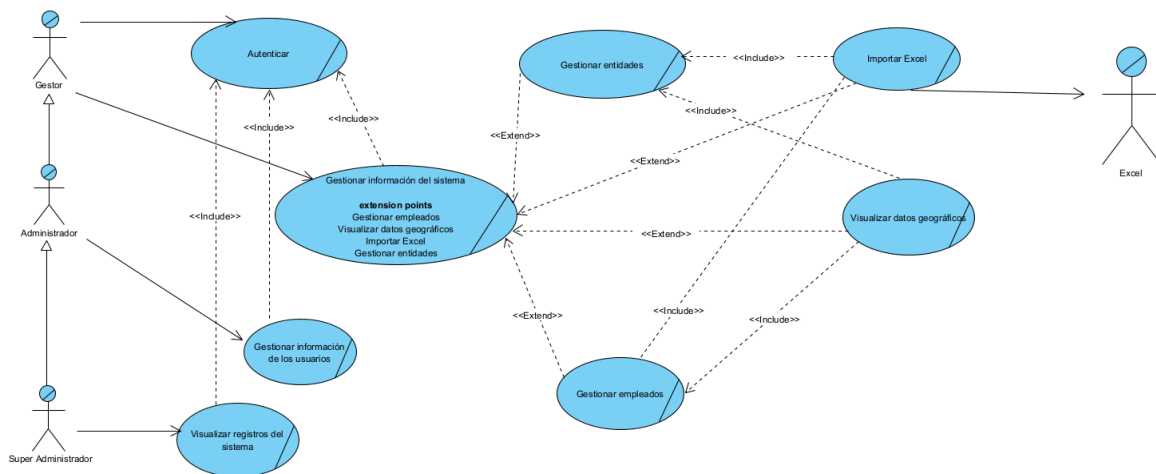


Figura 4: Diagrama de caso de uso del sistema

Nombre del caso de estudio	Autenticación
Actor	Todos los actores, menos el Excel

Resumen	Permite el inicio de sesión por parte de los distintos usuarios. Consiste en ingresar las credenciales
Precondición	Cuenta creada con anterioridad
Postcondición	

Tabla 2: Caso de uso Autenticación

Nombre del caso de estudio	Gestionar información del sistema
Actor	Todos los actores, menos el Excel
Resumen	Permite la gestión de la información que almacena el proyecto tanto de las entidades y los trabajadores
Precondición	El usuario debe estar autenticado correctamente
Postcondición	

Tabla 3: Caso de uso Gestionar información del sistema

Nombre del caso de estudio	Gestionar información de los usuarios
Actor	Administrador y Super Administrador
Resumen	Permite la gestión de todo lo relacionado con los usuarios
Precondición	El usuario debe estar autenticado correctamente
Postcondición	

Tabla 4: Caso de estudio Gestionar información de los usuarios

Nombre del caso de estudio	Visualizar registros del sistema
Actor	Super Administrador
Resumen	Permite visualizar todos los registros del sistema
Precondición	El usuario debe estar autenticado correctamente
Postcondición	

Tabla 5: Caso de estudio Visualizar registros del sistema

Nombre del caso de estudio	Gestionar entidades
Actor	Todos los actores, menos Excel

Resumen	Permite la gestión de todo lo relaciones con las entidades, ya sea la inserción, modificación y eliminación de los datos
Precondición	El usuario debe estar autenticado correctamente
Postcondición	

Tabla 6: Caso de uso Gestionar entidades

Nombre del caso de estudio	Gestionar empleados
Actor	Todos los actores, menos Excel
Resumen	Permite la gestión de todo lo relaciones con los empleados, ya sea la inserción, modificación y eliminación de los datos
Precondición	El usuario debe estar autenticado correctamente
Postcondición	

Tabla 7: Caso de estudio Gestionar empleados

Nombre del caso de estudio	Importar Excel
Actor	Todos los actores, menos Excel
Resumen	Permite la extracción de los datos del Excel, filtrar por los datos correctos y almacenar dichos datos en la base de datos
Precondición	El usuario debe estar autenticado correctamente
Postcondición	

Tabla 8: Caso de estudio Importar Excel

Nombre del caso de estudio	Visualizar datos geográficos
Actor	Todos los actores, menos Excel
Resumen	Permite la visualización de los datos en reportes, mapas y tablas
Precondición	El usuario debe estar autenticado correctamente
Postcondición	

Tabla 9: Caso de visualizar datos geográficos

3.2 Diagrama de clases

3.2.1 Microservicio Login

Este microservicio es responsable de gestionar todas las operaciones relacionadas con la autenticación del sistema. Su función principal es administrar los datos y credenciales de los usuarios, garantizando la seguridad y el control de acceso a los recursos del software. Además, registra y monitorea cada acción realizada por los usuarios en el sistema, lo que facilita la auditoría y el seguimiento de actividades.

Explicación de las clases representadas en el modelo:

- **Sexo:** Define las posibles categorías de sexo que pueden asignarse a una persona, ya sea masculino o femenino. Esta clase se utiliza para estandarizar y simplificar la entrada de datos relacionados con la identidad de los usuarios.
- **Rol:** Representa los diferentes roles que un usuario puede ocupar dentro del sistema, como administrador, moderador, o usuario regular. Esta clase es esencial para establecer niveles de acceso y permisos, determinando qué acciones puede realizar cada usuario en función de su rol asignado.
- **Usuario:** Modela a los usuarios que se autentican en el sistema, almacenando información relevante como el nombre de usuario, contraseña, dirección de correo electrónico, y otros datos personales necesarios para la gestión de identidades y la autenticación. Esta clase es clave para gestionar el acceso de los usuarios a los recursos del sistema de manera segura.
- **Estado:** Representa el estado de una petición o transacción dentro del sistema, indicando si fue "aceptada" o "rechazada". Esta clase ayuda a determinar si una acción solicitada por el usuario fue completada con éxito o si encontró algún error o rechazo durante su procesamiento.
- **Registro:** Almacena un historial de todas las actividades que ocurren en el sistema, proporcionando una trazabilidad completa de las acciones realizadas por los usuarios.

