



**14^{vo} Congreso Iberoamericano
de Pavimentos de Concreto**

**2^{do} Congreso Iberoamericano de
Pisos Industriales de Concreto**



Inteligencia Artificial aplicada a pavimentos de concreto y al diagnóstico de estructuras de pavimentos

Rodrigo Reyes Jara
BLEND Plants
Chile



Síndrome de Diógenes Digital



Síndrome de Diógenes Digital

“

*“Tenemos una aeronave que sobrevuela la línea una vez al mes para comprobar que todo esté en orden. Pero, sinceramente, **nadie revisa las imágenes.**”*

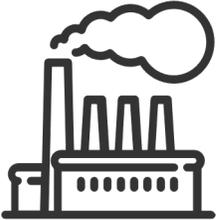
Gerente Senior de Integridad de Activos, Patrulla Aérea California, EEUU.



¿Qué es más importante, el Dato o la Información?



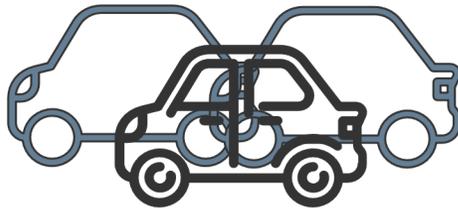
Industria 1.0



1. Mecanización
 Máquina de Valor, energía hidráulica y mecanización

Fines del siglo 18

Industria 2.0



2. Electricidad
 Producción en masa, cadena de Montaje y electricidad

Principios Siglo 20

Industria 3.0



3. Informática
 Automatización, tecnología de la Información y la comunicación TIC

Principios de los 70's

Industria 4.0



4. Digitalización
 Internet de las cosas, la nube, coordinación digital, sistemas ciberfísicos, robótica, Inteligencia Artificial

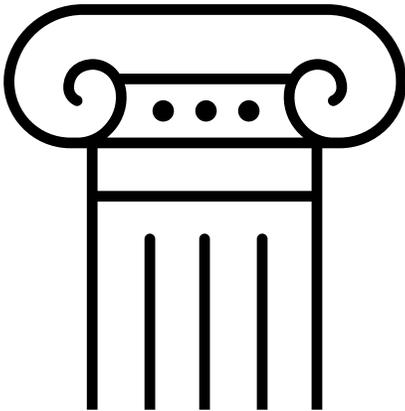
Hoy

Nivel de Complejidad

¿Cómo Aplica a la Construcción?

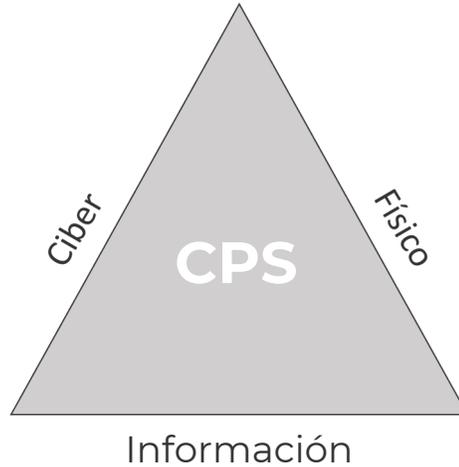
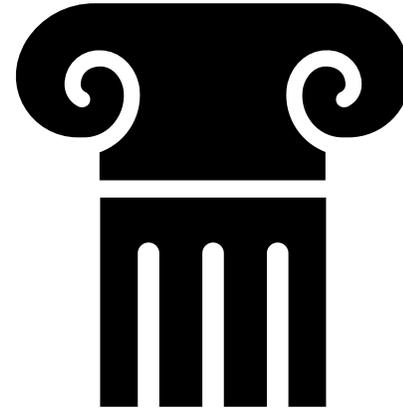
Digitalización

TI



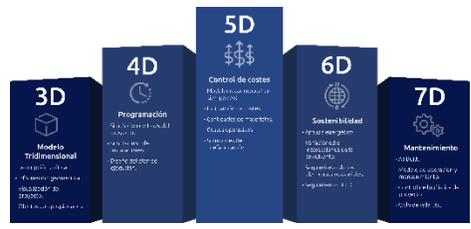
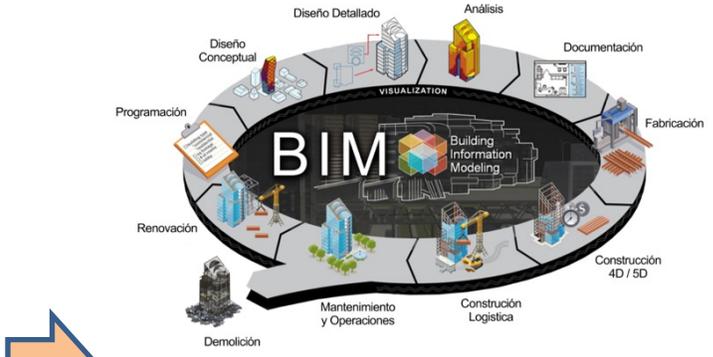
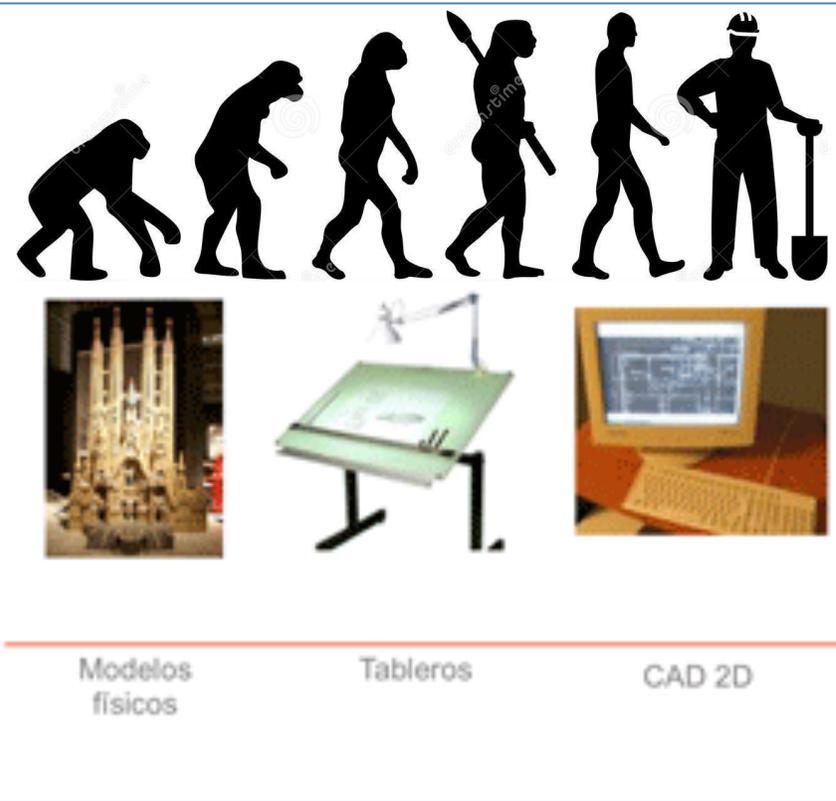
Industrialización

