

**UNIVERSIDAD DE TARAPACÁ
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL EN COMPUTACIÓN E INFORMÁTICA
ARICA – CHILE**



**Proyecto IV
Sistema de notificación geoespacial de vehículos mineros:
GeoTrackMine**

**Equipo de Desarrollo:
Cristian Bautista Marin
Christian Caceres Marin**

**Division: Operación Mina Ministro
Hales
Curso: Proyecto IV ICCI
Profesor: Diego Aracena Pizarro**

02-05-2024

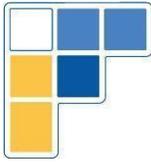


Tabla de contenido

Tabla de contenido.....	2
Índice de figuras.....	3
Índice de tablas.....	3
Resumen.....	4
Objetivos.....	5
Objetivo general.....	5
Objetivos específicos.....	5
Definición del proyecto.....	6
1. El problema o necesidad.....	6
2. Por qué es importante abordar el proyecto.....	7
3. Descripción preliminar del producto y proceso.....	8
3.1. Características preliminares del producto.....	8
3.1.1. Impact Mapping (Diagrama y descripción).....	8
3.1.2. Tabla de actores identificados.....	9
3.1.3. User Story Mapping.....	9
3.2. Características preliminares del proceso.....	9
3.2.1. Tipo de proceso (Marco de trabajo).....	9
3.2.2. Definición de Roles (Scrum Master, Product Owner, Developers).....	10
3.2.3. Etapas del proceso (Descripción de eventos).....	11
4. Recursos.....	13
4.1. Personal.....	13
4.2. Tecnologías.....	13
4.3. Comunicación.....	13
Anexos.....	14
Requisitos de Alto Nivel.....	14
Requisitos funcionales.....	15
Requisitos no funcionales.....	15
Diagrama BPM.....	16
Diagrama casos de uso.....	17
Diagramas de casos de uso de sistema.....	17
Conclusión.....	20
Bibliografía.....	21

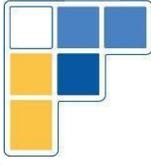


Índice de figuras

Figura 1: Impact Mapping (fuente propia).....	8
Figura 2: User Story Mapping (fuente propia).....	9
Figura 3: Diagrama BPM (fuente propia).....	16
Figura 4: Casos de uso - Despachador (fuente propia).....	17

Índice de tablas

Tabla 1: Actores Identificados.....	9
Tabla 2: Definición de Roles.....	10
Tabla 3: Requisitos de Alto Nivel.....	14
Tabla 4: Requisitos Funcionales.....	15
Tabla 5: Requisitos No Funcionales.....	15
Tabla 6: CUS - Abrir GeoTackMine.....	17
Tabla 7: CUS - Visualizar Monitoreo.....	18
Tabla 8: CUS - Ver Alertas.....	19



Resumen

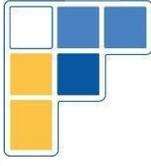
El proyecto GeoTrackMine se configura como una solución tecnológica destinada a mejorar el seguimiento y control de flotas de vehículos en entornos mineros, particularmente en las operaciones llevadas a cabo por Codelco División Ministro Hales.

Este enfoque responde a la necesidad crítica de supervisar con precisión una considerable cantidad de vehículos mineros, cuyas posiciones y actividades deben ser constantemente actualizadas y evaluadas para asegurar tanto la eficiencia operacional como la seguridad dentro de la mina. El reto radica en la capacidad del administrador de mantener una vigilancia efectiva sobre estos vehículos, cada uno ejecutando tareas específicas en diferentes tiempos y ubicaciones, lo cual se complica debido a la magnitud y dinámica de la flota en movimiento.

La propuesta consiste en el desarrollo de una aplicación que opera en segundo plano, diseñada específicamente para recolectar, analizar y presentar datos geoespaciales de los vehículos en tiempo real.

Este sistema verificará que la ubicación y las actividades de los vehículos concuerden con los parámetros establecidos, alertando al administrador en caso de detectar discrepancias. Esto facilita la tarea de supervisión, posibilitando una rápida intervención ante desviaciones y contribuyendo a la optimización de procesos y seguridad.