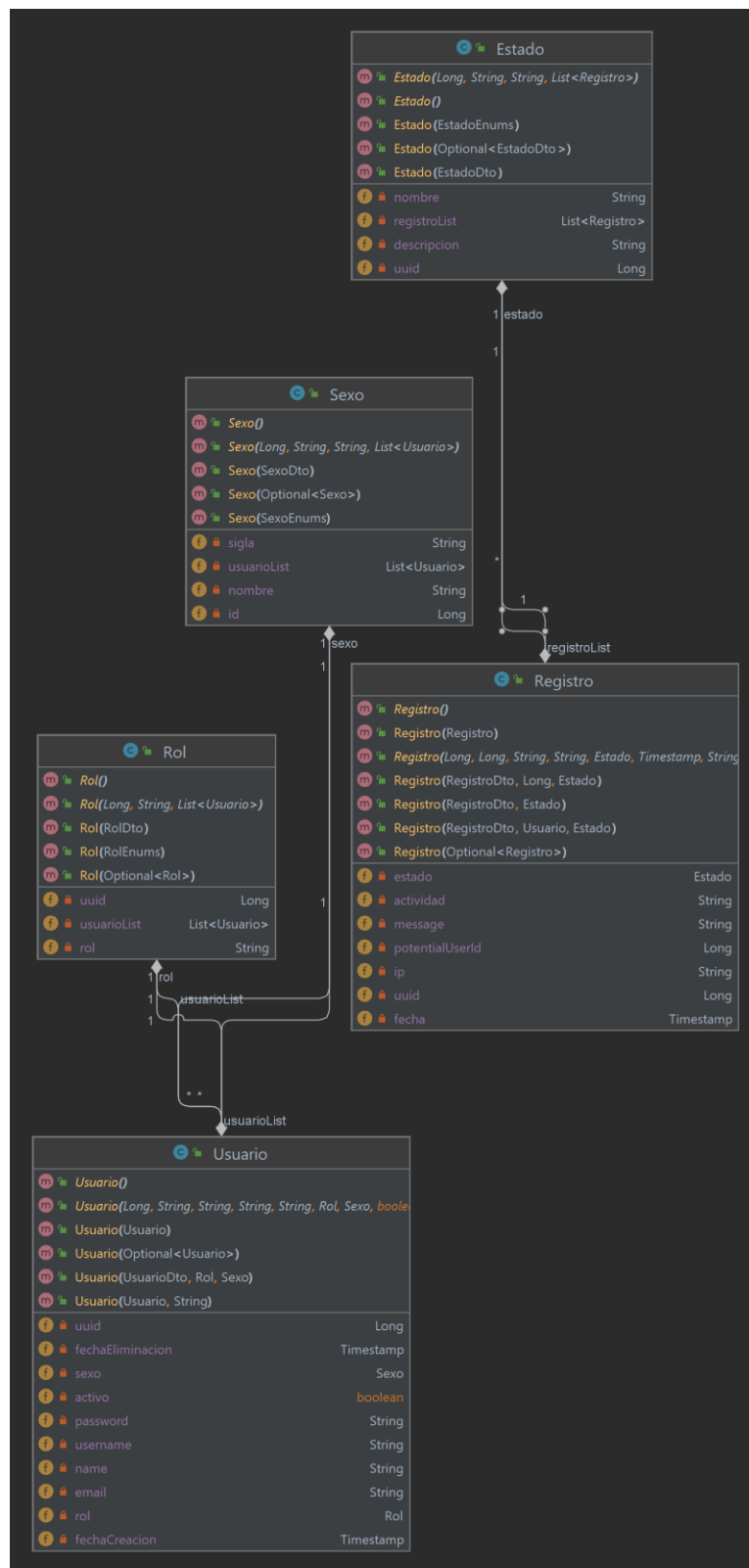


Figura 5: Diagrama de clases del microservicio Login

3.2.2 Microservicio Gestión

Funcionalidad: Este microservicio tiene como función principal gestionar todos los datos procesados por el sistema, específicamente relacionados con entidades y empleados. Su responsabilidad abarca el manejo completo de la información, desde la creación y actualización hasta la eliminación y consulta de datos, asegurando su integridad y disponibilidad. Además, permite la integración de datos geográficos, proporcionando una visión más completa y contextualizada de las entidades y los empleados dentro del sistema.

Explicación de las clases representadas en el modelo:

- **Provincia:** Representa las provincias del territorio nacional, incluyendo el almacenamiento de datos geográficos que permiten una localización precisa. Esta clase es fundamental para asociar los datos de ubicación a las demás entidades del sistema y para el análisis geoespacial de la información.
- **Municipio:** Modela los municipios del territorio nacional, también con datos geográficos detallados. La clase "Municipio" facilita la identificación y categorización de datos por subdivisiones más pequeñas que las provincias, lo cual es crucial para aplicaciones que requieren un nivel de detalle más granular en la administración de datos.
- **Entidad:** Representa los distintos centros laborales administrados por el sistema. Esta clase incluye información relevante sobre cada entidad, como su ubicación geográfica, nombre, código de identificación, y otros datos necesarios para su administración y gestión.
- **Empleado:** Representa a los empleados registrados en el sistema, incluyendo tanto sus datos personales como su información geográfica, como la ubicación de su lugar de trabajo. Esta clase es clave para la gestión

de recursos humanos, permitiendo un manejo eficiente de la información relacionada con el personal y sus ubicaciones.

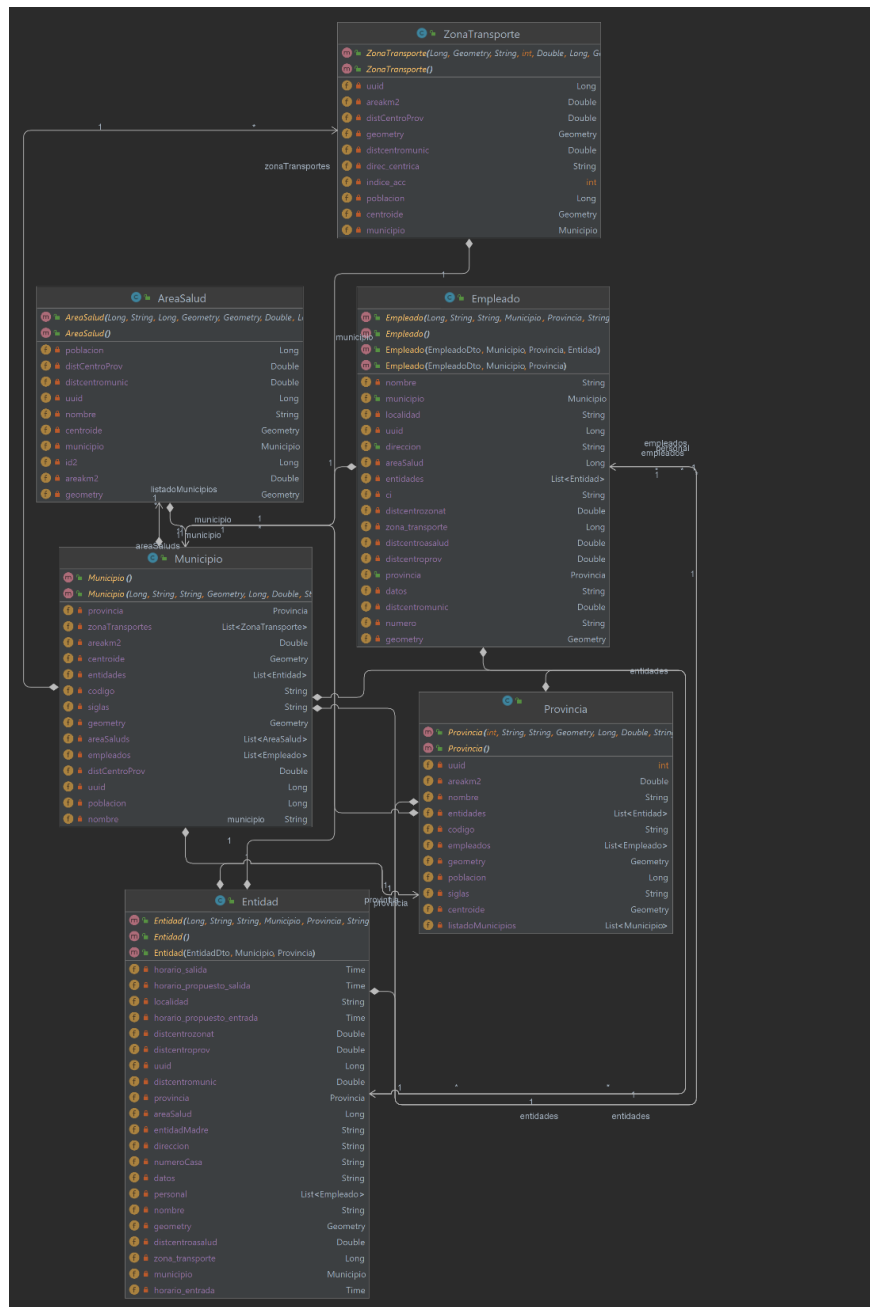


Figura 6: Diagrama de clases del microservicio de Gestión

3.3 Seguridad

La seguridad web o seguridad de sitios web es la práctica de salvaguardar las redes, las comunicaciones en línea, el hardware y el software para que no sean

manipulados o utilizados con fines maliciosos. En esta era creciente de ciberamenazas y vulnerabilidades, los principales objetivos son los sitios web^[38]

3.3.1 Autenticación y Autorización

En las aplicaciones web, es imprescindible garantizar que solamente los usuarios autorizados y autenticados puedan acceder a las funciones y datos críticos del sistema, evitando así que visitantes no autorizados pueda acceder y hacer un mal uso de dicha información.