TO

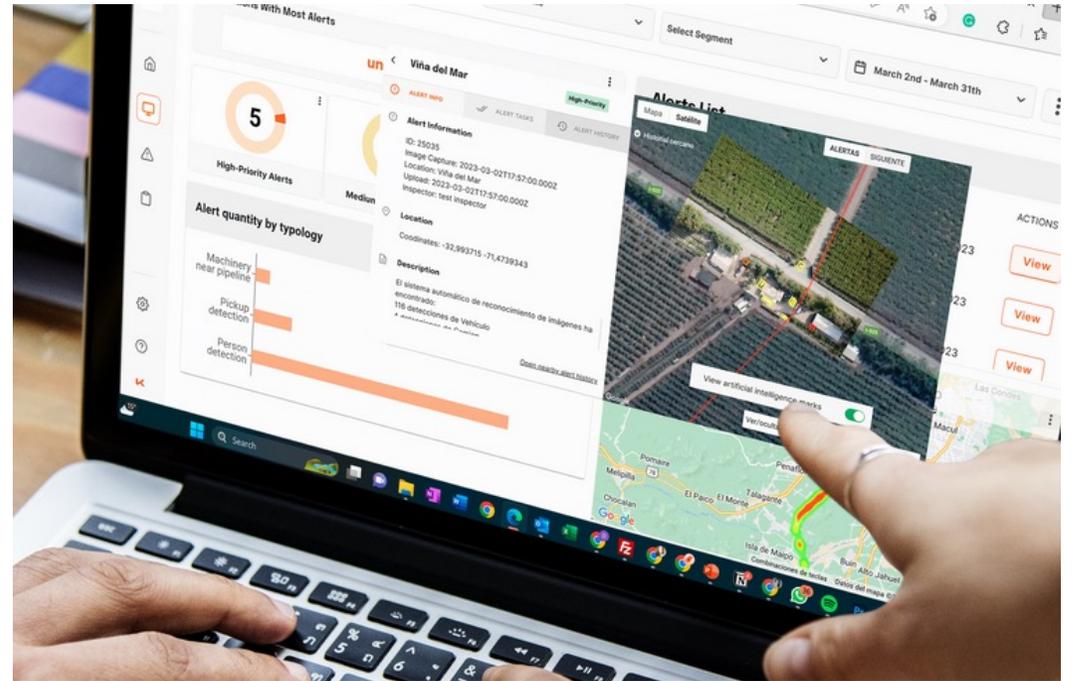
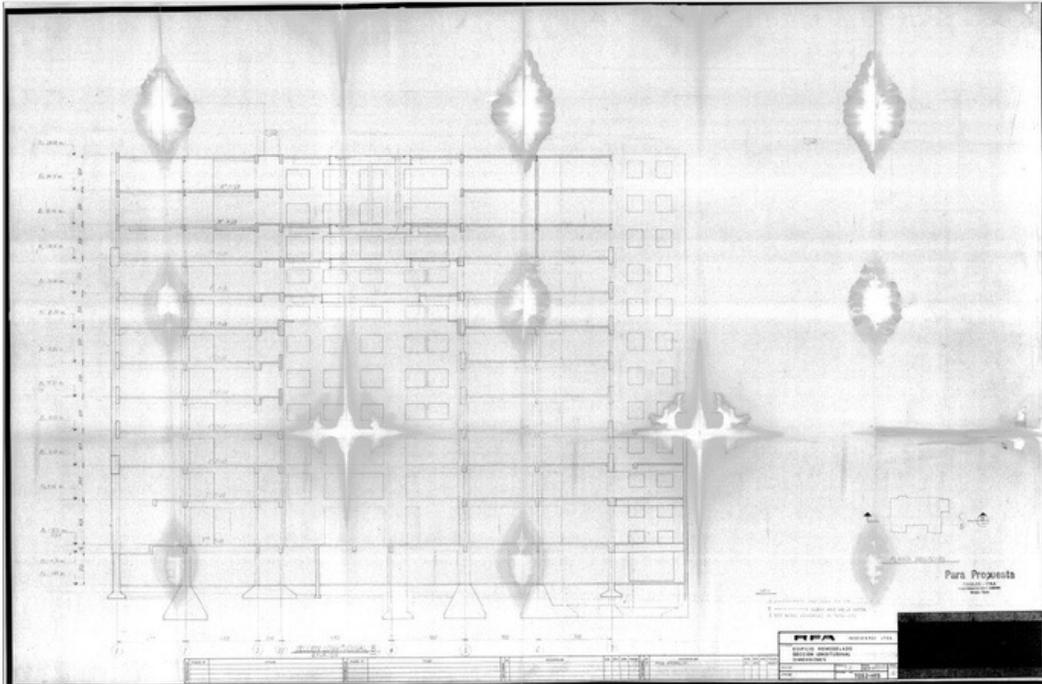