El proyecto se alinea con el objetivo de Codelco de integrar soluciones tecnológicas avanzadas para la gestión de operaciones mineras, buscando mejorar la eficiencia, seguridad y establecer un precedente en la adopción de tecnología de punta para la gestión de flotas en la industria minera.



Objetivos

Objetivo general

Desarrollar un sistema de monitoreo en tiempo real para la supervisión de flotas de vehículos en la División Ministro Hales de Codelco.

Objetivos específicos

- Asegurar que el nuevo sistema pueda acceder y procesar datos de ubicación en tiempo real desde el sistema de GPS de la flota.
- Programar un sistema que notifique desviaciones como vehículos en zonas no autorizadas o fuera de las rutas asignadas.
- Crear una interfaz efectiva que permita al despachador recibir y gestionar las alertas generadas por el sistema.
- Construir una base de datos que archive todos los datos de ubicación y las incidencias de alertas.
- Ejecutar pruebas en un entorno controlado para asegurar que el sistema funciona correctamente antes de su implementación completa.



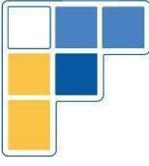
Definición del proyecto

1. El problema o necesidad

En la División Ministro Hales de Codelco, se enfrentan desafíos significativos en la supervisión de flotas de vehículos mineros debido a las limitaciones del sistema de monitoreo GPS existente. Este sistema carece de integración con herramientas que permitan una supervisión efectiva en tiempo real y una rápida respuesta a incidencias operativas. La falta de funcionalidades como alertas en tiempo real y un registro histórico accesible de datos impide una gestión eficiente, incrementando el riesgo de ineficiencias operativas y problemas de seguridad.

Actualmente, el despachador tiene capacidades limitadas para detectar y responder a vehículos que entran en zonas no autorizadas o se desvían de rutas establecidas, lo que puede causar retrasos críticos en la toma de decisiones. Además, sin un sistema adecuado para registrar y analizar los datos históricos, es complicado llevar a cabo análisis que podrían identificar patrones de riesgos y mejorar las estrategias de operación.

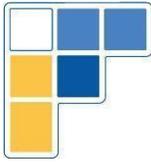
Por lo tanto, existe una necesidad urgente de desarrollar una solución que integre el sistema de GPS con una plataforma de monitoreo en tiempo real capaz de generar alertas automáticas y mantener un registro detallado de todas las actividades vehiculares. Este sistema mejoraría sustancialmente la supervisión de la flota, garantizando que las operaciones dentro de la mina se realicen de acuerdo con los estándares de seguridad y eficiencia operacional, y facilitando una gestión basada en datos precisos y actuales.



2. Por qué es importante abordar el proyecto

La importancia de desarrollar el sistema GeoTrackMine para la División Ministro Hales de Codelco radica en varios factores críticos que impactan directamente la eficiencia operativa y la seguridad en las operación minera:

- **Mejora de la Seguridad:** La minería implica riesgos significativos, donde la seguridad de los operarios es primordial. Un sistema de monitoreo en tiempo real que pueda alertar inmediatamente sobre desviaciones de rutas o ingresos a zonas no autorizadas puede prevenir accidentes y situaciones de peligro, salvaguardando la vida del personal y protegiendo los activos de la empresa.
- **Aumento de la Eficiencia Operativa:** La capacidad para monitorear y gestionar la flota de vehículos en tiempo real permite optimizar rutas y asignaciones de tareas. Esto se traduce en una reducción de tiempos muertos y una mayor coordinación en las operaciones, lo que conduce a un incremento significativo en la productividad y reducción de costos operacionales.
- **Cumplimiento de Normativas:** Las regulaciones en la industria minera son estrictas, especialmente en términos de seguridad y medio ambiente. Un sistema eficiente y confiable ayuda a asegurar que todas las operaciones cumplen con las normativas pertinentes, evitando sanciones legales y contribuyendo a la operación sostenible de la mina.
- **Análisis y Mejora Continua:** La capacidad de almacenar y analizar datos históricos de las operaciones de los vehículos permite identificar tendencias y patrones que pueden ser usados para mejorar continuamente las estrategias de operación y seguridad. Este análisis puede llevar a innovaciones significativas en los procedimientos y técnicas utilizadas en la mina.
- **Respuesta Rápida a Incidentes:** En caso de incidentes, tener un sistema que registre y alerte en tiempo real permite una respuesta rápida y eficaz. Esto no solo ayuda a manejar el incidente de manera más efectiva sino que también reduce el impacto potencial en las operaciones.