La autenticación es el proceso de identificar a los usuarios y garantizar que los mismos sean quienes dicen ser. Esto evita que cualquiera pueda entrar en un determinado sistema o iniciar sesión en alguna plataforma de forma indebida, sin que realmente sea el usuario legítimo que tiene el poder para hacerlo.^[39]

La autorización es lo que define a qué recursos de sistema el usuario autenticado podrá acceder. Que haya logrado pasar la instancia de la autenticación, no significa que podrá utilizar el sistema por completo como super administrador. De acuerdo a una serie de reglas, normas y regulaciones propias de cada red interna, se determina que el usuario A tendrá acceso a los recursos X e Y. Sin embargo, el usuario B sólo podrá acceder al recurso Z.^[39]

Ejemplos de métodos de autenticación:

- **Sin contraseña o *Passwordless*.** Este es uno de los métodos modernos más prácticos. Un ejemplo de aplicación es el uso de un enlace mágico (*magic link*). Consiste en que, cada vez que quieras iniciar sesión a un recurso o servicio, se enviará a tu correo electrónico un enlace que te permitirá acceder sin necesidad de contraseña. Este es un método recomendable, ya que se necesita del acceso al correo electrónico y, por ende, hay más garantías de asegurar que es el propio usuario quien está accediendo.^[40]
- **Por redes sociales.** Sin duda, ya habrás utilizado este método. Varias aplicaciones y servicios te dan como opción iniciar sesión directamente con alguna cuenta social. La ventaja principal es que no hace falta crear una

cuenta aparte de forma manual, directamente los datos de esa cuenta social hacen ese paso al iniciar la sesión. Las plataformas sociales más utilizadas son Facebook, Twitter y la cuenta Google. De esta forma podremos iniciar sesión en programas o páginas de forma más rápida, sin tener que registrarnos.^[40]

- **Autenticación API.** Este es el proceso de certificar la identidad de un usuario que quiera acceder a recursos y/o servicios en el servidor. Para tener en cuenta.^[40]
- **Autenticación Biométrica.** Se vale de las huellas dactilares para validar la identidad del usuario. El caso de uso más popular es en los lugares de trabajo, en donde tanto para registrar la entrada como salida, se posa el dedo para validar la huella dactilar. Esa huella es validada mediante un previo registro de la misma que se almacena en la base de datos. Es cada vez más utilizado este método también en dispositivos móviles, para iniciar sesión, realizar un pago, etc.^[40]

3.3.2 Spring Security

La seguridad de la aplicación se gestiona con Spring Security, un marco integral que proporciona un conjunto de herramientas para implementar autenticación, autorización, y protección de acceso a aplicaciones basadas en Java. Spring Security permite configurar políticas de seguridad a nivel de aplicación de manera flexible, adaptándose a diferentes necesidades y escenarios.

1. **Configuración General:** Spring Security intercepta todas las solicitudes HTTP entrantes y aplica reglas de autenticación y autorización. Permite definir qué rutas de la aplicación requieren autenticación, qué tipos de autenticación se utilizan, y qué acciones están permitidas para cada tipo de usuario.
2. **Filtros de Seguridad:** Spring Security proporciona una serie de filtros de seguridad que se ejecutan en cada solicitud para autenticar y autorizar

usuarios. Estos filtros pueden ser personalizados para adaptarse a necesidades específicas, como la validación de tokens JWT.

3.3.3 Autenticación Sin Estado

Una de las principales características de una API REST es que el servicio no tiene estado (*stateless*), lo que implica que cada vez que se recurra a él será necesario recordarle nuestros datos, ya sean credenciales de usuario o cualquier otro tipo de información. Lo que por una parte podría parecer una desventaja, al implicar la tediosa tarea de repetir datos, es en realidad una de sus fortalezas: al no memorizarlos, permite una mayor escalabilidad. No harán falta servidores tan potentes, capaces de almacenar todos los estados de sus clientes.^[41]

Este factor es especialmente relevante para cualquier API bancaria, como por ejemplo las de BBVA. Si el *fintech* aspira a atraer a todos los clientes de instituciones bancarias y lograr que los desarrolladores introduzcan en sus aplicaciones herramientas financieras, la escalabilidad de sus API es primordial.^[41]

3.3.4 JSON Web Token

El token web JSON (JWT) es un estándar abierto (RFC 7519) que define un método compacto y autocontenido para la transmisión segura de información entre partes codificadas como un objeto JSON. Esta información puede verificarse y ser fiable porque está firmada digitalmente. Los JWT pueden firmarse utilizando un secreto (con el algoritmo HMAC) o un par de claves públicas/privadas utilizando RSA.^[42]

Estos son algunas situaciones en las que los tokens web JSON son útiles:

- **Autenticación:** Esta es la situación típica para el uso de JWT, una vez que el usuario ha iniciado sesión, cada solicitud posterior incluirá el JWT, permitiendo al usuario acceder a las rutas, servicios y recursos que están permitidos con ese token. El inicio de sesión único es una característica que utiliza ampliamente JWT hoy en día, debido a su pequeña sobrecarga y su capacidad para ser utilizado fácilmente entre los sistemas de diferentes dominios.^[42]

- **Intercambio de información:** Los JWT son una buena forma de transmitir información de forma segura entre las partes, porque como se pueden firmar, por ejemplo, utilizando un par de claves públicas/privadas, se puede estar seguro de que el remitente es quien dice ser. Además, como la firma se calcula utilizando el encabezado y la carga útil, también puedes verificar que el contenido no ha cambiado.^[42]

Spring Security proporciona un marco de trabajo robusto para aplicaciones web, que, junto con el uso de JSON Web Tokens (JWT) y la autenticación sin estado (*Stateless Authentication*), permite implementar de manera segura y eficiente los procesos de autenticación y autorización en la aplicación. Estas herramientas combinadas garantizan que solo los usuarios autorizados accedan a los recursos protegidos, cumpliendo con los más altos estándares de seguridad.

3.3.5 Configuración del uso compartido de recursos entre orígenes

El intercambio de recursos de origen cruzado (CORS, por sus siglas en inglés), es un mecanismo basado en cabeceras HTTP que permite a un servidor indicar cualquier dominio, esquema o puerto con un origen distinto del suyo desde el que un navegador debería permitir la carga de recursos. CORS también se basa en un mecanismo por el cual los navegadores realizan una solicitud de "verificación previa" al servidor que aloja el recurso de origen cruzado, con el fin de comprobar que el servidor permitirá la solicitud real. En esa comprobación previa, el navegador envía cabeceras que indican el método HTTP y las cabeceras que se utilizarán en la solicitud real.^[43]

Por razones de seguridad, los navegadores restringen las peticiones HTTP de origen cruzado iniciadas desde scripts. Por ejemplo, *XMLHttpRequest* y la API *Fetch* siguen la Política *Same-origin*. Esto significa que una aplicación web que utilice esas API solo puede solicitar recursos del mismo origen desde el que se cargó la aplicación, a menos que la respuesta de otros orígenes incluya las cabeceras CORS adecuadas.^[43]

El mecanismo CORS soporta peticiones seguras de origen cruzado y transferencias de datos entre navegadores y servidores. Los navegadores modernos utilizan

CORS en API como XMLHttpRequest o Fetch para mitigar los riesgos de las peticiones HTTP de origen cruzado.^[43]

En aplicaciones desarrolladas con Spring Boot y Spring Security, CORS se configura para definir qué dominios están autorizados a acceder a los recursos y qué métodos HTTP son permitidos. Esta configuración garantiza que solo las solicitudes autorizadas sean aceptadas, contribuyendo a una mayor seguridad.