CONSTRUCCIÓN 4.0

Evolución de la Industria de la Construcción



Diagnóstico Manual Vs Automatizado



Actualidad | Manual



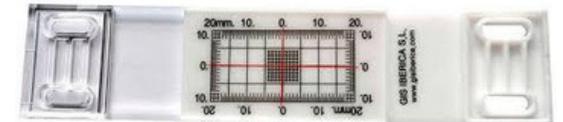
Fuente: 2020
www.trabajosenaltura.co



Fuente: 2020
revistaconstruir.com



Fuente: 2020
www.patologiasconstruccion.net



Fuente: 2020
www.patologiasconstruccion.net

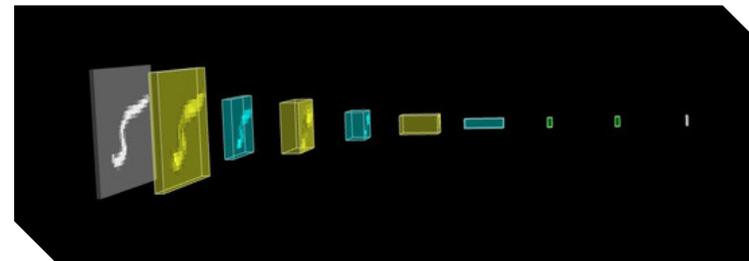
Esperado | Automatizado



Fuente: 2020
www.eadic.com



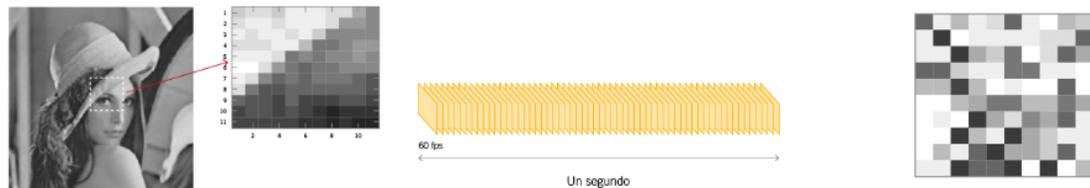
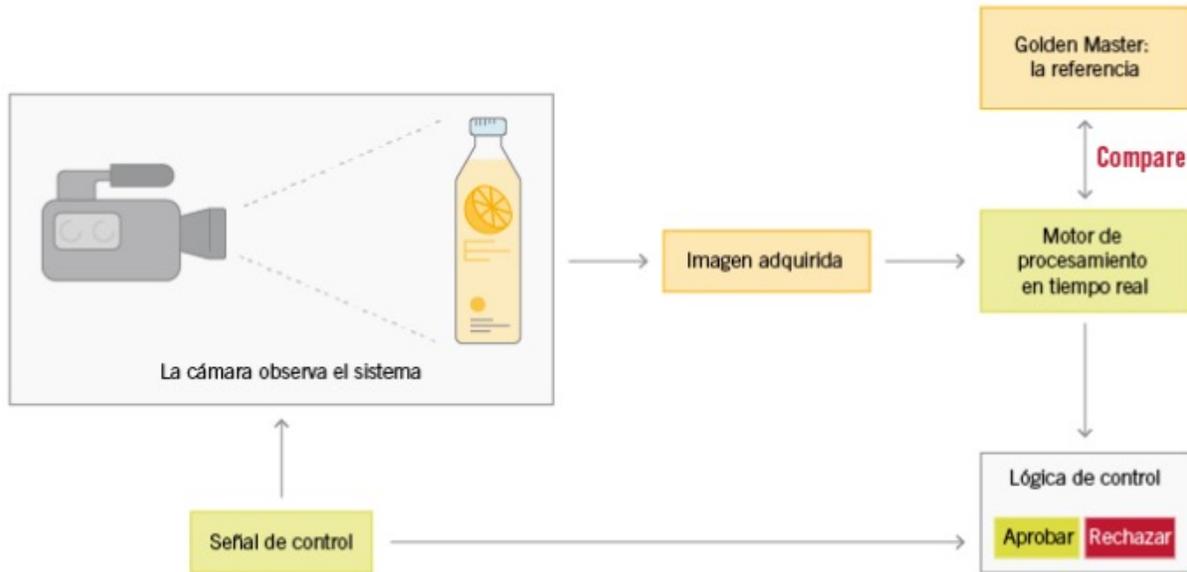
Fuente: 2020
www.treelogic.com



