

**Análisis y Diseño de Aplicación Web para la Detección Temprana
de Gases en Minas de Carbón de Cucunubá, Cundinamarca**

Fausto Alejandro Gómez Valbuena

Banner - 100095458

Facultad de ingeniería, Universidad Iberoamericana

Análisis y diseño de sistemas

Tatiana Lizbeth Cabrera Vargas

Septiembre de 2025

Resumen

En el presente proyecto se realizará el análisis y diseño para la creación de un prototipo de aplicación web, el cual tendrá la función de hacer lecturas de niveles de gas presentes en el área de trabajo en minas de carbón y generar una alerta según los parámetros establecidos. Para el desarrollo del trabajo se aplicará la planificación del ciclo de vida del desarrollo de software, la metodología Design Thinking, el análisis de ciclo de vida del desarrollo de software y el marco de trabajo ágil Scrum+Kanban.

Palabras clave: Cucunubá, seguridad minera, Design Thinking, Scrum, Kanban, prototipo web.

Tabla de contenido

1.	Introducción	7
2.	Justificación ¹	8
3.	Fase de planificación del ciclo de vida del desarrollo de software	10
3.1.	Fase de empatizar.....	10
3.1.1.	Alcance.....	10
3.1.2.	Contextualización.....	11
3.1.3.	Planteamiento del problema	11
3.1.4.	Mapa de empatía	12
3.2.	Fase de definir.....	13
3.2.1.	Diagrama causa y efecto (Ishikawa / Espina de Pescado)	13
3.2.2.	Objetivo general	13
3.2.3.	Objetivos específicos.....	14
3.2.4.	Metodología ágil	14
4.	Fase de análisis del ciclo de vida del desarrollo de software	15
4.1.	Levantamiento de la información	15
4.1.1.	Principales hallazgos	15
4.2.	Conclusión levantamiento de la información	16
5.	Fase idear.....	17
5.1.	Clasificación de Stakeholders	17

5.1.1.	Matriz poder vrs interés.....	18
5.2.	Mapa Stakeholders.....	18
5.3.	Matriz de riesgos.....	19
5.4.	Diagrama de flujo de la solución	20
6.	Requisitos funcionales y no funcionales	21
6.1.	Requisitos funcionales	21
6.2.	Requisitos no funcionales	22
7.	Historias de usuario.....	22
8.	Backlog del producto	26
9.	Anexos.....	27
9.1.	Link Mapa de empatía	27
9.2.	Link Diagrama causa y efecto (Espina de Pescado)	27
9.3.	Link Mapa Stakeholders	27
9.4.	Link Matriz de riesgos - Canva.....	27
9.5.	Link Matriz de riesgos - Trello	28
9.6.	Link Diagrama de flujo de la solución.....	28
9.7.	Link Requisitos funcionales y no funcionales	28
9.8.	Link Backlog.....	28
9.9.	Link GitHub	27
10.	Referencias	29

Tabla de Imágenes

FIGURA 1. MAPA DE EMPATÍA	12
FIGURA 2. DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	13
FIGURA 3. MAPA STAKEHOLDERS.....	18
FIGURA 4. DIAGRAMA DE FLUJO	20
FIGURA 5. BACKLOG	26

Tabla de tablas

TABLA 1. CLASIFICACIÓN DE STAKEHOLDERS	17
TABLA 2. MATRIZ PODER	18
TABLA 3. MATRIZ DE RIESGOS	19
TABLA 4. REQUISITOS FUNCIONALES	21
TABLA 5. REQUISITOS NO FUNCIONALES.....	22
TABLA 6. HISTORIAS DE USUARIO	22

1. Introducción

La contribución del proyecto a la protección de vidas humanas será de gran impacto, ya que por medio de él se mejorarán las condiciones de seguridad en las minas subterráneas de carbón en Cucunubá (Cundinamarca). Se diseñará una herramienta que permita realizar lecturas de gases encontrados en una mina determinada, georreferenciar la zona de la mina afectada, emitir alertas de seguridad y generar reportes históricos de dichos datos.

El proyecto combinará el trabajo de Design Thinking, la metodología ágil Scrum+Kanban, dándonos un acercamiento a las necesidades del usuario y la facilidad de contar con iteraciones rápidas para poder validar si la solución propuesta es válida o no.

Se desarrollarán prototipos interactivos de media y alta fidelidad para simular la experiencia de los stakeholders y así mismo identificar las principales funcionalidades.

2. Justificación¹

La extracción de carbón en minas subterráneas en Cucunubá (Cundinamarca) presenta un alto grado de accidentalidad, por factores atmosféricos, geo-mecánicos, organizacionales y mecánicos. Aunque en Colombia existen normas para la prevención de riesgos y la inspección de condiciones de trabajo seguras (Ministerio de Minas y Energía, 2015), como el decreto 1886 de 2015 por el cual se establece el reglamento de seguridad en labores mineras subterráneas lamentablemente no son suficientes, pues a través de la historia y según registros de la Agencia Nacional de Minería (ANM) existen hechos trágicos como el ocurrido el 23 de junio de 2017 el cual dejó trece (13) trabajadores mineros muertos y uno (1) más herido, las investigaciones arrojaron como causa la acumulación de gas metano y polvo de carbón, agravada por deficiencias en el sistema de ventilación y control atmosférico (ANM, 2017).

El 4 de abril de 2020 se repite el lamentable hecho, en esta ocasión se produce la explosión de una mina que estaba interconectada con tres (3) minas más, dejando como saldo a once (11) mineros muertos y cuatro (4) heridos, las causas son atribuidas a la acumulación de gas metano y polvo de carbón (ANM, 2020).