1. **Configuración de Orígenes Permitidos:** Define qué dominios pueden acceder a la API, limitando el acceso a solicitudes provenientes de orígenes no confiables.
2. **Preflight Requests:** Responde a las solicitudes de pre-verificación (OPTIONS) que envía el navegador para validar que el servidor permita las solicitudes CORS.

3.3.6 Protección contra Inyecciones SQL

Uno de los peligros, más usuales de los sistemas web, son las inyecciones SQL. La inyección de SQL es un tipo de ciberataque encubierto en el cual un hacker inserta código propio en un sitio web con el fin de quebrantar las medidas de seguridad y acceder a datos protegidos. Una vez dentro, puede controlar la base de datos del sitio web y secuestrar la información de los usuarios.^[44]

Los ataques de inyección de SQL únicamente son viables cuando un sitio web carece de un “saneamiento de entrada “ adecuado: el proceso que vela por que la información que introducen los usuarios finales no pueda colarse por ningún resquicio y funcionar como código ejecutable en el servidor. Esto requiere más trabajo por parte del desarrollador, pero, en última instancia, protege frente a la inyección de SQL, las secuencias de comandos en sitios cruzados y otras clases de ataques a sitios web.^[44]

Los hackers recurren a los ataques de inyección de SQL con el fin de introducirse en la base de datos de un sitio web. A veces solo quieren eliminar datos para provocar el caos y, en otras ocasiones, lo que buscan es editar la base de datos, especialmente en el caso de sitios web financieros. En el momento en que el hacker

ha logrado el control de la base de datos, ya es fácil interferir en los saldos de las cuentas de los clientes y mandarse dinero a su propia cuenta.^[44]

Sin embargo, a menudo lo que el ciberdelincuente quiere son los datos de usuario guardados en el sitio web, como las credenciales de inicio de sesión. Estos datos de inicio de sesión robados puede emplearlos para realizar acciones en nombre de los usuarios afectados o reunirlos en una gran lista que luego venderá a otros ciberdelinquentes en la red oscura. Las personas que compran información robada lo hacen, frecuentemente, con la finalidad de robar identidades y cometer fraudes.^[44]

Para prevenir dichos ataques, se ha utilizado el control que establece Spring Data JPA y la validación de la entrada de datos a la aplicación y el sistema, que no resulten en una consultas o palabras reservadas de SQL que resulten perjudiciales para el sistema.

Solución de Spring Data JPA contra las inyecciones SQL:

- **Uso de JPQL (Java Persistence Query Language):** JPQL se utiliza para escribir consultas en Spring Data JPA y está orientado a objetos. A diferencia de SQL, que trabaja directamente con tablas y columnas, JPQL opera sobre entidades y atributos. Esto reduce el riesgo de inyección SQL, ya que las consultas no interactúan directamente con el esquema de la base de datos.
- **Consultas Basadas en Métodos Derivados:** Métodos Derivados en Spring Data JPA permiten generar consultas automáticamente basadas en el nombre del método en el repositorio. Por ejemplo, un método como *findByUsername(String username)* genera una consulta segura basada en el nombre del método y los parámetros proporcionados, sin exponer la base de datos a inyecciones SQL.
- **Uso Seguro de Parámetros:** Cuando se utilizan parámetros en consultas JPQL, Spring Data JPA maneja estos parámetros de manera segura. Los parámetros se envían al motor de consultas de forma que están adecuadamente escapados y no pueden modificar la consulta original, lo que previene la inyección SQL.

- **Protección en Consultas Nativas:** Si necesitas ejecutar consultas SQL nativas en Spring Data JPA, es crucial utilizar parámetros nombrados o posicionados en lugar de concatenar directamente cadenas SQL. El uso de `@Query` con parámetros seguros garantiza que las entradas del usuario no puedan modificar la consulta de manera maliciosa.

3.3.7 Monitoreo y registro de actividades de seguridad

Se tiene un sistema de registro que permite almacenar cada actividad que el usuario hay realizado y no es eliminable a nivel de código ya que está protegido, contra eliminaciones o modificaciones tanto a nivel de la API como directamente en la base de datos.

3.3.8 Conclusión

La implementación de estas medidas de seguridad son un buen comienzo para la protección de un sistema, pero en un terreno donde las amenazas van evolucionando diariamente, es siempre recomendado mantener los sistemas actualizados en el aspecto de seguridad.

3.4 Diagrama de despliegue

En la figura 7, que se puede observar a continuación se ofrece una vista del diagrama de despliegue que emplea el sistema web, en cuestión. Consta de dos elementos un cliente y un servidor. Ambos dispositivos se encuentran interconectado a través del protocolo HTTP.

En el servidor podemos encontrar diversos componentes:

- **API Gateway:** Es un gestor que acepta todas las llamadas API y luego actúa como un proxy inverso, recuperando recursos de las aplicaciones de back-end en nombre de la aplicación del cliente; maneja tareas relacionadas con los servicios de API, como autenticación de usuarios, limitación de velocidad y monitoreo.^[45]
- **Eureka Server:** Es un servidor para el registro y localización de microservicios, balanceo de carga y tolerancia a fallos. La función de Eureka

es registrar las diferentes instancias de microservicios existentes, su localización, estado, metadatos...

- Microservicio Gestión: Es el microservicio encargado de toda la gestión de las entidades y sus diversos empleados.
- Microservicio Login: Es el microservicio encargado de la gestión los usuarios, sus roles y su registro de actividades.
- Microservicio Geográfico: Es el microservicio encargado de la conexión con los servicios geográficos empleados.
- Microservicio Automatizado: Es el microservicio encargado de automatizar tareas independientemente del usuario

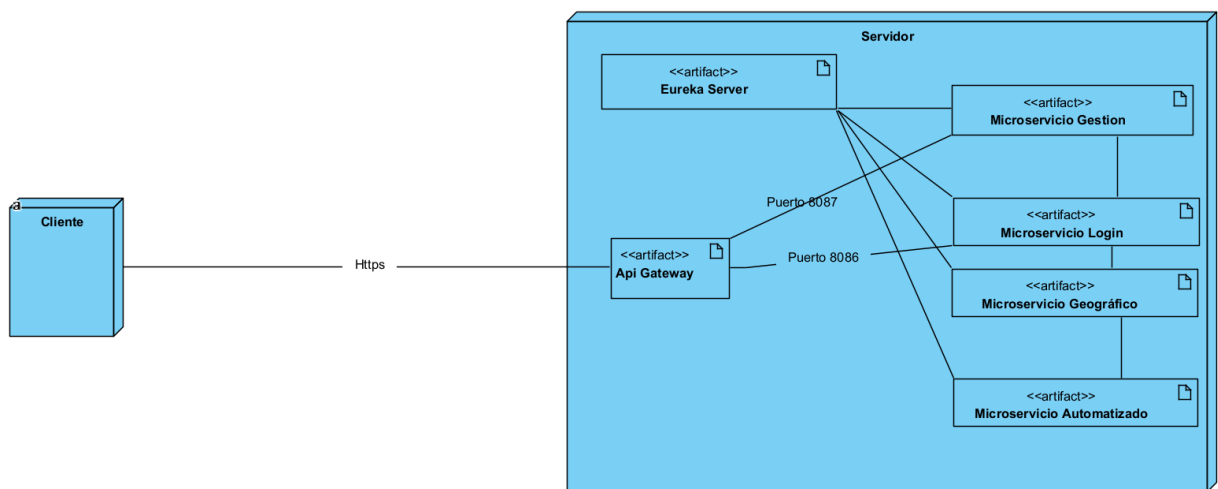


Figura 7: Modelado del diagrama de despliegue

El servidor empleado que resultó eficiente para las tareas tenía las siguientes propiedades de hardware:

- Sistema Operativo: Windows 11 Home Single Language 64-bit (10.0, Build 22631) (22H2.22H2.220506-1250)
- Procesador: 11th Gen Intel(R) Core(TM) i3-1115G4 @ 3.00GHz (4 CPUs), ~3.0GHz
- Memoria RAM 8192MB
- Memoria RAM disponible: 7976MB

- Almacenamiento: 250 GB
- Almacenamiento disponible: 160 GB
- Conector de red Wifi o Ethernet

3.5 Conclusión parcial

Conclusiones del capítulo:

- Se diseñó el sistema utilizando diagramas UML, como el modelo de dominio y el diagrama de casos de uso del sistema, lo cual permitió establecer una arquitectura clara y comprensible. Esta planificación resultó en una solución escalable y reutilizable, adaptable a nuevas funcionalidades y capaz de cumplir con los requisitos de seguridad y rendimiento establecidos.
- El uso de patrones de diseño, como MVC (Modelo – Vista – Controlador) y la inyección de dependencias, ha permitido desacoplar componentes, facilitando el mantenimiento y mejorando la seguridad al minimizar la superficie de ataque.
- La utilización de la arquitectura de microservicios permite el desarrollo de un proyecto que es altamente escalable y a prueba de fallos.

Capítulo 4 Pruebas y análisis de resultados

Las pruebas de software son el proceso de evaluar y verificar que un producto o aplicación de software hace lo que se supone que debe. Los beneficios de unas buenas pruebas incluyen la prevención de errores y la mejora del rendimiento.^[46]

Las pruebas de software hoy en día son más efectivas cuando son continuas, lo que indica que las pruebas se inician durante el diseño, continúan a medida que se crea el software e incluso se producen cuando se despliega en producción. Las pruebas continuas significan que las organizaciones no tienen que esperar a que se desplieguen todas las piezas antes de que puedan comenzar las pruebas. *Shift-left*, que está acercando las pruebas al diseño, y *shift-right*, donde los usuarios finales realizan la validación, también son filosofías de prueba que han ganado terreno recientemente en la comunidad de software. Cuando se comprenden su estrategia de prueba y sus planes de gestión, la automatización de todos los aspectos de las pruebas se vuelve esencial para respaldar la velocidad de entrega que se requiere.^[46]

4.1 Prueba de aceptación

Verifica si todo el sistema funciona según lo previsto.^[46]

Se llevo a cabo una prueba de aceptación de contratos, para comprobar si el software cumplía con todos los requisitos planteados en las distintas fases de entregas orientadas para el desarrollo de software. Llegando a la conclusión del incumpliendo de los objetivos para el desarrollo, pero determinando puntos donde mejorar y apresurando el proceso de desarrollo de las siguientes fases, para conseguir cumplir con todas las tareas.

Fecha: 9/9/2027

<p>Tareas cumplidas de esta fase</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de una API que migró todo el sistema previo desarrollado para ordenador • Estructuración con un esquema de microservicios • API Gateway para la redirección de las conexiones • Módulos necesarios para la gestión de los datos • Implementación de la seguridad a través de JSON Web Token • Importar los datos del Excel a una base de datos 	<p>Tareas incumplidas para esta fase</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de una interfaz visual atractiva
<p>Tareas para las próximas fases:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo con el servicio para la geolocalización de los valores • Representación de los datos en un mapa 	

Tabla 10: Análisis de la prueba

4.2 Pruebas de caja negra

Las pruebas de caja negra consisten en probar un sistema o programa informático sin tener conocimiento previo de su funcionamiento interno. Esto no sólo se refiere a no conocer el código fuente en sí, sino que implica no haber visto ninguna de las documentaciones de diseño que rodean al software. Los probadores se limitan a dar entrada y recibir salida como lo haría un usuario final. Aunque se trata de una simple definición de prueba de caja negra, establece el sistema general.^[47]

Nombre de la prueba	Creación del modelo la base de datos a través del ORM
Módulo(s)	Todos
Precondiciones esperadas	Configuradas las variables de entorno del sistema
Precondiciones reales	Las variables de entorno no están configuradas
Datos de entrada	No necesarios
Resultado esperado	Error de compilación en el sistema por falta de configuraciones
Resultado real	Error de compilación en el sistema por falta de configuraciones

Tabla 11: Prueba de creación del modelado de la base de datos con errores

Nombre de la prueba	Creación del modelo la base de datos a través del ORM
Módulo(s)	Todos
Precondiciones esperadas	Configuradas las variables de entorno del sistema
Precondiciones reales	Configuradas las variables de entorno del sistema
Datos de entrada	No necesarios
Resultado esperado	Proyecto compilado con éxito y la base de datos se ha creado con éxito
Resultado real	Proyecto compilado con éxito y la base de datos se ha creado con éxito

Tabla 12: Prueba de creación del modelado de la base de datos sin errores

Nombre de la prueba	Migración de los datos de la base de datos con Flyway
Módulo(s)	Gestión y Login
Precondiciones esperadas	Configuración apropiada y una base de datos con extensión .sql y con el formato correcto
Precondiciones reales	Configuración apropiada y una base de datos con extensión .sql y con el formato correcto
Datos de entrada	No necesarios
Resultado esperado	Proyecto compilado con éxito y la base de datos ha cargado la salva de sus datos anteriores
Resultado real	Proyecto compilado con éxito y la base de datos ha cargado la salva de sus datos anteriores

Tabla 13: Prueba de la migración de los datos de la base de datos con Flyway

Nombre de la prueba	Insertar una entidad
Módulo(s)	Gestión
Precondiciones esperadas	Usuario autenticado en el sistema
Precondiciones reales	Usuario no autenticado
Datos de entrada	Entidad con todos sus campos obligatorios correctos
Resultado esperado	Error de autenticación y autorización
Resultado real	Error de autenticación y autorización

Tabla 14: Prueba de insertar entidad sin una autenticación correcta

Nombre de la prueba	Insertar una entidad
Módulo(s)	Gestión
Precondiciones esperadas	Usuario autenticado en el sistema
Precondiciones reales	Usuario autenticado en el sistema
Datos de entrada	Entidad con campos obligatorios faltantes como su dirección
Resultado esperado	Error de inserción por datos incompletos o incorrectos
Resultado real	Error de inserción por datos incompletos o incorrectos

Tabla 15: Prueba de insertar entidad con datos obligatorios erróneos o vacíos

Nombre de la prueba	Geolocalizar direcciones IP
Módulo(s)	Geográfico
Precondiciones esperadas	El usuario a ejecutado una operación en el sistema
Precondiciones reales	El usuario a ejecutado una operación en el sistema
Datos de entrada	Dirección IP de internet válida
Resultado esperado	Se ha podido geolocalizar con éxito
Resultado real	Se ha podido geolocalizar con éxito

Tabla 16: Prueba de la geolocalización de IP con un IP de Internet

Nombre de la prueba	Geolocalizar direcciones IP
Módulo(s)	Geográfico
Precondiciones esperadas	El usuario a ejecutado una operación en el sistema
Precondiciones reales	El usuario a ejecutado una operación en el sistema
Datos de entrada	Dirección IP de Ethernet o Wifi local
Resultado esperado	No se ha podido geolocalizar la IP
Resultado real	No se ha podido geolocalizar la IP

Tabla 17: Prueba de la geolocalización de IP con un IP de Wifi o Ethernet

4.3 Prueba de integración de software

Las pruebas de integración de software son la herramienta que conjunta cada uno de los módulos de un sistema para comprobar su funcionamiento entre sí. Este tipo de *test* se realizan en las primeras etapas, después de las pruebas unitarias, en las que se analiza un fragmento del código fuente.^[48]

4.3.1 Big Bang

Una prueba de integración *Big Bang* concentra todos los módulos de un sistema para comprobar su funcionamiento en conjunto, por lo que, antes de ejecutarse, el desarrollador debe cerciorarse que cada unidad ha sido completada.