3. Descripción preliminar del producto y proceso

El sistema GeoTrackMine será una aplicación de software diseñada para funcionar en segundo plano en los sistemas informáticos de la División Ministro Hales de Codelco. Esta herramienta está orientada a mejorar la supervisión y gestión de la flota de vehículos mineros a través de un monitoreo en tiempo real, utilizando datos provenientes del sistema de GPS integrado en cada vehículo.

3.1. Características preliminares del producto.

- **Integración con GPS:** GeoTrackMine se conectará directamente con el sistema GPS existente, capturando datos de ubicación de todos los vehículos de la flota en tiempo real.
- **Módulo de Alertas Automatizadas:** El sistema estará equipado con un módulo de alertas que notificará al despachador sobre cualquier anomalía detectada, como desviaciones de la ruta planificada o ingreso a zonas restringidas.
- **Interfaz de Usuario Intuitiva:** Diseñada para ser clara y fácil de usar, permitirá al despachador visualizar la ubicación y el estado de cada vehículo, así como recibir y gestionar alertas de forma eficiente.
- **Registro de Datos:** Contará con una base de datos para almacenar históricamente la información recogida, que incluirá ubicaciones, alertas y otros eventos relevantes.

3.1.1. Impact Mapping (Diagrama y descripción)

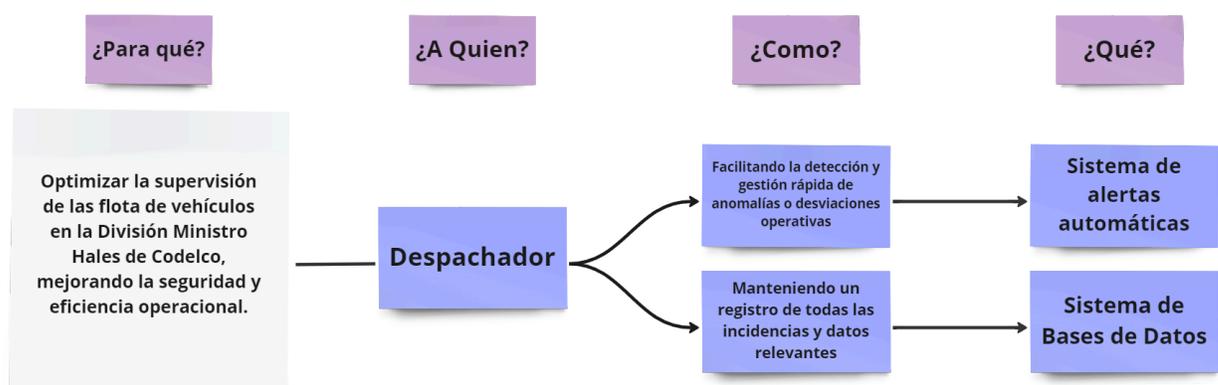
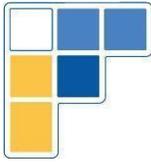


Figura 1: Impact Mapping (fuente propia).



3.1.2. Tabla de actores identificados

Tabla 1: Actores Identificados.

ACTOR	DESCRIPCIÓN
Despachador	Es el encargado de supervisar la flota de vehículos de la minera Ministro Hales.