Estos casos se suman a una gran cantidad de los cuales no existe un registro oficial, pero deja en evidencia la urgencia de implementar nuevas tecnologías, más exactamente, en el monitoreo de gases.

Se busca mitigar esta problemática a través del análisis y diseño de un prototipo de aplicación web, que permita la detección temprana de gases como el metano (CH₄), monóxido de carbono

¹ Gómez F. A. (2025). Diseño de software para la detección de gases en minas de carbón de cucunubá, Cundinamarca.

Ministerio de Minas y Energía. (2015). Decreto 1886 de 2015: Reglamento de seguridad en las labores mineras subterráneas.

Agencia Nacional de Minería (ANM). (2017). Lección aprendida: Accidente minero por explosión – Cucunubá, Cundinamarca.

Agencia Nacional de Minería (ANM). (2020). Lección aprendida: Accidente minero por explosión – Cucunubá, Cundinamarca.

(CO) y dióxido de carbono (CO₂), la geolocalización de las zonas afectadas en la mina por la acumulación de dichos gases, generando unas alertas automáticas para que una central pueda tomar acciones preventivas ante estos sucesos. Se llevarán a cabo prototipos interactivos de media y alta fidelidad que simulen la experiencia de los stakeholders con la interfaz de usuario y así mismo se puedan validar las funciones principales que tendrá el prototipo de la aplicación web.

3. Fase de planificación del ciclo de vida del desarrollo de software

3.1. Fase de empatizar

3.1.1. Alcance

El proyecto se limitará al análisis y diseño de un módulo de una aplicación web, con sus respectivos prototipos de media y alta fidelidad.

La herramienta tendrá la tarea de recibir las lecturas realizadas por sensores de gas ubicados dentro de los túneles de las minas de carbón y de acuerdo a parámetros establecidos ejecute una alarma si los niveles son nocivos para la salud del trabajador. Además, el sistema debe mostrar la geolocalización de la zona afectada.

3.1.1.1. Lo que se hará.

Se diseñará un módulo de una aplicación web, con sus respectivos prototipos de media y alta fidelidad que permita:

- La simulación de lecturas de sensores.
- Visualización de un dashboard de las lecturas obtenidas.
- Visualización y sonorización de alarmas ante niveles máximos permitidos por gas.
- Registro histórico de lecturas.
- Pestaña de usuario o roles.

3.1.1.2. Lo que no se hará.

- A parte del módulo inicial, no se diseñarán más módulos.
- No se desarrollará backend.

- No se usarán bases de datos.
- No se harán integraciones con hardware real.
- No se solicitarán certificaciones normativas.
- No se realizarán pruebas de campo.
- No se hará escalamiento o redundancia para producción.

3.1.2. Contextualización

La vereda de Pueblo Viejo en el municipio de Cucunubá (Cundinamarca), goza de una tradición extensa en la minería del carbón y junto a ella enfrenta grandes dificultades en cuanto a la seguridad de sus trabajadores se refiere. La falta de tecnologías apropiadas para monitorear en las minas las condiciones atmosféricas en tiempo real hace que esta labor sea considerada de muy alto riesgo. Con el prototipo de la aplicación web se busca brindar una herramienta accesible y confiable que contribuya al mejoramiento de la seguridad laboral minera.

3.1.3. Planteamiento del problema

El limitado acceso a herramientas tecnológicas avanzadas para monitorear los niveles de gases que se encuentran presentes en las minas, es un problema latente con el que cuentan las empresas a la hora incrementar la seguridad de sus trabajadores.

El prototipo del módulo de la aplicación web es una propuesta que ofrece una mejora significativa, obteniendo lecturas claras y en tiempo real del comportamiento de los gases presentes en las minas subterráneas de carbón.

3.1.4. Mapa de empatía

Figura 1. Mapa de empatía



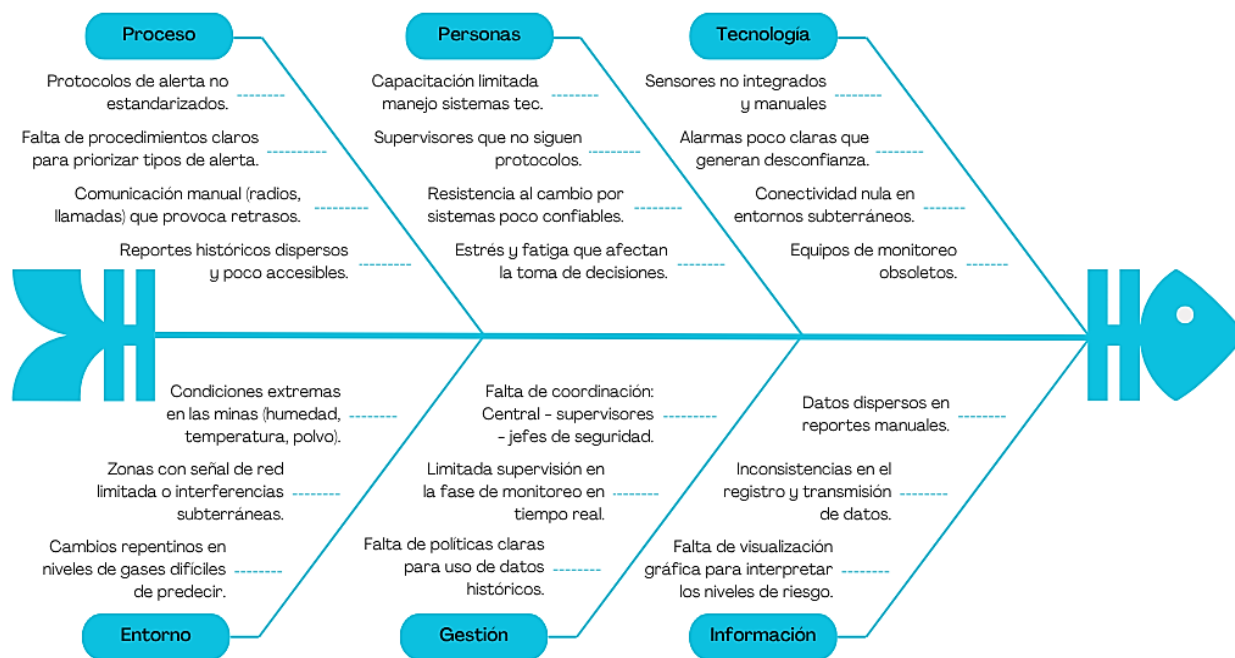
Nota. La figura muestra una profundización en la experiencia humana del usuario.