Fuente: 2020 www.towardsdatascience.com

Procesamiento de Datos

Visión de la máquina: Extracción de la información desde una imagen



Resolución espacial

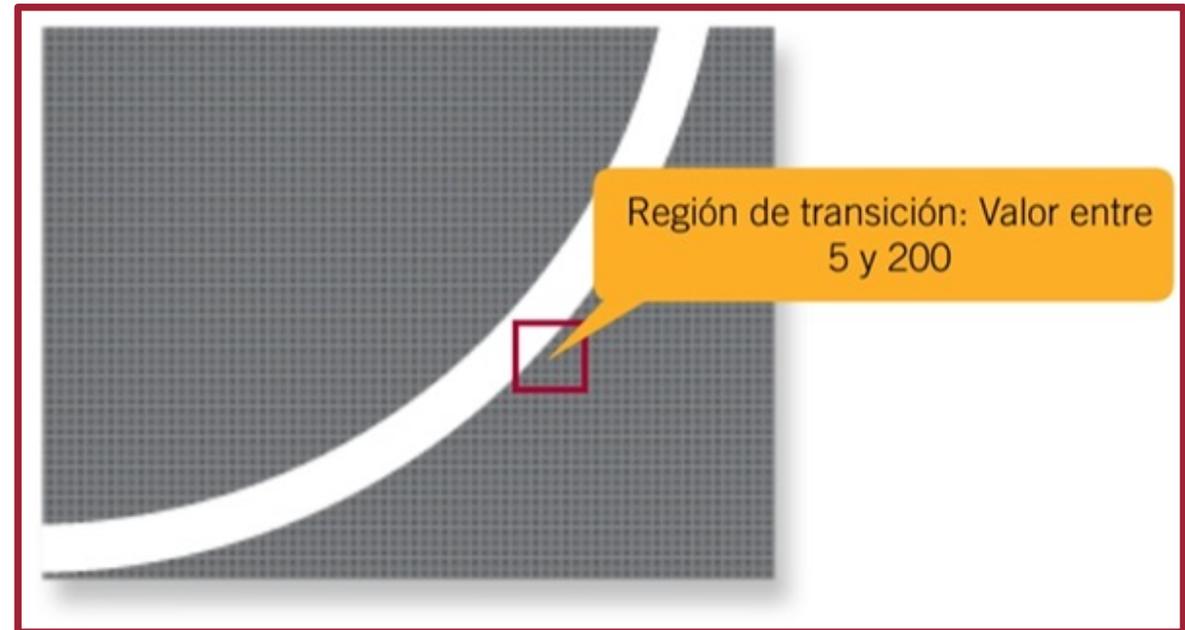
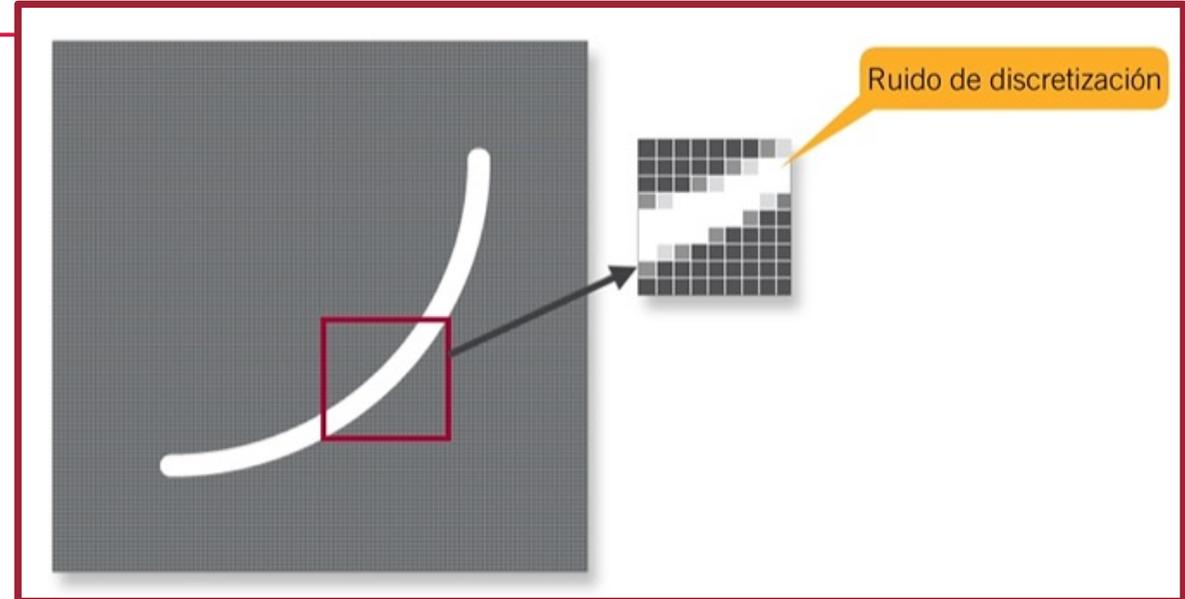
+