3.1.3. User Story Mapping

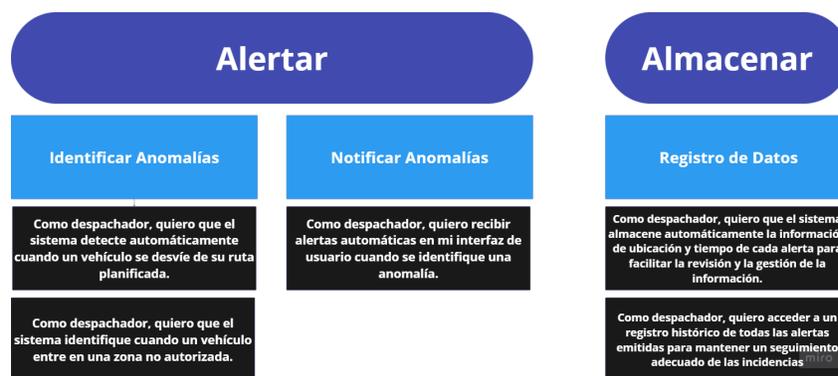


Figura 2: User Story Mapping (fuente propia).

3.2. Características preliminares del proceso

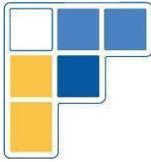
A continuación se proporciona una visión general de cómo se estructurará y ejecutará el proceso de desarrollo del proyecto, centrándose en el marco de trabajo, los roles clave, las etapas y cualquier característica adicional relevante.

3.2.1. Tipo de proceso (Marco de trabajo)

Scrum, un marco de trabajo para la gestión de proyectos, se originó como una metodología ágil para abordar los desafíos cambiantes y complejos de la industria tecnológica. A diferencia de los enfoques tradicionales, Scrum promueve la colaboración y la adaptación, permitiendo a los equipos responder ágilmente a los cambios y entregar productos de alta calidad de manera incremental.

Este enfoque se apoya en tres componentes principales: roles, eventos y artefactos. Los roles, como el Scrum Master, el Product Owner y el Equipo de Desarrollo, trabajan en conjunto para crear un ambiente de colaboración. Los eventos facilitan la comunicación constante y la adaptación. Los artefactos, organizan el trabajo y garantizan la transparencia.

Scrum fomenta una mentalidad de mejora continua al enfatizar la inspección y



adaptación frecuentes. Al adoptar Scrum, los equipos pueden enfrentar los cambios de manera flexible, logrando una mayor eficiencia, transparencia y satisfacción del cliente.

3.2.2. Definición de Roles (Scrum Master, Product Owner, Developers)

Tabla 2: Definición de Roles.

NOMBRE	ROL	RESPONSABILIDADES
Cristian Bautista	Scrum Master	<ul style="list-style-type: none">● Facilitar todas las ceremonias de Scrum.● Ayudar al equipo a comprender y adoptar los principios y prácticas de Scrum.● Eliminar obstáculos y problemas que puedan afectar el progreso del equipo.● Fomentar la mejora continua y la retroalimentación constante.
Christian Caceres	Product Owner	<ul style="list-style-type: none">● Definir y priorizar el Backlog del producto, asegurando que los elementos más valiosos se abordan primero.● Colaborar con los interesados y el equipo de desarrollo para comprender las necesidades del cliente y los requisitos del producto.● Tomar decisiones sobre las características y funcionalidades en cada sprint.● Participar en las ceremonias y proporcionar una dirección constante al equipo de desarrollo.● Evaluar y aceptar el trabajo completado por el equipo para asegurarse de que cumpla con las expectativas.