Fuente: Gómez F. A. (2025).

3.2. Fase de definir

3.2.1. Diagrama causa y efecto (Ishikawa / Espina de Pescado)

Figura 2. Diagrama de Ishikawa



Nota. Se utiliza para identificar y visualizar las potenciales causas del problema

Fuente: Gómez F. A. (2025).

3.2.2. Objetivo general

Analizar y diseñar un prototipo de un módulo de una aplicación web que contribuya a la prevención de riesgos y a la mejora de la seguridad de los trabajadores mineros de la vereda Pueblo Viejo en Cucunubá, mediante la detección temprana de gases.

3.2.3. *Objetivos específicos*

- Detectar cuales son las necesidades de los usuarios, por medio de entrevistas a trabajadores mineros, observación en campo y análisis de la seguridad minera.
- Obtención de los requisitos funcionales y no funcionales de la herramienta.
- Diseñar el diagrama de flujo de la solución.
- Diseñar la matriz de riesgos.

3.2.4. *Metodología ágil*

El desarrollo del proyecto se llevará a cabo con el marco de trabajo Scrum+Kanban, ya que lo podemos implementar con iteraciones cortas, las cuales permitirán entregar incrementos navegables y diagramas de flujo para que los stakeholders puedan validar la propuesta.

Meta del producto

Desarrollar un módulo para una aplicación web que permita al usuario:

- Mostrar en un dashboard, de acuerdo a las lecturas obtenidas los niveles de los gases metano (CH_4), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2) y oxígeno (O_2).
- Generar alertas cuando los niveles de gases superen los permitidos, éstas alertas podrán ser visuales y sonoras.
- Ofrecer informes básicos de las lecturas exportables a PDF o Excel.
- Consultar histórico de las mediciones de los gases.

4. Fase de análisis del ciclo de vida del desarrollo de software

4.1. Levantamiento de la información

El levantamiento de la información se llevó a cabo utilizando técnicas de entrevista (semiestructurada), observación en campo, revisión documental y análisis de seguridad minera.

Los trabajadores de las minas, los jefes de seguridad, los supervisores y los operadores de las oficinas (Central), fueron el núcleo de dicho levantamiento, ya que se han identificado como los usuarios principales del prototipo de la aplicación web.

4.1.1. Principales hallazgos

a. Necesidades del usuario:

- La central de monitoreo necesita alertas en tiempo real.
- Los supervisores necesitan acceder a historiales de reportes.
- Los trabajadores mineros necesitan instrumentos de medición confiables.
- Los familiares de los trabajadores claman por que se pueda mejorar la seguridad laboral.

b. Tecnología:

- Las minas en Pueblo Viejo, al día de hoy cuentan con sensores muy básicos y de uso manual. Un operador debe ingresar a los túneles con dicho sensor para poder realizar las mediciones de gas.
- Los sensores existentes no están conectados a una central.
- En zona subterránea la conectividad es limitada.

c. Procesos de seguridad:

- Los reportes de presencia de gases se realizan de forma manual, lo cual afecta negativamente el proceso, retrasando las alertas.

d. Requerimientos legales y normativos:

- Las operaciones mineras deben cumplir con la normatividad de seguridad laboral según el Ministerio de Trabajo y la Agencia Nacional de Minería (ANM).
- Es obligatorio mantener registros históricos de los niveles de gases.
- Las alertas deben tener respaldo documental y su respectiva trazabilidad para auditorías.

4.2. Conclusión levantamiento de la información

En las minas subterráneas la presencia de gases no es el único problema, a este se le suma la mala comunicación entre supervisores, trabajadores mineros, la oficina central y las lecturas que se realizan con sensores manuales.

Con el análisis se deja en evidencia que el diseño de una aplicación web con monitoreo en tiempo real, con alarmas visuales y sonoras, además, reportes que se puedan generar automáticamente sería una solución viable y muy necesaria para la industria de la minería del carbón.

En conclusión, el aporte de esta fase al proyecto ha sido de vital importancia para el diseño de las funcionalidades, la identificación de los requerimientos técnicos y la orientación del desarrollo hacia una solución que ataca de raíz una de las necesidades reales del sector minero.

