



**Universidad
Tecnológica
del Perú**

Presentación de plan de trabajo - Semana 4

Alumnos:

Rodríguez Tapia Gerardo Gabriel	U22203808
Chagua Tasaico Alexis Magno	U21310742
Santibañez Pastor Jose Alexander	1400058
Vicente Balcazar Stheveen slittle	U21216580
Girón Aguilar Aron Neil	U20209814

Docente:

Motta Zorrilla, Bryan

Carrito analizador de Infraestructura de una mina y detector de CO₂

La Problemática del Proyecto:

1. Identificación del Problema:

Una de las principales limitaciones en las operaciones subterráneas es la falta de monitoreo en tiempo real de las estructuras de túneles, lo cual impide detectar de forma oportuna posibles deformaciones o desplazamientos. Esta deficiencia aumenta considerablemente el riesgo de derrumbes. A esto se suma la detección ineficiente de la acumulación de dióxido de carbono (CO₂), el cual, en niveles elevados, representa un serio riesgo para la salud de los trabajadores, ya que puede causar asfixia y, en ciertas condiciones, incluso provocar explosiones.

2. Problema General:

- Problema general:
¿Es posible diseñar un Carrito analizador de Infraestructura de una mina y detector de CO₂?

3. Problema Específico:

- Problemas específicos:
 - ¿Se puede detectar de manera precisa y en tiempo real las deformaciones o fallas estructurales en los túneles?
 - ¿Es posible garantizar una medición continua y fiable de los niveles de CO₂ para prevenir riesgos de intoxicación o explosión?
 - ¿Es posible integrar sensores y tecnología de escaneo en un sistema automatizado que opere eficientemente en entornos mineros adversos?

4. Objetivo General:

- Diseñar e implementar un carrito autónomo capaz de monitorear la integridad estructural de túneles mineros y detectar niveles peligrosos de dióxido de carbono (CO₂) en tiempo real.

5. Objetivos específicos:

- Integrar sensores que permitan medir con precisión la concentración de CO₂ en entornos subterráneos.
- Desarrollar un sistema de navegación autónoma para el carrito que permita recorrer rutas predeterminadas dentro de los túneles.
- Incorporar sensores para evaluar variables ambientales como temperatura y humedad, que pueden influir en la estructura del túnel.
- Establecer un sistema de monitoreo de la integridad estructural basado en la lectura de datos recogidos por el carrito.
- Validar la efectividad del sistema en condiciones simuladas que representen un entorno minero real.

6. Variables:

Dependientes:

- Integridad estructural

Independiente:

- Concentración de CO₂ (ppm)
- Ruta del carrito
- Altura del sensor de CO₂ respecto al suelo
- Temperatura y humedad

Justificación:

Una de las principales limitaciones en las operaciones subterráneas es la falta de monitoreo en tiempo real de las estructuras de túneles, lo cual impide detectar de forma oportuna posibles deformaciones o desplazamientos. Esta deficiencia aumenta considerablemente el riesgo de derrumbes. A esto se suma la detección ineficiente de la acumulación de dióxido de carbono (CO_2), el cual, en niveles elevados, representa un serio riesgo para la salud de los trabajadores, ya que puede causar asfixia y, en ciertas condiciones, incluso provocar explosiones.

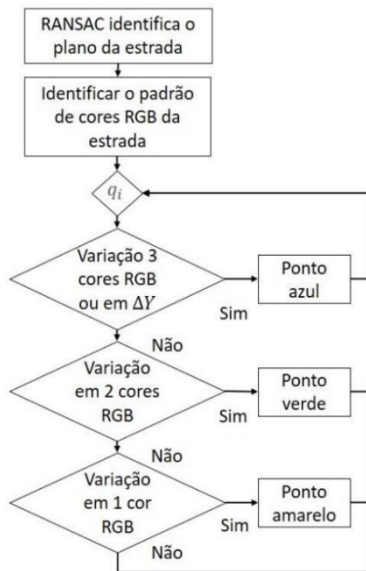
Disgregación del Trabajo:

- A. Subsistema de Movilidad Autónoma
 - Chasis robótico:
 - Ruedas todoterreno con tracción en terrenos irregulares.
 - Motores de alta eficiencia energética.
 - Navegación:
 - Sensores LIDAR y cámaras 3D para mapeo en tiempo real.
 - Energía:
 - Baterías de litio recargables con autonomía de 8+ horas.
 - Opción de panel solar para minas a cielo abierto.
- B. Subsistema de Análisis Estructural
 - Sensores de integridad:
 - Ultrasonido para detectar grietas internas.
 - Acelerómetros para vibraciones anómalas.
 - Procesamiento de datos:
 - Software de comparación con modelos BIM de la mina.
 - Alertas automáticas por deformaciones críticas.
- C. Subsistema de Detección de CO_2
 - Sensores de gas:
 - Calibración automática para evitar deriva.