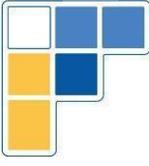


<p>Cristian Bautista</p> <p>Christian Caceres</p>	<p>Developer</p>	<ul style="list-style-type: none">● Colaborar con el Product Owner y otros miembros del equipo para comprender los requisitos y objetivos de las historias de usuario.● Participar en la planificación de sprint para estimar la cantidad de trabajo que se puede completar durante el sprint.● Desarrollar código de alta calidad que cumpla con los estándares y las prácticas definidas por el equipo.● Participar en las reuniones diarias para compartir actualizaciones sobre el progreso y los posibles obstáculos.● Contribuir a la retrospectiva del sprint, ofreciendo ideas para la mejora continua del proceso y el equipo.
-------------------------------------------------------------------------	-------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

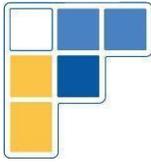
3.2.3. Etapas del proceso (Descripción de eventos)

Descripción de los eventos en un proceso de desarrollo ágil basado en Scrum:

- **Planificación de Sprint (Sprint Planning):** Es una reunión que marca el inicio de cada sprint. Durante esta reunión, el equipo de desarrollo colabora con el Product Owner para seleccionar los elementos del backlog que se abordarán en el sprint y establecer los objetivos claros para el sprint. También se define el plan de trabajo y se desglosan los elementos seleccionados en tareas más pequeñas.
- **Sprint:** Los sprints son el latido del corazón de Scrum, donde las ideas se convierten en valor. Son eventos de longitud fija de un mes o menos para crear consistencia. Un nuevo Sprint comienza inmediatamente después de la conclusión del Sprint anterior. Todo el trabajo necesario para alcanzar el objetivo del producto, incluyendo la Planificación (Sprint Planning), Daily Scrums, Revisión del Sprint (Sprint Review) y la Retrospectiva (Sprint Retrospective), ocurren dentro del Sprints.
- **Daily Scrum:** Es una reunión diaria de corta duración, generalmente de 15 minutos, que se lleva a cabo todos los días durante el sprint. En esta reunión, el equipo de desarrollo se sincroniza, compartiendo lo que han hecho desde la última reunión, lo que planean hacer hasta la siguiente y cualquier obstáculo o impedimento que estén enfrentando. El objetivo es mantener a todos alineados y promover la colaboración.
- **Sprint Review:** Al finalizar el sprint, se lleva a cabo una reunión de revisión del sprint. Durante esta reunión, el equipo de desarrollo muestra el trabajo completado al Product Owner y a otros stakeholders relevantes. Se discuten los incrementos de software realizados y se recibe retroalimentación para mejorar. Esta reunión proporciona la oportunidad de evaluar el progreso del proyecto y realizar ajustes si es necesario.



- **Sprint Retrospective:** Después de la revisión del sprint, se lleva a cabo una retrospectiva del sprint. Durante esta reunión, el equipo de desarrollo reflexiona sobre el sprint anterior y analiza qué funcionó bien, qué se puede mejorar y qué acciones se pueden tomar para aumentar la efectividad del equipo en el próximo sprint. La retrospectiva del sprint fomenta la mejora continua y el aprendizaje en el equipo.



4. Recursos

4.1. Personal

En este apartado, se detallarán las funciones y responsabilidades asignadas a cada miembro del equipo de proyecto. Esto garantiza una distribución eficiente de tareas y una colaboración efectiva para alcanzar nuestros objetivos de manera coordinada y exitosa.

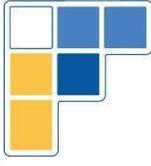
- **Cristian Bautista:**
 - Scrum Master.
 - Desarrollador Backend.
 - Desarrollador Base de Datos.
- **Christian Caceres:**
 - Product Owner.
 - Desarrollador Frontend.
 - Desarrollador Base de Datos.

4.2. Tecnologías

- **Google Docs:** Una herramienta de procesamiento de texto en línea colaborativa.
- **Google Drive:** Un servicio de almacenamiento en la nube de Google para guardar y compartir archivos.
- **Miro:** Una plataforma de colaboración en línea para la creación de diagramas y visualización de ideas.
- **Python:** Lenguaje de programación para desarrollar el sistema.
- **MySQL:** Sistema de administrador de bases de datos

4.3. Comunicación

- **Discord:** Una plataforma de comunicación para comunidades en línea con chat de texto, voz y video.
- **WhatsApp:** Una popular aplicación de mensajería y llamadas con un enfoque en la simplicidad y la privacidad.
- **Gmail:** Un potente servicio de correo electrónico que asegura una comunicación formal con el cliente.