5. Fase idear

5.1. Clasificación de Stakeholders

Tabla 1. Clasificación de Stakeholders

Categoría	Stakeholder	Rol	Intereses Prin.	Influencia	Poder	Nivel
Primarios	Central - Oficina de monitoreo	Recibe alertas del sistema, coordina protocolos y comunica emergencias.	Información confiable en tiempo real, alarmas claras y rápidas.	Alto	Alto	Alto
	Supervisores de mina	Enlace entre Central y trabajadores, supervisa operaciones.	Comunicación ágil, reportes claros, instrucciones oportunas.	Alto	Medio	Alto
	Jefe de seguridad minera	Define políticas de seguridad, coordina con la Central y autoridades.	Cumplimiento normativo, control de datos, trazabilidad.	Alto	Alto	Alto
	Trabajadores mineros	Ejecutan labores en campo y cumplen protocolos tras las alertas.	Facilidad de uso, claridad de mensajes.	Medio	Bajo	Medio
	Familiares de los mineros	Receptores indirectos de la seguridad laboral.	Confianza en la respuesta ante emergencias.	Bajo	Bajo	Bajo
Secundarios	Empresa minera	Financiadora y responsable de la implementación.	Reducción de accidentes, continuidad operacional, reputación.	Alto	Alto	Alto
	Autoridades (ANM, Min Trabajo)	Reguladores del sector	Cumplimiento normativo, estadísticas de seguridad.	Alto	Alto	Medio
	Desarrollador del software	Construye y mantiene la aplicación web.	Claridad de requisitos, estabilidad técnica.	Alto	Medio	Alto
Terciarios	Comunidad local	Impactada indirectamente por mejoras de seguridad.	Menor impacto ambiental y social.	Bajo	Bajo	Bajo
	Inversores y accionistas	Garantizan viabilidad económica y escalabilidad.	Rentabilidad, cumplimiento de objetivos, reputación.	Medio	Medio	Bajo

5.1.1. Matriz poder vrs interés

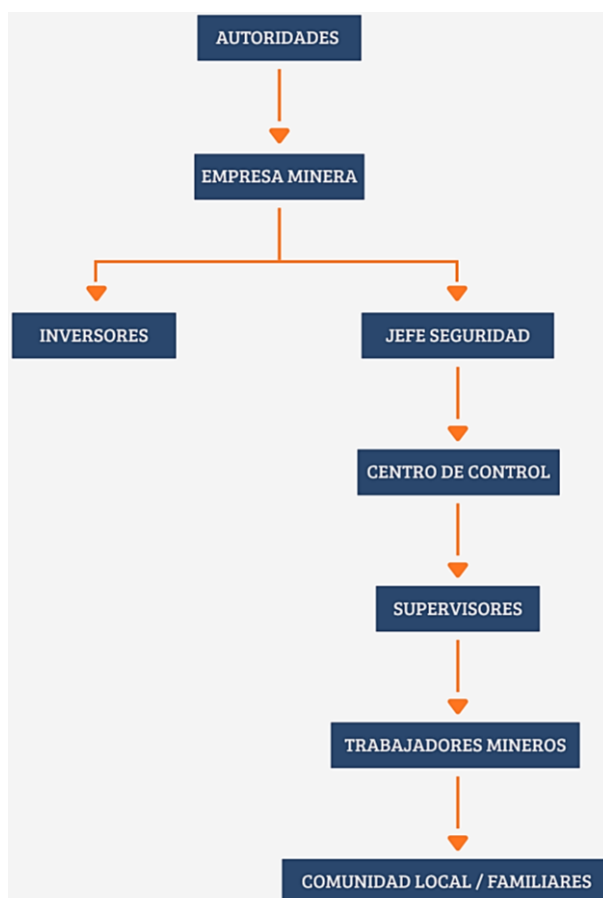
Esta matriz se realiza para priorizar a los stakeholders.

Tabla 2. Matriz poder

Interés	Alto Poder	Bajo Poder
Alto	o Central / Oficina de monitoreo o Jefe de seguridad minera o Supervisores de mina o Empresa minera o Autoridades o Desarrollador	o Trabajadores mineros
Bajo	o Inversores y accionistas	o Comunidad local o Familiares de mineros

5.2. Mapa Stakeholders

Figura 3. Mapa Stakeholders



Nota. Se utiliza para identificar las personas interesadas en el proyecto
 Fuente: Gómez F. A. (2025).