-
- ```
graph LR; Inicio([Inicio]) --> ArmadoChasis[Armado del chasis]; Inicio --> ArmadoAnalizador[Armado del analizador de estructuras]; Inicio --> ArmadoDetector[Armado del detector de CO2]; ArmadoChasis --> ImplementacionSistema[Implementación de un sistema de navegacion]; ArmadoAnalizador --> ImplementacionSensores[Implementación de sensores y camaras]; ArmadoDetector --> ImplementacionSensoresGas[Implementación de sensores de gas]; ImplementacionSistema --> RevisionSeguridad1{Revisión de medidas de seguridad y de funcionamiento}; ImplementacionSensores --> RevisionSeguridad2{Revisión de medidas de seguridad y de funcionamiento}; ImplementacionSensoresGas --> RevisionSeguridad3{Revisión de medidas de seguridad y de funcionamiento}; RevisionSeguridad1 -- Si --> UnirMaquina[Unirlos es una misma maquina]; RevisionSeguridad1 -- No --> ImplementacionSistema; RevisionSeguridad2 -- Si --> UnirMaquina; RevisionSeguridad2 -- No --> ImplementacionSensores; RevisionSeguridad3 -- Si --> UnirMaquina; RevisionSeguridad3 -- No --> ImplementacionSensoresGas; UnirMaquina --> ImplementacionIA[Implementación de la IA]; ImplementacionIA --> RevisionSeguridad4{Revisión de medidas de seguridad y de funcionamiento}; RevisionSeguridad4 -- Si --> Terminador([Terminador]); RevisionSeguridad4 -- No --> ImplementacionIA;
```
- El diagrama de flujo describe el proceso de implementación de la IA en un sistema de monitoreo de seguridad. Comienza con el 'Inicio' y se divide en tres caminos paralelos para el armado de diferentes componentes: el chasis, el analizador de estructuras y el detector de CO2. Cada componente se implementa y luego se realiza una revisión de medidas de seguridad y de funcionamiento. Si la revisión falla (No), se repite la implementación de ese componente. Si la revisión es exitosa (Si), se procede a unir todos los componentes en una misma máquina. Finalmente, se implementa la IA y se realiza una última revisión de medidas de seguridad y de funcionamiento. Si esta revisión falla, se repite la implementación de la IA. Si es exitosa, el proceso termina en el 'Terminador'.

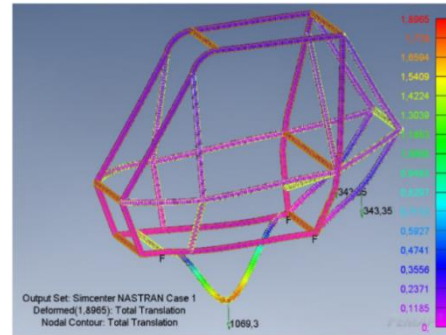
[illegible]





“Diagrama de fluxo de Ramos et sobre su Sistema robótico explorador para monitoreo ambiental y estructural en minería subterránea.”

“IA detecta deformaciones” (Sistema robótico explorador para monitoreo ambiental y estructural en minería subterránea)



## Base teórica:

- Vehículos móviles autónomos en minería:  
Los vehículos móviles autónomos han cobrado protagonismo en operaciones mineras, especialmente en labores de inspección, monitoreo y detección de peligros en zonas de difícil acceso. Estos sistemas no requieren intervención humana directa y son programados para desplazarse y recolectar información del entorno. A diferencia de los robots humanoides, los carritos analíticos suelen tener tracción diferencial, sensores ambientales y módulos de procesamiento que les permiten operar de manera eficiente en terrenos irregulares y con poca visibilidad.
- Visión artificial y análisis de infraestructura  
El uso de OpenCV permite al sistema analizar grietas o deterioro en paredes mediante técnicas como detección de bordes (Canny), segmentación y detección de patrones. Esto es vital para evaluar el estado de la infraestructura minera.
- Inteligencia artificial en análisis de datos  
El uso de redes neuronales o algoritmos de aprendizaje supervisado permite clasificar tipos de fallas estructurales o niveles peligrosos de CO<sub>2</sub>, lo que mejora la toma de decisiones autónomas por parte del carrito.
- Normativa de seguridad minera  
Según regulaciones internacionales, como las promovidas por la OSHA o equivalentes locales, los niveles de CO<sub>2</sub> en espacios cerrados deben ser

monitoreados constantemente para evitar intoxicaciones. La integración de estos sistemas ayuda a cumplir con dichos estándares.

### **Marco conceptual:**

- CO<sub>2</sub> (Dióxido de Carbono): Gas incoloro y tóxico en altas concentraciones.
- Sensores de detección de gases: MQ-135
- MQ-135: Sensor utilizado para la detección de gases nocivos, incluyendo el CO<sub>2</sub> .
- Visión artificial: Aplicación de cámaras y algoritmos (OpenCV) para analizar visualmente el entorno.
- TensorFlow: Biblioteca de aprendizaje automático útil para clasificar imágenes o niveles de gases.
- Tracción diferencial: Tipo de locomoción robótica utilizada en el carrito para desplazamiento autónomo.
- Soldadura SMD: Técnica de ensamblaje de componentes electrónicos que se usará en el diseño del sistema electrónico.
- Diseño de circuitos: Planificación y construcción de la parte electrónica del carrito.