Resolución temporal

+

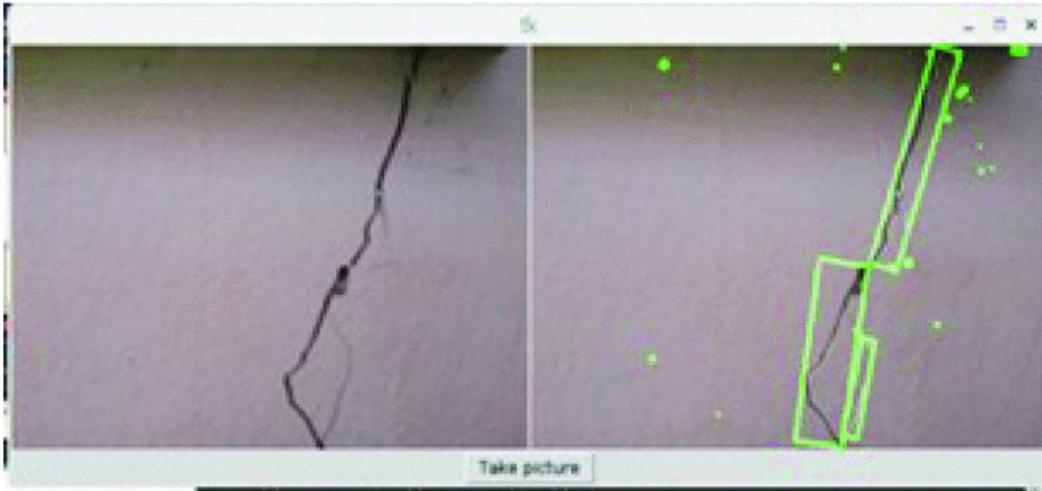
Resolución de profundidad de píxel

+

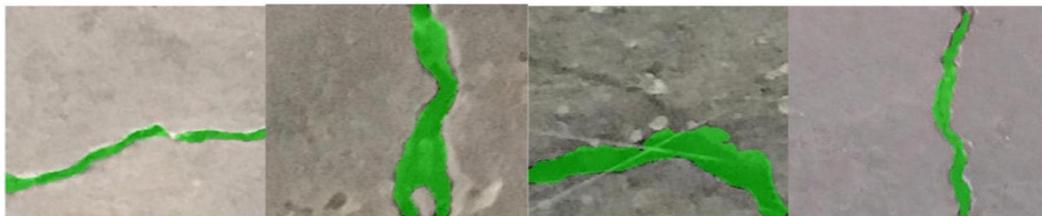


TECNOLOGÍA: ALGORITMOS DE IA EN FISURACIÓN

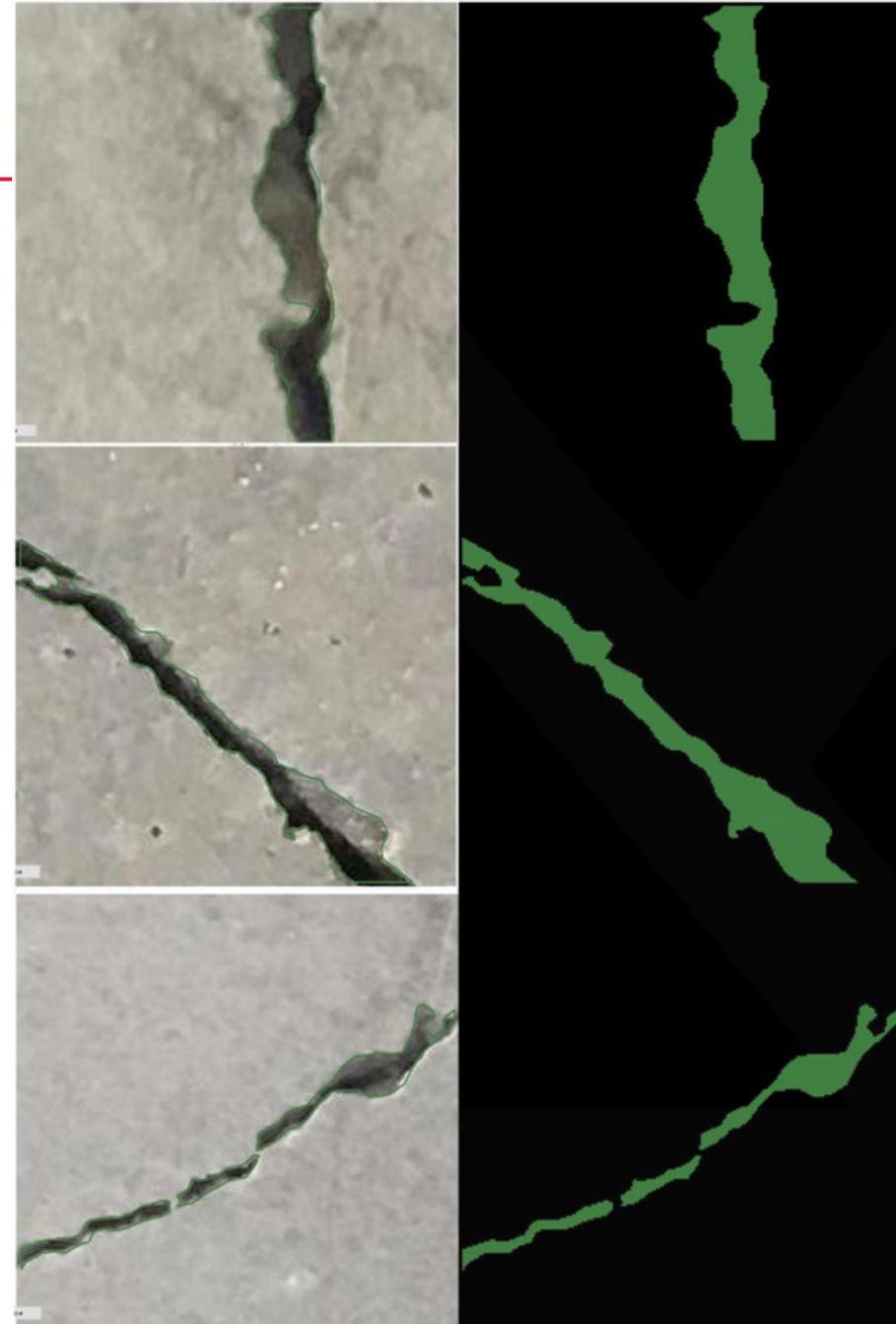
Para procesamiento de imágenes de inspección.



Fuente: Paglinawan et al. (2019)



Fuente: 2019 Dung y Anh



Fuente: 2019 Dung y Anh

GPR: Ground Penetrating Radar



TECNOLOGÍA:

GPR: Ground Penetrating Radar

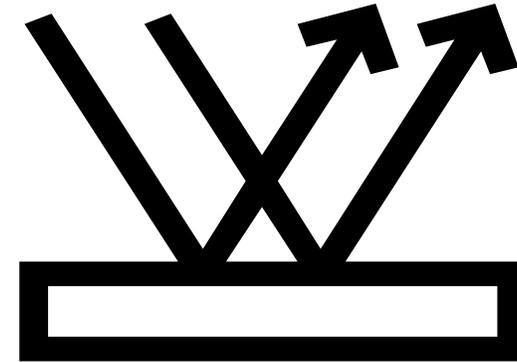
- Método no destructivo e independiente del material
- Alta resolución y buena penetración
- Ideal para localizar fugas y anomalías subterráneas



¿Cómo funciona el GPR?



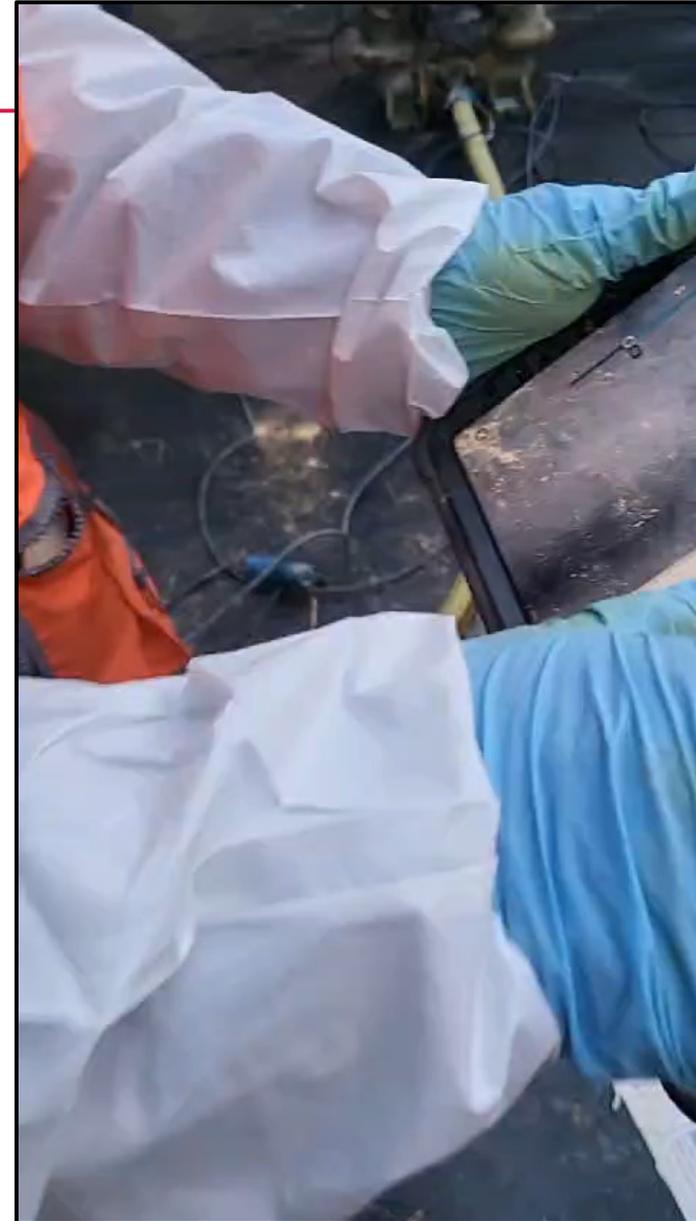
- El GPR emite una señal que atraviesa algunos tipos de material y se refleja en otros.
- El GPR utiliza una antena para emitir una señal electromagnética (como una radiografía) que se refleja al encontrarse con un cambio de material (como un ultrasonido).