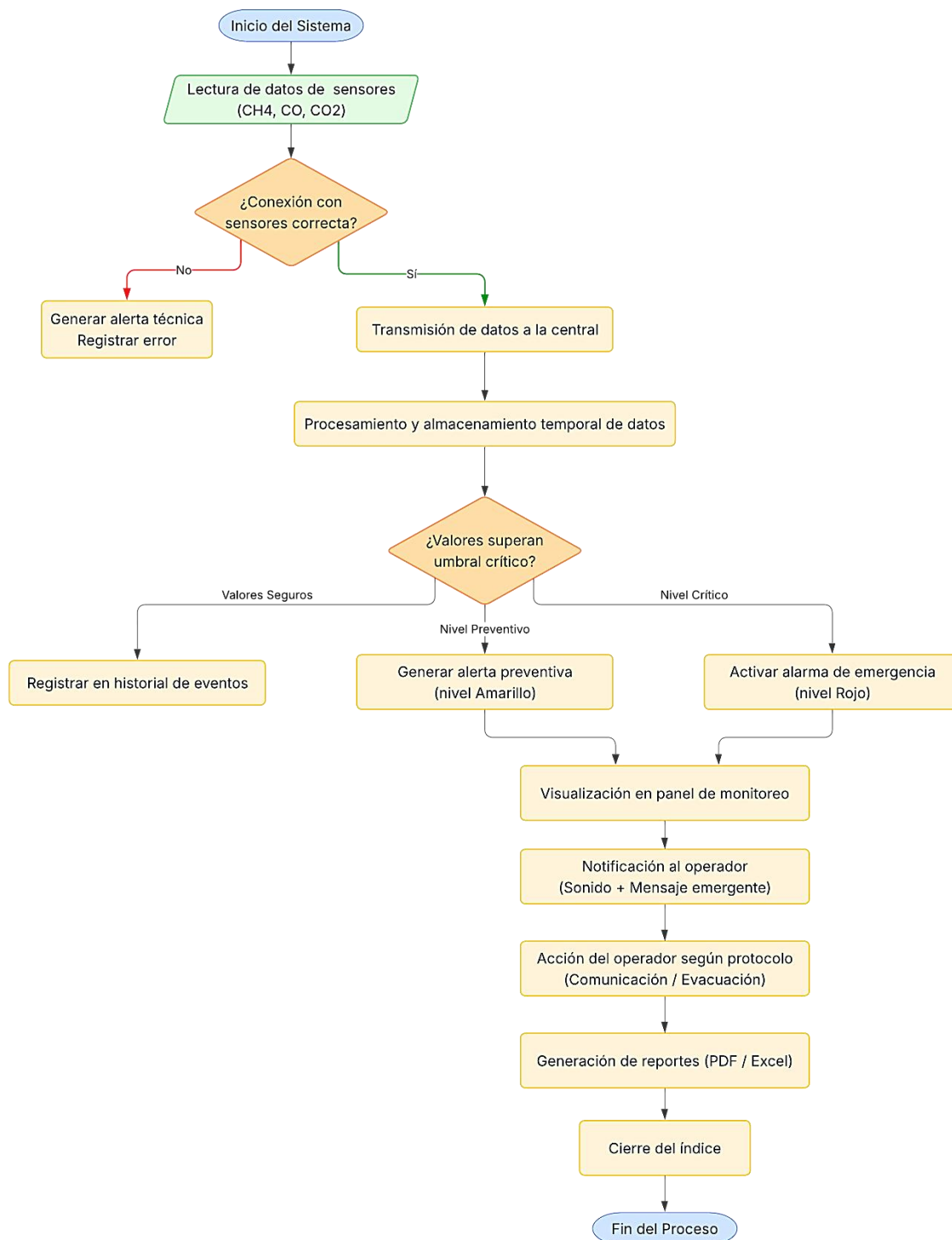
5.3. Matriz de riesgos

Tabla 3. Matriz de riesgos

ID	Descripción del Riesgo	Categoría	Probabilidad	Impacto	Nivel de riesgo	Plan de respuesta	Responsable
R-01	Conectividad inestable en las minas subterráneas que afecte la transmisión de datos de los sensores.	Tecnológico	Alta	Alta	Crítico	Evaluar tecnologías de comunicación adecuadas (LoRa, WiFi Mesh, cableado).	Líder Técnico / Infraestructura
R-02	Fallos en la integración entre sensores y el sistema web.	Tecnológico	Media	Alta	Alto	Crear APIs estandarizadas para integrar nuevos sensores.	Desarrollador
R-03	Resistencia al cambio por parte de los operadores y trabajadores de mina.	Organizacional	Alta	Media	Alto	Capacitación temprana a los usuarios.	Líder de Proyecto / Product Owner
R-04	Cambios en las regulaciones de seguridad minera que afecten los requisitos de la aplicación web.	Legal / Normativo	Baja	Alta	Medio	Monitorear las actualizaciones normativas de la ANM y el MinTrabajo.	Analista de Requerimientos
R-05	Errores de datos por sensores defectuosos o calibración incorrecta.	Operativo	Media	Media	Medio	Establecer protocolos de calibración y mantenimiento preventivo.	Supervisor de Mina / Operador
R-06	Retrasos en el desarrollo por sobrecarga de tareas en el equipo.	Gestión del Proyecto	Media	Media	Medio	Aplicar metodología Scrum+Kanban. Monitorear avances en Trello y realizar daily standups.	Scrum Master
R-07	Pérdida de datos históricos por fallos en el almacenamiento.	Técnico / Infraestructura	Baja	Alta	Medio	Usar almacenamiento en la nube con backups automáticos.	Líder Técnico
R-08	Problemas de usabilidad que dificulten la adopción del sistema.	UX / Producto	Media	Media	Medio	Validar prototipo con usuarios finales.	Diseñador UX/UI

5.4. Diagrama de flujo de la solución

Figura 4. Diagrama de flujo



Nota. Se visualiza gráficamente los pasos y acciones necesarias para resolver un problema

Fuente: Gómez F. A. (2025).