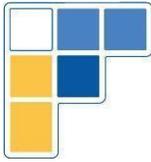
Anexos

Diagramas, tablas y descripciones complementarias para la especificación del modelado y desarrollo del proyecto GeoTrackMine para la Minera Codelco Ministro Hales.

Requisitos de Alto Nivel

Tabla 3: Requisitos de Alto Nivel.

ID	Requisito	Descripción	Prioridad
RAN1	Integración con Sistemas de Monitoreo de GPS	El sistema deberá integrarse con el software de monitoreo de GPS existente para obtener datos de ubicación en tiempo real de los vehículos.	Alta
RAN2	Procesamiento Automático de Datos de Ubicación	Automatizar el análisis de datos de ubicación para determinar si los vehículos se encuentran dentro de sus áreas asignadas.	Alta
RAN3	Detección y Notificación de Discrepancias	El sistema identificará discrepancias entre la ubicación/actividad real de los vehículos y sus asignaciones, notificando al despachador mediante una interfaz de alerta.	Media



Requisitos funcionales

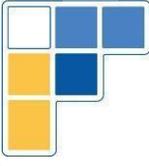
Tabla 4: Requisitos Funcionales.

ID	Requisito	Descripción	Prioridad
RF1	Seguimiento en tiempo real	El sistema debe actualizar la posición de cada vehículo cada 5 segundos.	Alta
RF2	Análisis de actividad	Debe analizar la actividad de los vehículos cada 20 segundos y compararla con su posición	Alta
RF3	Alertas de actividad	Emitir alertas si la actividad de un vehículo no coincide con su ubicación geoespacial.	Media
RF4	Registro de actividades	Mantener un registro histórico de todas las posiciones y actividades de los vehículos.	Baja
RF5	Interfaz de usuario	Proporcionar una interfaz para visualizar en tiempo real la información de los vehículos y las alertas generadas.	Alta

Requisitos no funcionales

Tabla 5: Requisitos No Funcionales.

ID	Requisito	Descripción	Prioridad
RNF 1	Rendimiento	El sistema debe ser capaz de procesar la información de hasta 100 vehículos simultáneamente sin retrasos.	Bajo
RNF 2	Disponibilidad	El sistema debe estar operativo continuamente, con mínimas interrupciones, para apoyar las operaciones de supervisión las 24 horas del día, los 7 días de la semana.	Media
RNF 3	Seguridad	Debe asegurar la confidencialidad e integridad de los datos, implementando estándares de seguridad apropiados para proteger la información contra accesos no autorizados y ataques cibernéticos.	Alta



RNF 4	Extensibilidad	El diseño del sistema debe permitir futuras expansiones o modificaciones sin afectar las operaciones existentes, facilitando la extensibilidad del sistema..	Alta
RNF 5	Interoperabilidad	El sistema debe ser compatible con diferentes plataformas y sistemas operativos utilizados en las operaciones mineras, facilitando la integración con otras aplicaciones.	Alta
RNF 6	Usabilidad	La interfaz debe ser clara y accesible para usuarios de todos los niveles técnicos, garantizando una experiencia de usuario eficiente y reduciendo la curva de aprendizaje.	Media