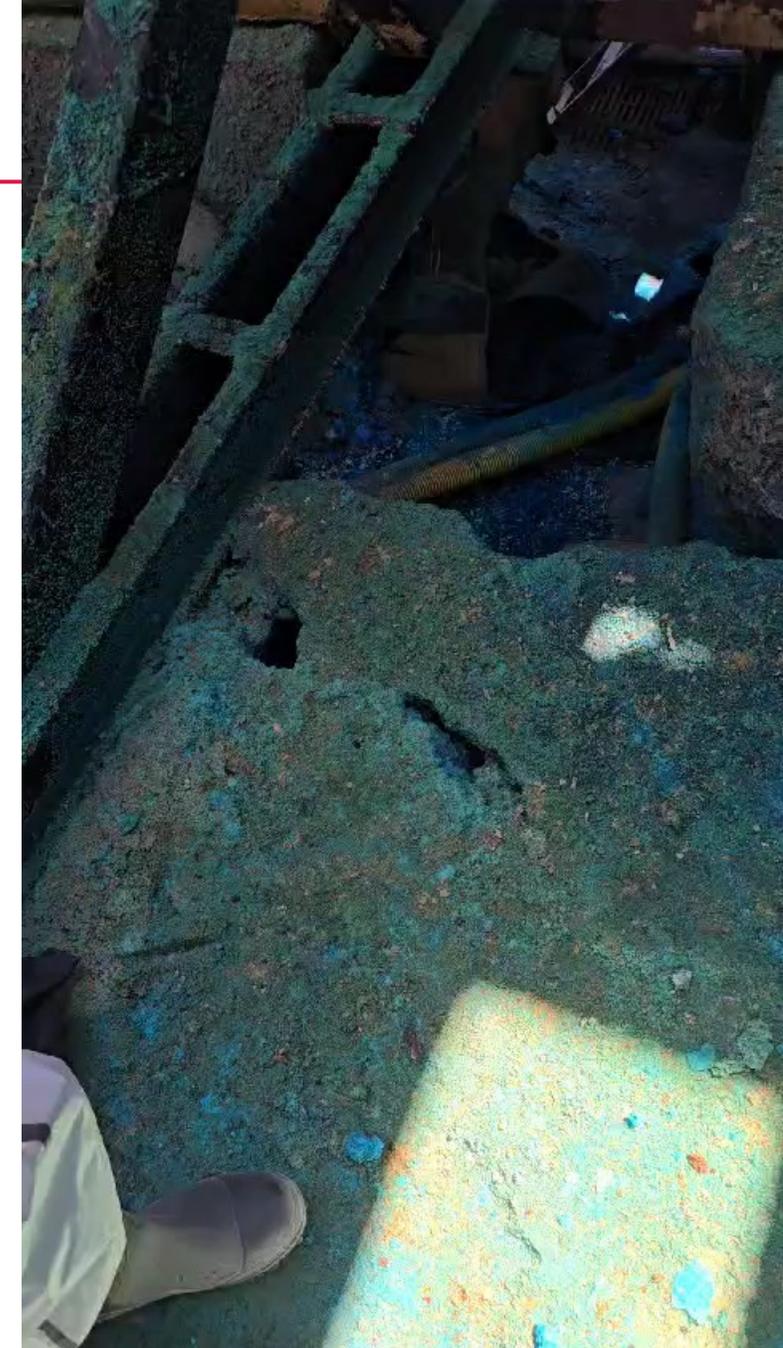
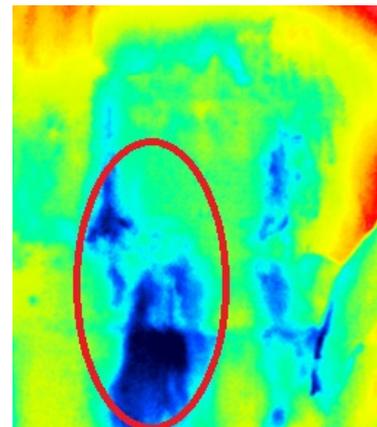
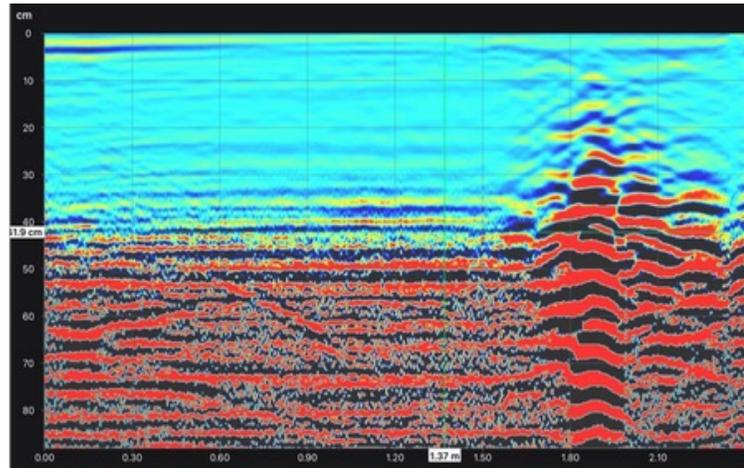
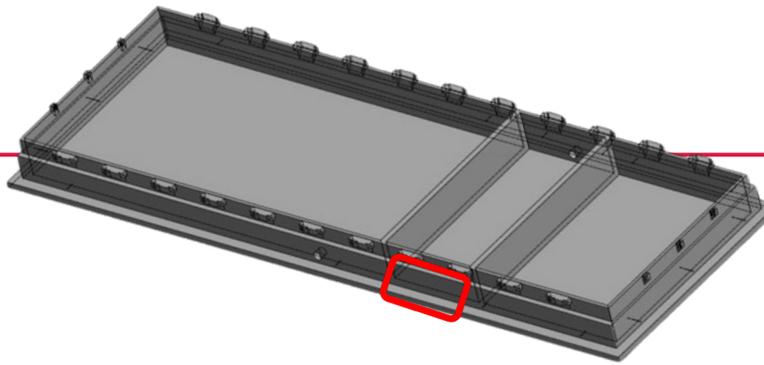
La antena de GPR emite un pulso de energía electromagnética que se encuentra en el rango de frecuencias de radio. A veces se la denomina onda de radio.