Este tipo de test es viable en proyectos pequeños, de lo contrario, se pueden pasar por alto errores significativos.^[48]

Como se pudo observar en varias pruebas de caja negra, los microservicios funcionan bien al trabajar entre ellos y dan los resultados esperados. Como se puede ejemplificar en el siguiente diagrama de actividad (Figura 9) la comunicación entre los microservicios.

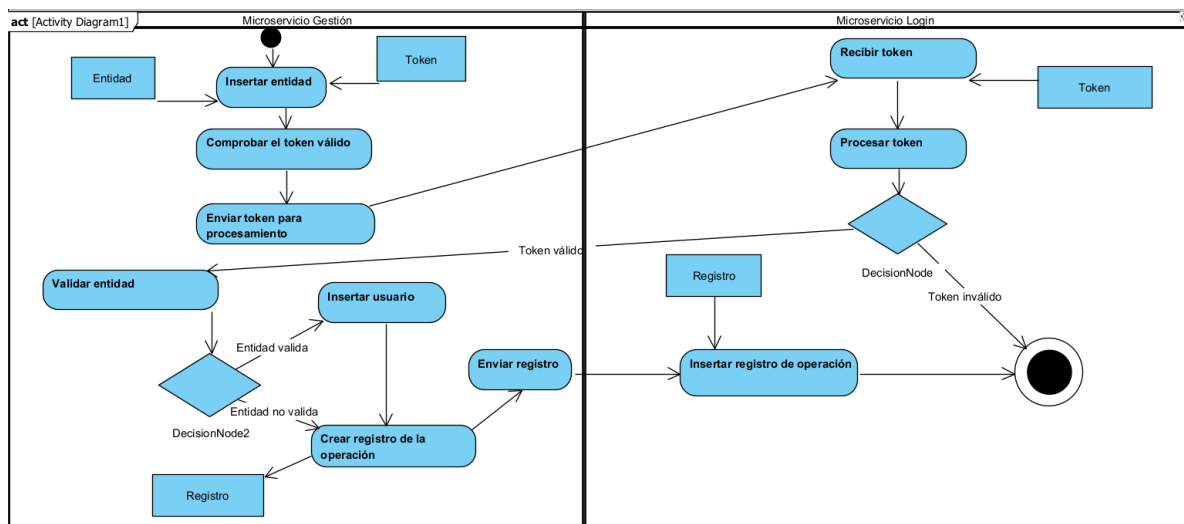


Figura 8: Diagrama de actividad representando la correlación y el trabajo conjunto de los microservicios

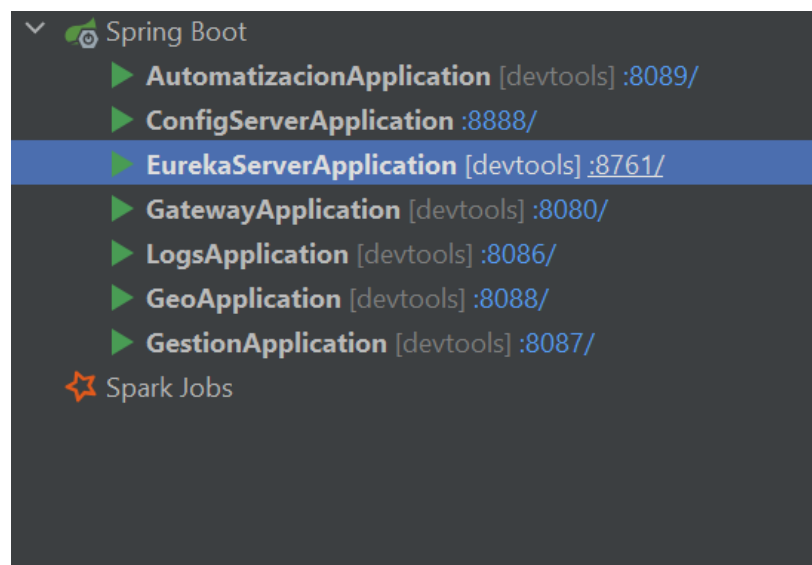


Figura 9: Microservicios en estado activo funcionando al mismo tiempo

Instances currently registered with Eureka			
Application	AMIs	Availability Zones	Status
AUTOMATIZACION	n/a (1)	(1)	UP (1) - Rayner-Laptop:Automatizacion:8089
GATEWAY	n/a (1)	(1)	UP (1) - Rayner-Laptop:Gateway
GEO	n/a (1)	(1)	UP (1) - Rayner-Laptop:Geo:8088
GESTION	n/a (1)	(1)	UP (1) - Rayner-Laptop:Gestion:8087
LOGS	n/a (1)	(1)	UP (1) - Rayner-Laptop:Logs:8086

Figura 10: Microservicios funcionando analizados por el Eureka Server

4.4 Pruebas de concurrencia o pruebas de carga

Se realizaron pruebas de concurrencia para evaluar el comportamiento del sistema con múltiples usuarios simultáneos, específicamente con hasta 4 personas. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Respuesta del Servidor: El servidor gestionó correctamente las solicitudes de todos los usuarios, aplicando las restricciones de acceso adecuadas según los roles asignados a cada uno. No se detectaron fallos en la autorización o autenticación de los usuarios concurrentes.

Tiempo de Respuesta: El tiempo promedio de respuesta para las peticiones realizadas a través de Postman fue de aproximadamente 5 a 10 segundos con 4 usuarios activos. Aunque el servidor respondió correctamente a todas las solicitudes, se observó que este tiempo es superior al deseado para un sistema moderno.

Coordinación entre Microservicios: Los microservicios del sistema interactuaron de manera eficiente y conjunta, proporcionando las respuestas esperadas a las solicitudes de los usuarios. Esto demuestra una correcta integración y coordinación entre los diferentes componentes del sistema.

Balanceo de Carga: Se implementó una prueba de balanceo de carga utilizando un segundo ordenador como nodo adicional. Esta configuración redujo el tiempo de respuesta de las peticiones, lo que indica que el sistema es capaz de mejorar su rendimiento mediante la distribución de la carga entre múltiples servidores.