Diagrama BPM

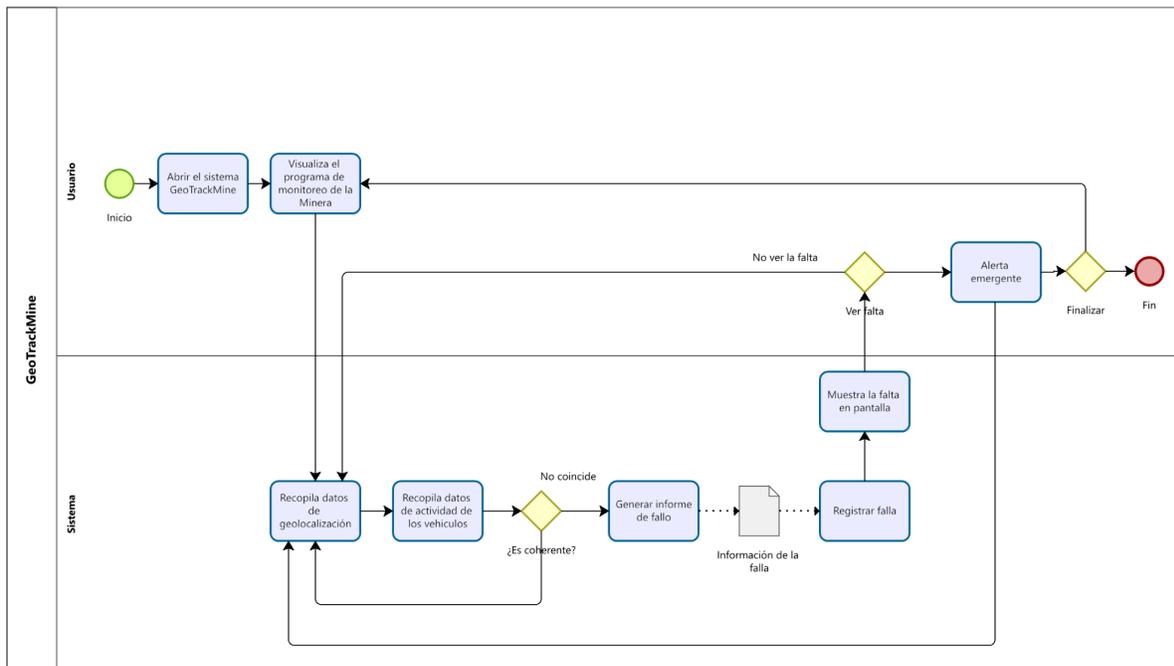


Figura 3: Diagrama BPM (fuente propia).

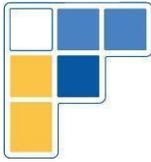


Diagrama casos de uso

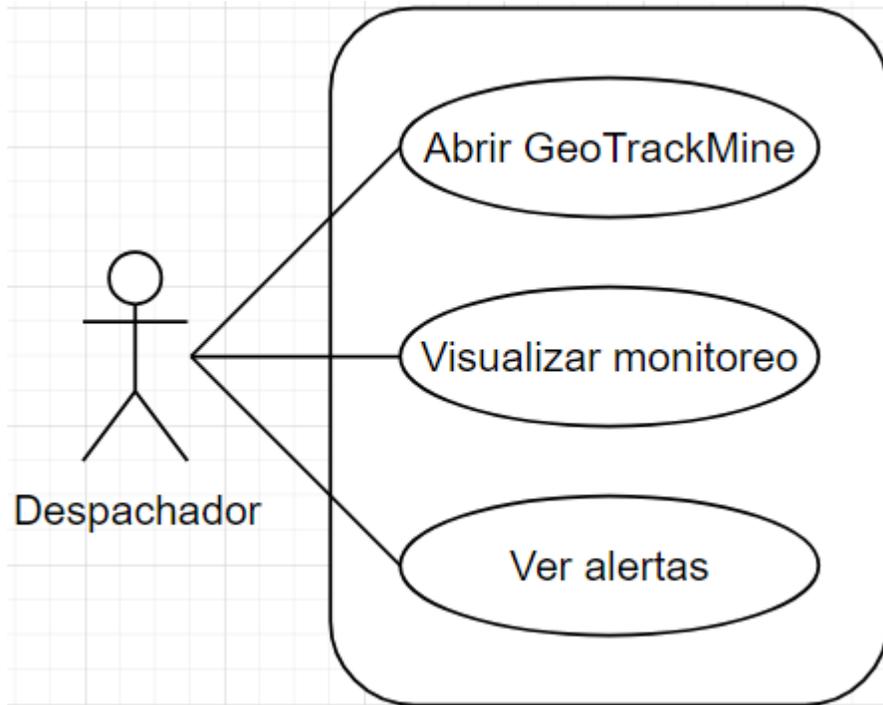


Figura 4: Casos de uso - Despachador (fuente propia).