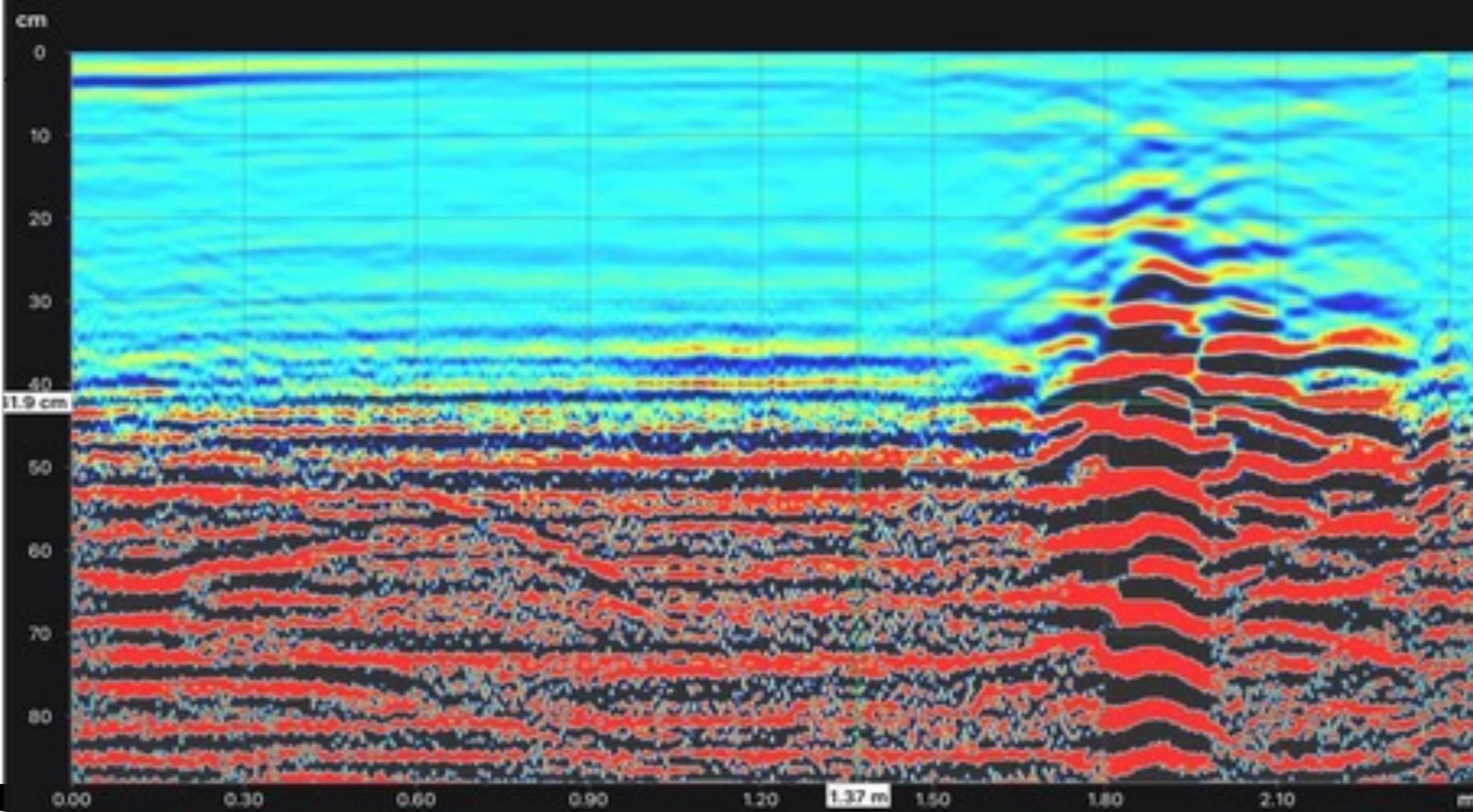


Campañas – Diagnóstico con GPR



Campaña – Detección Fuga TK Ácido





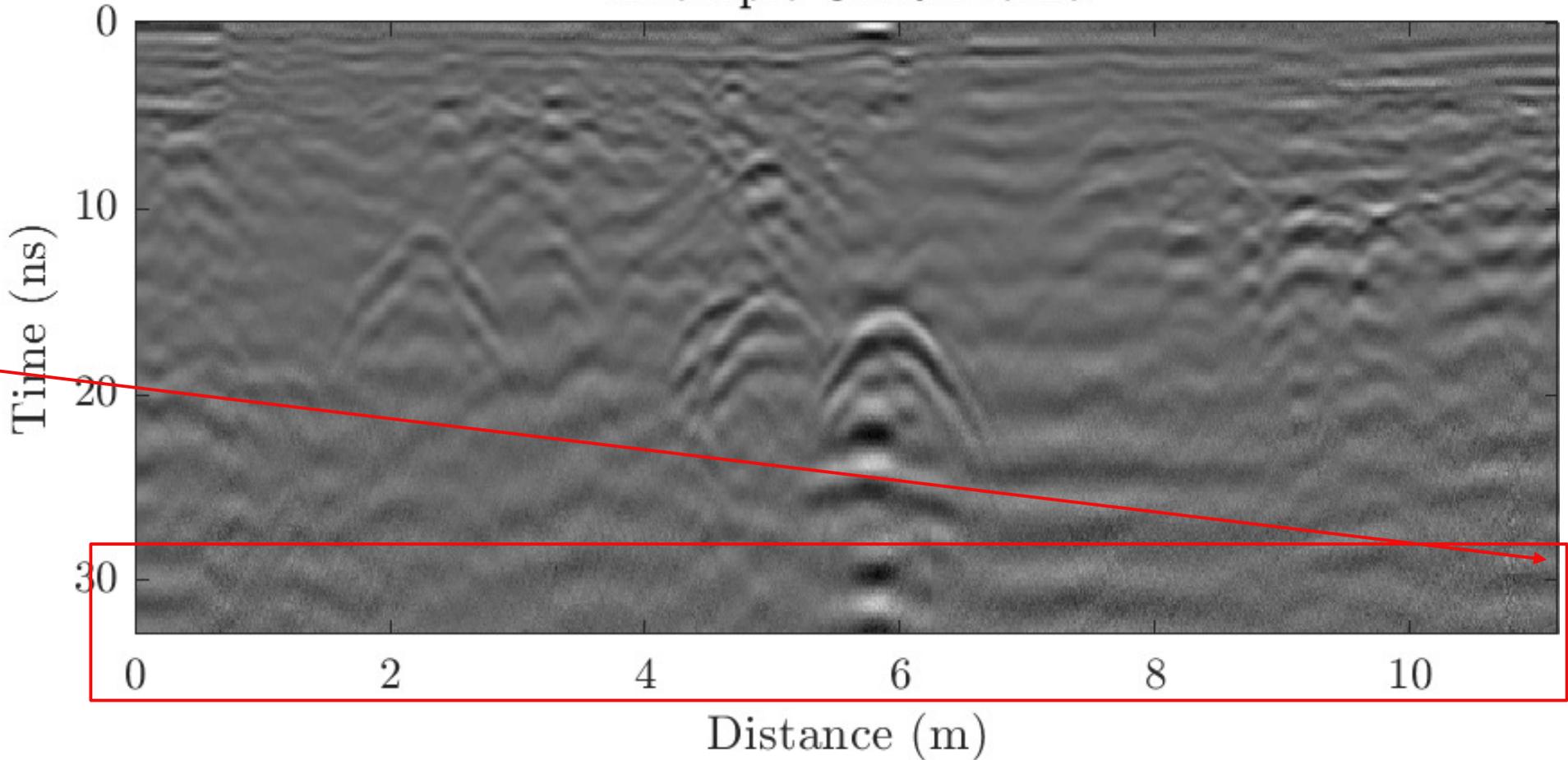
¿Sobre qué distancia recorrió el carrito de GPR?



Respuesta:

El eje x es la distancia que recorre el carrito de GPR. En este ejemplo, el radar se desplazó 11 metros.