4.5 Análisis de los Resultados

Los resultados obtenidos de las pruebas realizadas cubren aspectos críticos del software, incluyendo su funcionalidad, seguridad, rendimiento, y usabilidad. A partir del análisis de estos resultados, se puede concluir lo siguiente:

1. **Cumplimiento de Requisitos:** La API basada en microservicios cumple con los requerimientos de seguridad y funcionalidad especificados en el contrato de desarrollo. Se gestionaron correctamente las solicitudes de los usuarios, aplicando las restricciones de acceso según los roles y garantizando la integridad de los datos.
2. **Manejo Eficiente de Datos:** Las pruebas realizadas con datos reales demostraron que el sistema es capaz de manejar adecuadamente los datos ingresados por los usuarios, tolerando errores y proporcionando respuestas apropiadas según el tipo de error encontrado.
3. **Áreas de Mejora:** Se identificó la necesidad de mejorar la interfaz visual del sistema, ya que no alcanzó el nivel de usabilidad y atractivo visual deseado, lo que representa una oportunidad para optimizar la experiencia del usuario final.

4.6 Conclusiones de las Pruebas

Las pruebas realizadas han demostrado que el sistema cumple con los objetivos propuestos en el presente trabajo. Se evaluaron los siguientes aspectos:

1. **Funcionalidad:** El sistema respondió de manera efectiva a todos los escenarios planteados, confirmando que los módulos y componentes funcionan según lo esperado. Las pruebas de validación de datos y flujo de trabajo mostraron alta coherencia y precisión en la ejecución de las operaciones.
2. **Rendimiento:** Aunque el sistema manejó las solicitudes concurrentes de manera adecuada, el tiempo de respuesta promedio de 20 a 30 segundos

sugiere la necesidad de optimizaciones adicionales para mejorar la eficiencia en entornos con alta concurrencia.

3. **Seguridad:** Las evaluaciones confirmaron que el sistema es resistente a amenazas comunes y cumple con los estándares de seguridad recomendados. Los mecanismos de autenticación, autorización y protección de datos fueron probados exitosamente, asegurando la integridad y confidencialidad de la información.
4. **Usabilidad:** Las pruebas mostraron que los usuarios pueden interactuar con el sistema de manera intuitiva. No obstante, se identificó que la interfaz visual del sistema requiere mejoras para maximizar la experiencia del usuario.

En general, los resultados de las pruebas indican que el sistema desarrollado cumple con las expectativas y requisitos definidos al inicio del proyecto. Ha logrado los objetivos en términos de funcionalidad, rendimiento, seguridad y usabilidad. Se recomienda implementar mejoras en la interfaz visual y optimizar el tiempo de respuesta en entornos de alta concurrencia para asegurar una experiencia de usuario óptima. Por tanto, se considera que el sistema está listo para su implementación en un entorno real.

Conclusiones

En base a las pruebas realizadas y los resultados obtenidos, se concluye que el sistema de gestión geográfica desarrollado cumple con los objetivos establecidos al inicio del proyecto. Los siguientes puntos resumen los logros alcanzados y las implicaciones del sistema:

1. **Cumplimiento de Requisitos:** El sistema satisface todos los requisitos funcionales y no funcionales establecidos. Las funcionalidades principales, como la importación de datos desde archivos Excel, el procesamiento y análisis de datos geospaciales, y la visualización en mapas interactivos, funcionan correctamente y de acuerdo con las especificaciones iniciales.
2. **Eficiencia y Rendimiento:** Las pruebas de rendimiento han demostrado que el sistema puede manejar grandes volúmenes de datos geográficos con eficiencia. La integración con servicios externos para la extracción de información geográfica se ha realizado sin problemas de latencia significativos, garantizando una experiencia de usuario fluida.
3. **Seguridad Robusta:** La implementación de medidas de seguridad, incluyendo la autenticación y autorización con Spring Security, la protección contra inyecciones SQL, y el uso de JSON Web Tokens (JWT), asegura que el sistema protege adecuadamente la integridad y confidencialidad de los datos manejados.
4. **Usabilidad y Accesibilidad:** El sistema ha sido diseñado con una interfaz de usuario intuitiva y amigable que facilita la interacción incluso para usuarios con poca experiencia técnica. Además, es accesible desde múltiples dispositivos, lo que permite una amplia adopción en diferentes entornos.
5. **Impacto Potencial:** El sistema desarrollado no solo mejora la gestión de la movilidad del personal del Ministerio de Transporte (MITRANS) de Cuba, sino que también optimiza la toma de decisiones estratégicas al proporcionar una plataforma moderna y eficiente para el análisis geoespacial. Esto es particularmente relevante en el contexto de restricciones económicas y

escasez de recursos, donde la tecnología juega un papel crucial en maximizar la eficiencia operativa.

En conclusión, los resultados positivos de las pruebas indican que el sistema de gestión geográfica está listo para ser implementado en un entorno real, donde se espera que genere mejoras significativas en los procesos de gestión y toma de decisiones del MITRANS.

Referencia Bibliográfica

1. Ministerio de la Justicia de la República de Cuba. (s. f.). *Gaceta Oficial No. 45 Ordinaria de 4 de julio de 2019.*
2. ¿Qué es un sistema de información geográfica (SIG)? (2024, abril 17).
<https://www.ibm.com/es-es/topics/geographic-information-system>
3. Georreferenciación: Qué es y para qué se utiliza. (2018, abril 10). *Certicalia | Soluciona todos tus trámites y gestiones.*
<https://www.certicalia.com/blog/georreferenciacion-que-es-y-para-que-se-utiliza>
4. ¿Qué es un sistema de información geográfica (SIG)? | IBM. (2023, octubre 30).
<https://www.ibm.com/es-es/topics/geographic-information-system>
5. What is GIS(Geographic Information System)? (s. f.). *Biplap KC*. Recuperado 4 de julio de 2024, de <https://talktechnologynepal.blogspot.com/2022/08/what-is-gisgeographic-information-system.html>
6. *Georreferenciación y sistemas de coordenadas | ArcGIS Resource Center.* (s. f.). Recuperado 4 de julio de 2024, de <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n0000000s000000.htm>
7. *World Wide Web - Glosario de MDN Web Docs: Definiciones de términos relacionados con la Web | MDN.* (2023, noviembre 13).
https://developer.mozilla.org/es/docs/Glossary/World_Wide_Web

8. *HTTP - Glosario de MDN Web Docs: Definiciones de términos relacionados con la Web | MDN.* (2023, noviembre 13).
<https://developer.mozilla.org/es/docs/Glossary/HTTP>
9. *¿Qué es una aplicación web? - Explicación de las aplicaciones web - AWS.*
(s. f.). Amazon Web Services, Inc. Recuperado 2 de julio de 2024, de
<https://aws.amazon.com/es/what-is/web-application/>
10. *¿Qué son los diagramas de arquitectura? - Explicación de los diagramas de arquitectura de software y sistemas - AWS.* (s. f.). Amazon Web Services, Inc. Recuperado 2 de julio de 2024, de <https://aws.amazon.com/es/what-is/architecture-diagramming/>
11. *¿Qué es una API? - Explicación de interfaz de programación de aplicaciones - AWS.* (s. f.). Amazon Web Services, Inc. Recuperado 2 de julio de 2024, de <https://aws.amazon.com/es/what-is/api/>
12. *¿Qué es el GIS? | Sistema de Información Geográfica Tecnología de Cartografía.* (s. f.). Recuperado 8 de julio de 2024, de
<https://www.esri.es/es-es/descubre-los-gis/qu-es-sig/que-es-sig>
13. *Historia de los SIG | Línea temporal de los inicios de los SIG y su futuro.* (s. f.). Recuperado 1 de julio de 2024, de <https://www.esri.com/es-es/what-is-gis/history-of-gis>
14. *ClasificaciónDe. (2021, octubre 11). 5 ejemplos de sistemas de información geográfica—¿Cómo se clasifican?* <https://www.clasificacionde.org/ejemplos-de-sistemas-de-informacion-geografica/>