6. Requisitos funcionales y no funcionales

6.1. Requisitos funcionales

Funciones que el sistema debe realizar:

Tabla 4. Requisitos funcionales

ID	Requisito Funcional	Descripción
RF-01	Simular lectura de sensores CH ₄ , CO, CO ₂ y exponer datos via API/WebSocket.	El sistema debe recibir en tiempo real los datos de los sensores de gases (CH ₄ , CO, CO ₂).
RF-02	Mostrar en dashboard lecturas en tiempo real y tendencia.	El sistema debe mostrar un dashboard en el cual se pueda observar el comportamiento de los gases (Niveles).
RF-03	Configuración de umbrales	El operador autorizado debe poder ajustar los valores de umbral conforme a normativas.
RF-04	Procesamiento de datos en la Central	El sistema debe procesar los datos recibidos y compararlos con los umbrales de seguridad.
RF-05	Generación de alertas automáticas	Debe emitir alertas visuales y sonoras cuando los valores superen los umbrales definidos.
RF-06	Panel de monitoreo en la Central	Debe mostrar los datos en un tablero con clasificación por colores (verde, amarillo, rojo).
RF-07	Registro histórico de eventos	Debe almacenar todos los eventos con fecha, hora, nivel de alerta y ubicación.
RF-08	Reportes automáticos	Debe generar reportes en PDF y Excel con los datos históricos y tendencias.
RF-09	Gestión básica de usuarios y roles	Debe permitir crear usuarios con roles (operador, supervisor, jefe de seguridad).
RF-10	Interfaz de navegación	Debe permitir al operador moverse fácilmente entre monitoreo, alertas y reportes.

6.2. Requisitos no funcionales

Características de calidad y rendimiento:

Tabla 5. Requisitos no funcionales

ID	Requisito No Funcional	Descripción
RNF-01	Rendimiento en tiempo real	El sistema debe procesar y mostrar las alertas en menos de 3 segundos después de recibidas.
RNF-02	Disponibilidad	La aplicación debe estar disponible al menos el 99% del tiempo operativo.
RNF-03	Seguridad de datos	Debe garantizar el cifrado de datos en tránsito y en almacenamiento.
RNF-04	Usabilidad	La interfaz debe ser clara, con una curva de aprendizaje mínima para los operadores.
RNF-05	Escalabilidad	Debe permitir integrar más sensores o nuevas minas sin cambios significativos en el código base.
RNF-06	Compatibilidad	Debe funcionar en navegadores estándar y en dispositivos de la Central (PC, tablets).
RNF-07	Trazabilidad	Todas las acciones críticas (configuración, alertas, cierres de incidentes) deben quedar registradas.

7. Historias de usuario

Tabla 6. Historias de usuario

HU-01 Ver lecturas actuales de gases		
Ver lecturas actuales de CH ₄ , CO y CO ₂ en el Dashboard.		
Como Operador quiero ver las lecturas actuales de CH ₄ , CO y CO ₂ en el dashboard, para conocer el estado inmediato de mi zona.		
Criterios de Aceptación		
No	Título	Descripción

1	Acceso al Dashboard	Como Operador quiero ver las lecturas actuales de CH ₄ , CO y CO ₂ en el dashboard, para conocer el estado inmediato de mi zona.
2	Semáforo de estado	Dado que el Operador está visualizando el Dashboard, Entonces cada gas se muestra con indicador de color tipo semáforo: Verde (seguro), Amarillo (advertencia), Rojo (crítico).
3	Gráfico de tendencia	Dado que el Operador visualiza el Dashboard, Entonces puede ver un gráfico de la última hora de mediciones para cada gas.

HU-02 Configurar umbrales de gases		
Configurar umbrales de advertencia y crítico.		
Como Administrador quiero configurar umbrales de advertencia y crítico para cada gas, con el fin de adaptar las alarmas a la normativa.		
Criterios de Aceptación		
No	Título	Descripción
1	Acceso a configuración	Dado que el usuario se ha autenticado como Administrador, Cuando accede a la pantalla de configuración, el sistema permite visualizar y editar los umbrales para CH ₄ , CO y CO ₂ .
2	Persistencia de cambios	Dado que el Administrador guarda los nuevos umbrales, Entonces el sistema persiste los cambios en la base de datos.
3	Aplicación inmediata	Dado que los umbrales han sido modificados y guardados, Entonces el sistema aplica los valores actualizados de inmediato al monitoreo y a las alarmas.

HU-03 Alertas visuales y sonoras		
Recibir alertas visuales y sonoras en caso de superación de umbrales críticos.		
Como Operador quiero recibir alertas visuales y sonoras cuando un gas exceda el umbral crítico, para poder actuar de inmediato.		
Criterios de Aceptación		
No	Título	Descripción
1	Detección de excedencia	Dado que el sistema detecta que un gas supera el umbral crítico, Entonces se activa una alerta visual (modal/popup) destacando el gas afectado.
2	Alerta sonora	Dado que la alerta visual se muestra, Entonces el sistema emite un sonido de alerta que puede activarse o desactivarse según preferencia del usuario.

3	Continuidad de la alerta	Dado que el nivel crítico persiste, Entonces la alerta permanece visible y/o sonora hasta que los valores vuelvan a rango seguro.
---	--------------------------	---

HU-04 Historial de lecturas		
Consultar historial de lecturas de gases.		
Como Supervisor quiero ver el historial de lecturas con filtro por fecha-hora y ubicación, para analizar tendencias.		
Criterios de Aceptación		
No	Título	Descripción
1	Acceso al historial	Dado que el usuario está autenticado como Supervisor, Cuando accede a la sección de historial, el sistema muestra las lecturas almacenadas de los gases.
2	Filtro por rango y ubicación	Dado que el Supervisor requiere un análisis específico, Cuando aplica los filtros de fecha, hora y ubicación, Entonces el sistema muestra solo los registros que cumplen con los criterios.
3	Exportación a Excel	Dado que el Supervisor tiene un subset de datos filtrados, Entonces puede exportarlos en formato Excel para análisis externo.