Diagramas de casos de uso de sistema

Tabla 6: CUS - Abrir GeoTackMine.

Nombre CUS: Abrir GeoTackMine	
Descripción: El despachador arranca las operaciones del sistema.	
Actor: Despachador	
Precondición: Ninguno	
<u>Flujo Principal:</u> 1- El despachador arranca el sistema	<u>Flujo Principal: Sistema</u> 2- El sistema recopila los datos de geolocalización. 3- El sistema recopila las razones de los vehículos.
<u>Flujo Alternativo:</u>	<u>Flujo Alternativo: Sistema</u>



	<p>2.1- El sistema no logra recopilar los datos de geolocalización.</p> <p>3.1- El sistema no logra recopilar las razones de los vehículos.</p>
Postcondiciones: El sistema GeoTrackMine en estado operativo.	
Valor medible: Ninguno	

Tabla 7: CUS - Visualizar Monitoreo.

Nombre CUS: Visualizar monitoreo	
Descripción: El despachador visualiza en tiempo real el monitoreo del sistema.	
Actor: Despachador	
Precondición: GeoTrackMine operativo.	
<p><u>Flujo Principal:</u></p> <p>5- El despachador oprime click sobre la alerta.</p>	<p><u>Flujo Principal: Sistema</u></p> <p>1.- El sistema compara la coherencia de los datos.</p> <p>2- El sistema valida la coherencia de la localización con la razón de los vehículos.</p> <p>3- El sistema detecta una falla, y lanza alerta.</p> <p>4- El sistema registra la falla.</p> <p>6- El sistema muestra los datos relevantes sobre la falla.</p>
<p><u>Flujo Alternativo:</u></p>	<p><u>Flujo Alternativo: Sistema</u></p> <p>2.1- El sistema no detecta una falla.</p> <p>3.1- El sistema retorna su operación a 1.</p>
<p><u>Flujo Alternativo:</u></p> <p>5.2- El despachador no oprime click sobre la alerta.</p>	<p><u>Flujo Alternativo: Sistema</u></p>



	6.2- El sistema no muestra los datos relevantes sobre la falla. 7.2- El sistema retorna su operación a 1.
Postcondiciones: Falla registrada.	
Valor medible: Una falla ha sido detectada exitosamente.	

Tabla 8: CUS - Ver Alertas.

Nombre CUS: Ver Alertas	
Descripción: El despachador arranca las operaciones del sistema.	
Actor: Despachador	
Precondición: Ninguno	
<u>Flujo Principal:</u>	<u>Flujo Principal: Sistema</u> 1- El sistema muestra los siguientes datos: <ul style="list-style-type: none"> - Localización - Razón - Falla - id vehículo
2- El despachador cierra la alerta.	
	<u>Flujo Alternativo: Sistema</u> 2.1- El sistema no logra mostrar los datos.
Postcondiciones: Falla notificada al despachador.	
Valor medible: Falla notificada.	



Conclusión

Se espera que este proyecto se lleve a cabo sin contratiempos, dado que se tiene experiencia desarrollando software de este alcance, además contamos con una buena comunicación con el cliente, lo suficiente para que semanalmente discutir nuestras dudas y requisitos que se generan a partir de nuestras interacciones. Por ende pretendemos llevar a cabo este proyecto sin mayores riesgos.



Bibliografía

- [1] *Sitio de Bizagi. (2024, 22 febrero). Software gratuito de mapeo y modelamiento de procesos de negocio - Bizagi Modeler.*
<https://www.bizagi.com/es/plataforma/modeler>
- [2] *De la primera idea hasta la innovación final: todo está aquí. (s. f.).*
<https://miro.com/>. <https://miro.com/es/product-overview/>
- [3] *draw.io - free flowchart maker and diagrams online. (s. f.).*
<https://app.diagrams.net/>