15. Morales, A. (2022, julio 20). Las 30 aplicaciones GIS open source que debes conocer. *MappingGIS*. <https://mappinggis.com/2022/07/aplicaciones-gis-open-source/>
16. *10 Mejores Softwares de información geográfica*. (2022, julio 8). <https://mejor-software.com/informacion-geografica/>
17. Climent, P. V. (2022, septiembre 27). 10 aplicaciones GIS en la nube para publicar mapas. *MappingGIS*. <https://mappinggis.com/2022/09/10-aplicaciones-gis-en-la-nube-para-publicar-mapas-en-la-web/>
18. Marino Latorre. (2018). *HISTORIA DE LAS WEB, 1.0, 2.0, 3.0 y 4.0*.
19. Alarcon, C. (2024, mayo 17). Sistema web ¿Qué es? *Data Trust*.
<https://www.datatrust.pe/web/sistema-web/>
20. JuliánMarquina. (2024, marzo 13). Los 7 navegadores web más utilizados en el mundo [2024]. *Julián Marquina | Bibliotecas, libros y tecnología*.
<https://www.julianmarquina.es/los-navegadores-web-mas-utilizados-en-el-mundo/>
21. *Ventajas y desventajas de Java que debes conocer*. (s. f.). Recuperado 12 de julio de 2024, de <https://blog.hubspot.es/website/ventajas-desventajas-java>
22. *Líderes en formación tecnológica, reskilling y upskilling | OpenWebinars*. (s. f.). OpenWebinars.net. Recuperado 12 de julio de 2024, de <https://openwebinars.net/blog/que-es-spring-framework/>
23. programacionpro.com. (2024, junio 17). *Ventajas y Desventajas de Spring Framework*. ProgramaciónPro. <https://programacionpro.com/ventajas-y-desventajas-de-spring-framework/>

24. PostgreSQL: Ventajas y desventajas | Blog | Hosting Plus Mexico. (2021, diciembre 31). *Hosting Plus*. <https://www.hostingplus.mx/blog/postgresql-ventajas-y-desventajas/>
25. *Ventajas y Desventajas de PostgreSQL - TodoPostgreSQL*. (2018, agosto 30). <https://www.todopostgresql.com/ventajas-y-desventajas-de-postgresql/>
26. franzpc. (2017, octubre 4). *¿Qué es PostGIS?* El blog de franz. <https://acolita.com/que-es-postgis/>
27. Java Persistence API (JPA). (s. f.). *Oscar Blancarte - Software Architecture*. Recuperado 12 de julio de 2024, de <https://www.oscarblancarteblog.com/tutoriales/java-persistence-api-jpa/>
28. *¿Qué es Java Hibernate? ¿Por qué usarlo?* | *ifGeekThenNTTDATA*. (s. f.). Recuperado 12 de julio de 2024, de <https://ifgeekthen.nttdata.com/s/post/que-es-java-hibernate-por-que-usarlo-MC5FU56AIPGBGIHNJ677RBIXUHOI?language=es>
29. *¿Qué es Java Hibernate? ¿Por qué usarlo?* | *ifGeekThenNTTDATA*. (s. f.). Recuperado 7 de septiembre de 2024, de <https://ifgeekthen.nttdata.com/s/post/que-es-java-hibernate-por-que-usarlo-MC5FU56AIPGBGIHNJ677RBIXUHOI?language=es>
30. *La diferencia entre JDBC, JPA, Hibernate y Spring Data JPA* | *HackerNoon*. (s. f.). Recuperado 12 de julio de 2024, de <https://hackernoon.com/the-difference-between-jdbc-jpa-hibernate-and-spring-data-jpa>
31. *¿Qué es Spring Data JPA?* – *Barcelona Geeks*. (s. f.). Recuperado 12 de julio de 2024, de <https://barcelonageeks.com/que-es-spring-data-jpa/>

32. Saavedra, J. A. (2023, julio 17). *Qué es React y para qué sirve*. Ebac.
<https://ebac.mx/blog/que-es-react>
33. mijacobs. (2023, octubre 5). *¿Qué es Git? - Azure DevOps*.
<https://learn.microsoft.com/es-es/devops/develop/git/what-is-git>
34. Fernández, Y. (2019, octubre 30). *Qué es Github y qué es lo que le ofrece a los desarrolladores*. Xataka. <https://www.xataka.com/basics/que-github-que-que-le-ofrece-a-desarrolladores>
35. *All Products Pack: Acceda a todas las herramientas de escritorio de JetBrains, incluidos IDEs, extensiones y perfiladores*. (s. f.). JetBrains. Recuperado 12 de julio de 2024, de <https://www.jetbrains.com/es-es/all/>
36. *Visual Studio: IDE y Editor de código para desarrolladores de software y Teams*. (s. f.). Visual Studio. Recuperado 12 de julio de 2024, de <https://visualstudio.microsoft.com/es/>
37. *4 Ejemplos de Diagramas de Casos de Uso—Web y Empresas*. (2022, enero 4). <https://www.webyempresas.com/ejemplos-de-diagramas-de-casos-de-uso/>
38. Noguera, B. (2015, enero 29). *¿Qué es un diagrama de clases?* Culturación.
<https://culturacion.com/que-es-un-diagrama-de-clases/>
39. *¿Qué es la seguridad web? Buenas prácticas de seguridad de sitios web*. (s. f.). Recuperado 4 de septiembre de 2024, de <https://powerdmarc.com/es/web-security-website-security-explained/>
40. *Autenticación vs autorización: Diferencias y ejemplos de cómo funcionan*. (s. f.). RedesZone. Recuperado 4 de septiembre de 2024, de

<https://www.redeszone.net/tutoriales/seguridad/diferencias-autenticacion-autorizacion/>

41. *Autenticación vs autorización: Diferencias y ejemplos de cómo funcionan.*

(s. f.). RedesZone. Recuperado 4 de septiembre de 2024, de <https://www.redeszone.net/tutoriales/seguridad/diferencias-autenticacion-autorizacion/>

42. *Cinco claves para desarrollar con API REST.* (s. f.). *BBVA API_Market*.

Recuperado 4 de septiembre de 2024, de <https://www.bbvaapimarket.com/es/mundo-api/cinco-claves-para-desarrollar-con-api-rest/>

43. *Introducción a los tokens web JSON.* (s. f.). Auth0. Recuperado 4 de

septiembre de 2024, de <https://auth0.com/es/learn/json-web-tokens#!>

44. *Intercambio de recursos de origen cruzado (CORS)—HTTP | MDN.* (2024, julio

28). <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/HTTP/CORS>

45. *¿Qué es la inyección de SQL y cómo funciona?* (s. f.). ¿Qué es la inyección de

SQL y cómo funciona? Recuperado 4 de septiembre de 2024, de <https://www.avast.com/es-es/c-sql-injection>

46. *Qué es una API Gateway, cómo funciona y las mejores opciones.* (s. f.).

Recuperado 6 de septiembre de 2024, de <https://blog.hubspot.es/website/que-es-api-gateway>

47. *¿Qué son las pruebas de software?* | IBM. (2024, mayo 14).

<https://www.ibm.com/mx-es/topics/software-testing>

48. Singureanu, C. (s. f.). Pruebas de caja negra: Proceso, herramientas, lista de

comprobación y mucho más. <https://www.zaptest.com/es>. Recuperado 6 de

septiembre de 2024, de <https://www.zaptest.com/es/pruebas-de-caja-negra-que-son-tipos-procesos-enfoques-herramientas-y-mucho-mas>

49. *Pruebas de integración de software: Qué son, niveles y tipos.* (s. f.).

Recuperado 6 de septiembre de 2024, de

<https://www.testingit.com.mx/blog/pruebas-de-integracion-de-software>