HU-05 Acceso a logs y estado del sensor		
Ver logs y estado del sensor.		
Como Ingeniero quiero acceder a los logs y al estado del sensor (simulado), para poder depurar fallas.		
Criterios de Aceptación		
No	Título	Descripción
1	Visualización de estado	Dado que el Ingeniero está autenticado, Cuando accede a la pantalla de diagnóstico, el sistema muestra el estado del sensor (OK/Offline).
2	Última comunicación	Dado que se visualiza el estado del sensor, Entonces el sistema también presenta el timestamp de la última comunicación con el sensor.

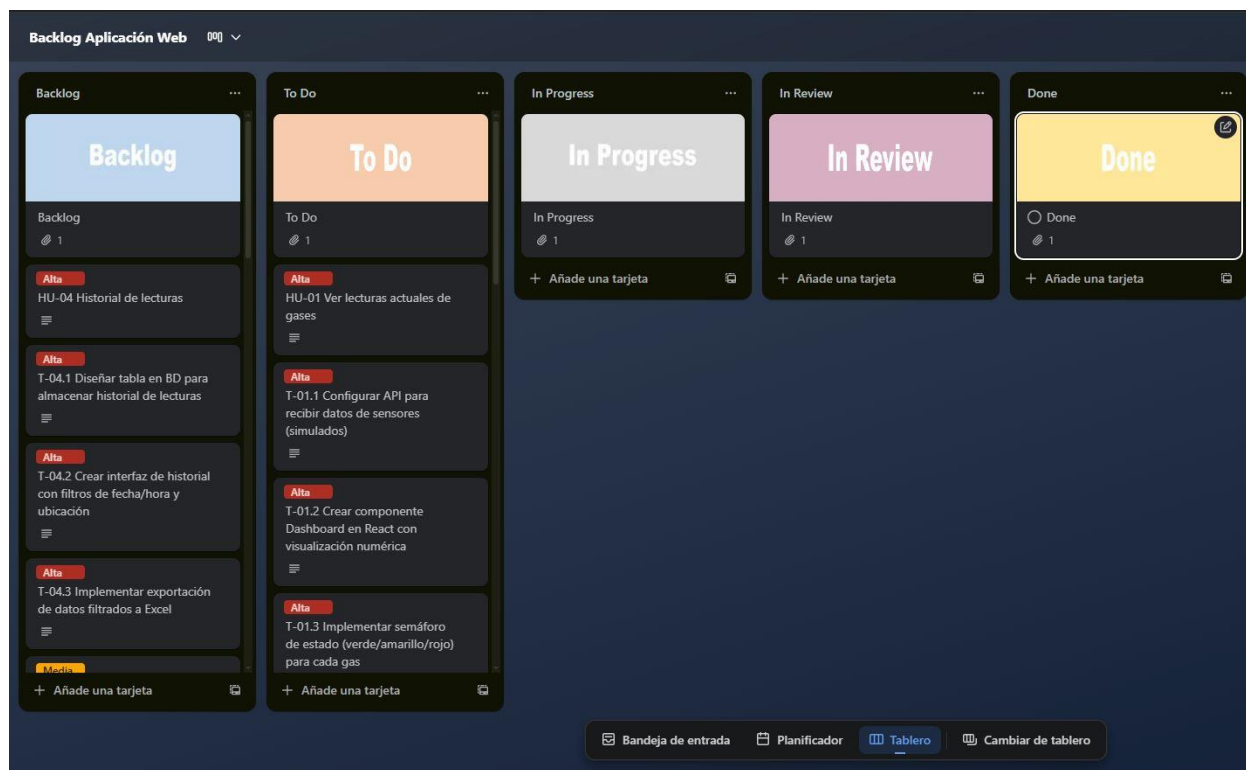
HU-06 Exportación de reportes en PDF		
Exportar reportes diarios en PDF.		
Como Supervisor quiero exportar reportes diarios en PDF, para archivarlos y compartirlos.		

Criterios de Aceptación		
No	Título	Descripción
1	Generación de resumen	Dado que el Supervisor selecciona la fecha de interés, Cuando genera el reporte, Entonces el sistema incluye el resumen estadístico (máximo, mínimo, promedio) de cada gas.
2	Inclusión de eventos críticos	Dado que el reporte es generado, Entonces se agregan en el PDF los eventos críticos registrados en la fecha seleccionada.
3	Descarga del PDF	Dado que el reporte se ha generado, Entonces el Supervisor puede descargarlo en formato PDF.

HU-07 Gestión de usuarios y roles		
Crear cuentas de usuario y asignar roles.		
Como Administrador quiero crear cuentas de usuario y asignar roles, para controlar el acceso a las funcionalidades del sistema.		
Criterios de Aceptación		
No	Título	Descripción
1	Creación de usuario	Dado que el Administrador está autenticado, Cuando accede a la pantalla de gestión de usuarios, Entonces puede crear nuevas cuentas ingresando datos obligatorios (nombre, correo, contraseña, rol).
2	Edición de usuario	Dado que el Administrador requiere actualizar datos, Entonces puede editar información de los usuarios existentes.
3	Asignación de roles	Dado que se crea o edita un usuario, Entonces el Administrador puede asignar o cambiar el rol (Operador, Supervisor, Ingeniero, etc.).

8. Backlog del producto

Figura 5. Backlog



Nota. Es una lista priorizada de todo el trabajo que debe realizarse para desarrollar un producto

Fuente: Gómez F. A. (2025).