## **Bibliografía:**

- Contador, C., Muñoz, L., Pérez, R., & Tapia, C. (2021). Technological innovation for mine monitoring using IoT systems. ACG Publications.

[https://papers.acg.uwa.edu.au/p/2135\\_13\\_Contador/](https://papers.acg.uwa.edu.au/p/2135_13_Contador/)

Este artículo presenta un sistema de monitoreo de infraestructura minera utilizando tecnologías IoT. Describe sensores, redes de comunicación y métodos de recolección de datos en minas subterráneas, contribuyendo a la seguridad y mantenimiento predictivo.

- Danielbernalb. (s.f.). LibreCO2 – Instrucciones en Español. GitHub.  
<https://github.com/danielbernalb/LibreCO2/blob/main/INSTRUCCIONES%20en%20Espa%C3%B1ol.md>

Repositorio en GitHub que detalla cómo construir un dispositivo portátil para medir dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) usando sensores de bajo costo. Incluye código, diagramas y materiales necesarios, útil para replicar o adaptar el diseño en entornos industriales o educativos.

- MediciónCO2. (s.f.). Proyecto medidor de CO<sub>2</sub>. GitHub.  
[https://github.com/medicionco2/proyecto\\_medidor\\_co2](https://github.com/medicionco2/proyecto_medidor_co2)

Proyecto colaborativo de código abierto orientado a la creación de medidores de CO<sub>2</sub> en tiempo real. Ofrece esquemas electrónicos, instrucciones de ensamblaje, y programación del dispositivo con enfoque educativo y de monitoreo ambiental.

- Red Iberoamericana de Innovación y Transferencia de Tecnología (REDILAT). (2022). Sistema de monitoreo de CO<sub>2</sub> en ambientes laborales confinados usando Arduino y sensores de bajo costo. Latinoamérica Tecnología, 2(1), 40–55. <https://latam.redilat.org/index.php/lt/article/view/1640/2008>

Publicación académica que presenta un sistema de monitoreo de CO<sub>2</sub> diseñado para ambientes confinados, como túneles o minas. Se basa en el uso de Arduino, sensores MQ y WiFi. Evalúa su efectividad con pruebas de campo, destacando su bajo costo y fácil implementación.

- Techzone. (2020, junio 7). Así funciona un sensor de gas MQ135 con Arduino [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=7OHqT15nE9w>

Video explicativo sobre el uso del sensor MQ-135 para detectar gases contaminantes, incluyendo CO<sub>2</sub>, amoníaco y óxidos de nitrógeno. Muestra la conexión con Arduino y cómo interpretar las lecturas en un entorno de prueba.

- Daniel Bernal. (2020, octubre 5). Cómo funciona un sensor de CO<sub>2</sub> con Arduino [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=KYHC06xhUu4> Tutorial básico que explica el funcionamiento de un sensor de dióxido de carbono con Arduino. Incluye conexión del sensor, lectura de datos en el monitor serial y ejemplos de aplicación en entornos educativos.
- Sahu, P. R., & Pradhan, R. (2022). Safe Mining System. International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology (IJRASET), 10(4). <https://www.ijraset.com/best-journal/safe-mining-system>  
Este proyecto desarrolla un sistema de minería seguro utilizando sensores de gas (MQ135), sensores de temperatura y una unidad de alarma conectada por Wi-Fi. Su objetivo es detectar condiciones peligrosas en minas y emitir alertas en tiempo real para proteger al personal minero.
- Ramos, J. S., Silva, H. L. C., & Moreira, R. A. (2019). Desenvolvimento de um sistema autônomo para mapeamento de áreas confinadas com ênfase em mineração. Cadernos de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas, Centro Universitário de Volta Redonda.  
<https://revistas.unifoa.edu.br/cadernos/article/view/3784>

Este artículo describe el desarrollo de un robot autónomo para exploración de minas subterráneas. El sistema incluye sensores de distancia y cámara, además de control por Arduino. Se enfoca en mejorar la seguridad mediante el mapeo autónomo de áreas peligrosas.

- Garcia, A., Ramos, P., Silva, M., & Souza, L. (2019). Detecção de la orientación mediante visión artificial para el control de equilibrio en robots humanoides. En Anais do Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente (SBAI).  
<https://doi.org/10.21528/CBIC2019-28>

El estudio propone el uso de visión artificial para detectar la orientación y mantener el equilibrio en robots humanoides. Analiza algoritmos de seguimiento visual y la implementación de grados de libertad para estabilización, ofreciendo bases aplicables a sistemas móviles de detección y navegación autónoma.