9. Anexos

9.1. Link GitHub

<https://github.com/FAGomezValbuena/Act-01-Identificar-el-proyecto-tecnologico.git>

9.2. Link Mapa de empatía

https://www.canva.com/design/DAG0vZQwgR8/ydn6yw9FXdNaaAURJ45ibQ/view?utm_content=DAG0vZQwgR8&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=unique-links&utlId=h8fdbclbfa4

9.3. Link Diagrama causa y efecto (Espina de Pescado)

https://www.canva.com/design/DAG0wP8jEkE/adSeTEhXcqAlbZcLJUIX0A/view?utm_content=DAG0wP8jEkE&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=unique-links&utlId=hbf985c75f8

9.4. Link Mapa Stakeholders

https://www.canva.com/design/DAG0rdT2544/jHcXCkvADdUqZJWV5Yi65g/view?utm_content=DAG0rdT2544&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=unique-links&utlId=h3af4b9a3f6

9.5. Link Matriz de riesgos - Canva

https://www.canva.com/design/DAG01pg97gI/0vmkmPUI_zaRvY1pC58g0Q/view?utm_content=DAG01pg97gI&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=unique-links&utlId=h690c0a64f1

9.6. Link Matriz de riesgos - Trello

<https://trello.com/invite/b/68e13826070370945aaf1770/ATTIef4402e7b55f46028babd0cd823758e678ECD149/matriz-de-riesgos>

9.7. Link Diagrama de flujo de la solución

https://lucid.app/lucidchart/40669775-4f67-4267-a7f0-0ffbcb37a7fb/edit?viewport_loc=-2013%2C24%2C4488%2C2086%2C0_0&invitationId=inv_54e959a6-77d5-4e4c-8be4-cdc508d3bda7

9.8. Link Requisitos funcionales y no funcionales

https://www.canva.com/design/DAG02XK9_JA/TpNlLeugcYrgGDktjH5v2w/view?utm_content=DAG02XK9_JA&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=uniquelinks&utlId=h69135ae631

9.9. Link Backlog

<https://trello.com/invite/b/68e1771682dfa43aba88027a/ATTI568256156eccee51ad3a5b1b64cac2f1D7835C1C/backlog-aplicacion-web>

10. Referencias

Bashar, Abul. (2019). SURVEY ON EVOLVING DEEP LEARNING NEURAL NETWORK ARCHITECTURES. Journal of Artificial Intelligence and Capsule Networks. 2019. 73-82. 10.36548/jaicn.2019.2.003.

Recuperado de

https://www.researchgate.net/publication/338820955_SURVEY_ON_EVOLVING_DEEP_LEARNING_NEURAL_NETWORK_ARCHITECTURES

Clarke, R. I. (2020). Design Thinking. ALA Neal-Schuman.

Recuperado de [https://search-ebscohost-](https://search-ebscohost-com.iberobasesdedatosezproxy.com/login.aspx?direct=true&db=e000xww&AN=2433506&lang=es&site=ehost-live)

[com.iberobasesdedatosezproxy.com/login.aspx?direct=true&db=e000xww&AN=2433506&lang=es&site=ehost-live](https://search-ebscohost-com.iberobasesdedatosezproxy.com/login.aspx?direct=true&db=e000xww&AN=2433506&lang=es&site=ehost-live)

El País. (2023). Explosión en mina de Cucunubá deja varios muertos y heridos. Recuperado de <https://elpais.com/colombia/2023/04/21/explosion-en-mina-cucunuba>

Fernández, F. J. L., & Rodríguez, J. C. F. (2018). La metodología Lean Startup: desarrollo y aplicación para el emprendimiento. Revista Escuela de Administración de Negocios, (84).

Recuperado de

<https://journal.universidadean.edu.co/index.php/Revista/article/view/1918/1940>

Growth Hacking Holiday, R. (2014). Growth hacker marketing: a primer on the future of PR, marketing, and advertising. Penguin.

Recuperado de <https://cdn.waterstones.com/special/pdf/9781781254363.pdf>

Steinbeck, R. (2011). El «design thinking» como estrategia de creatividad en la distancia. Comunicar, 19(37), 27-35.

Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/158/15820024004.pdf>

American Psychological Association. (2020). Publication manual of the American Psychological Association (7th ed.). APA.

ANM. (2023). Reporte de seguridad en minería: Avances y desafíos. Agencia Nacional de Minería.

CSIRO. (2018). Advances in Early Gas Detection in Coal Mines.

García, A., Martínez, B., & Ramírez, C. (2018), abordan el desarrollo de un sistema de alerta temprana para la detección de gases tóxicos, pero no especifican la geolocalización o alerta de derrumbes.

Gómez, J. (2015). Implementación de sensores para la detección de gases en minas de carbón. Universidad Nacional de Colombia.

KPN Safety. (2023). Tecnologías de detección de gases en la minería: Innovaciones y aplicaciones. KPN Safety Journal.

Li, J., Wang, S., & Zhao, L. (2017). Wireless Sensor Networks for Early Detection of Methane Gas in Coal Mines. University of Science and Technology of China.

Smith, E., & Jones, R. (2015), exploran avances en sensores para la detección de gases en ambientes industriales.

Johnson, D., & Smith, J. (2019), discuten tecnologías de localización en tiempo real para entornos laborales peligrosos, pero no se centran específicamente en minas.

Pérez, M., Rodríguez, L., & Gómez, S. (2021), proponen la integración de diversas tecnologías para mejorar la seguridad en entornos laborales, pero no se centran en minas de carbón subterráneas.

Smith, E., & Jones, R. (2015), Avances en sensores para la detección de gases en ambientes industriales.

VQ Ingeniería. (2023). Estudio de riesgos en la minería de carbón en Cucunubá: Un enfoque preventivo. VQ Ingeniería.