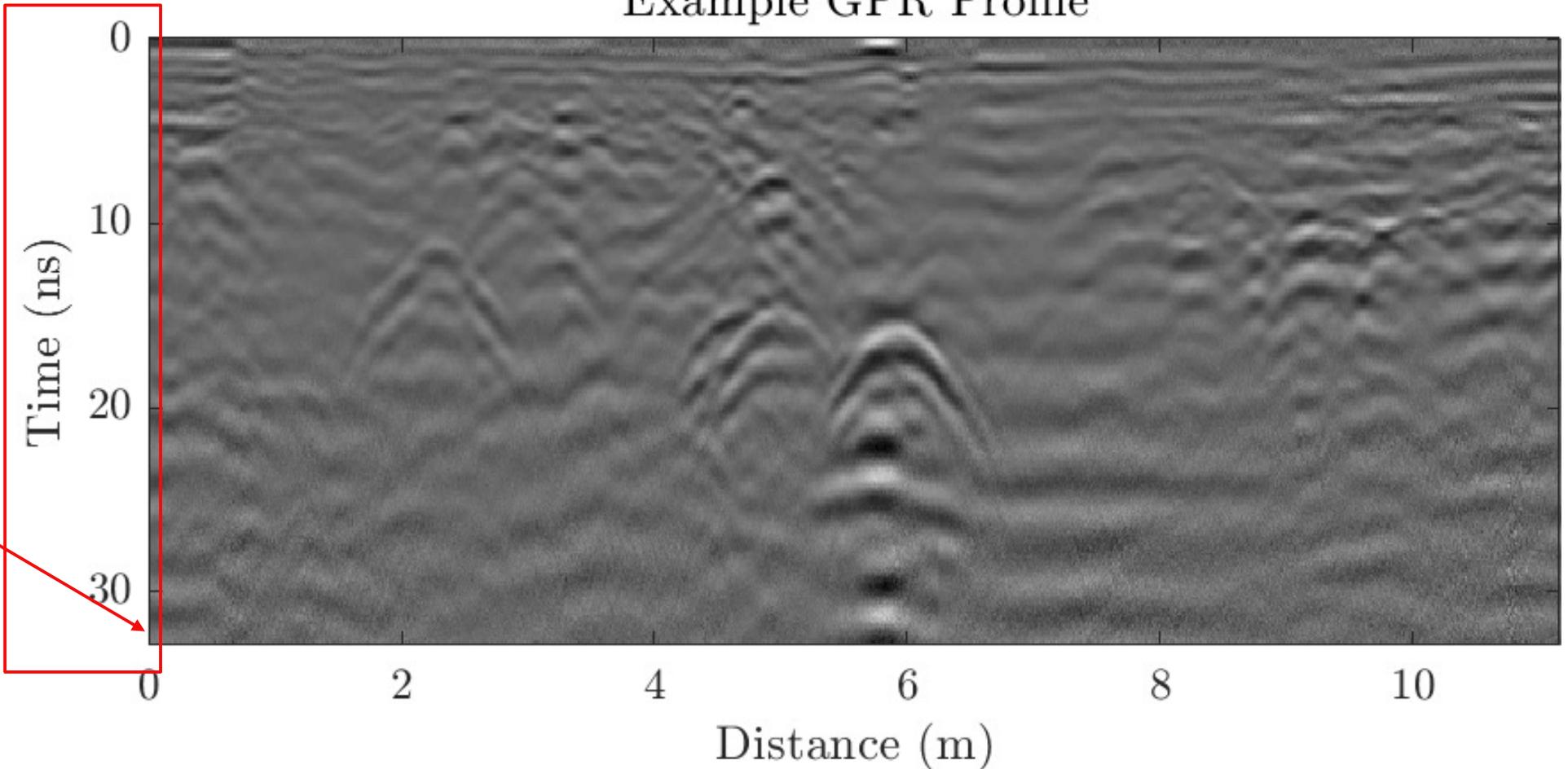
Example GPR Profile



Respuesta: En cada posición, el eje y corresponde al tiempo de ida y vuelta. En este ejemplo, el receptor registró señal reflejada hasta aproximadamente **32 ns*** después de que se transmitió el pulso inicial.

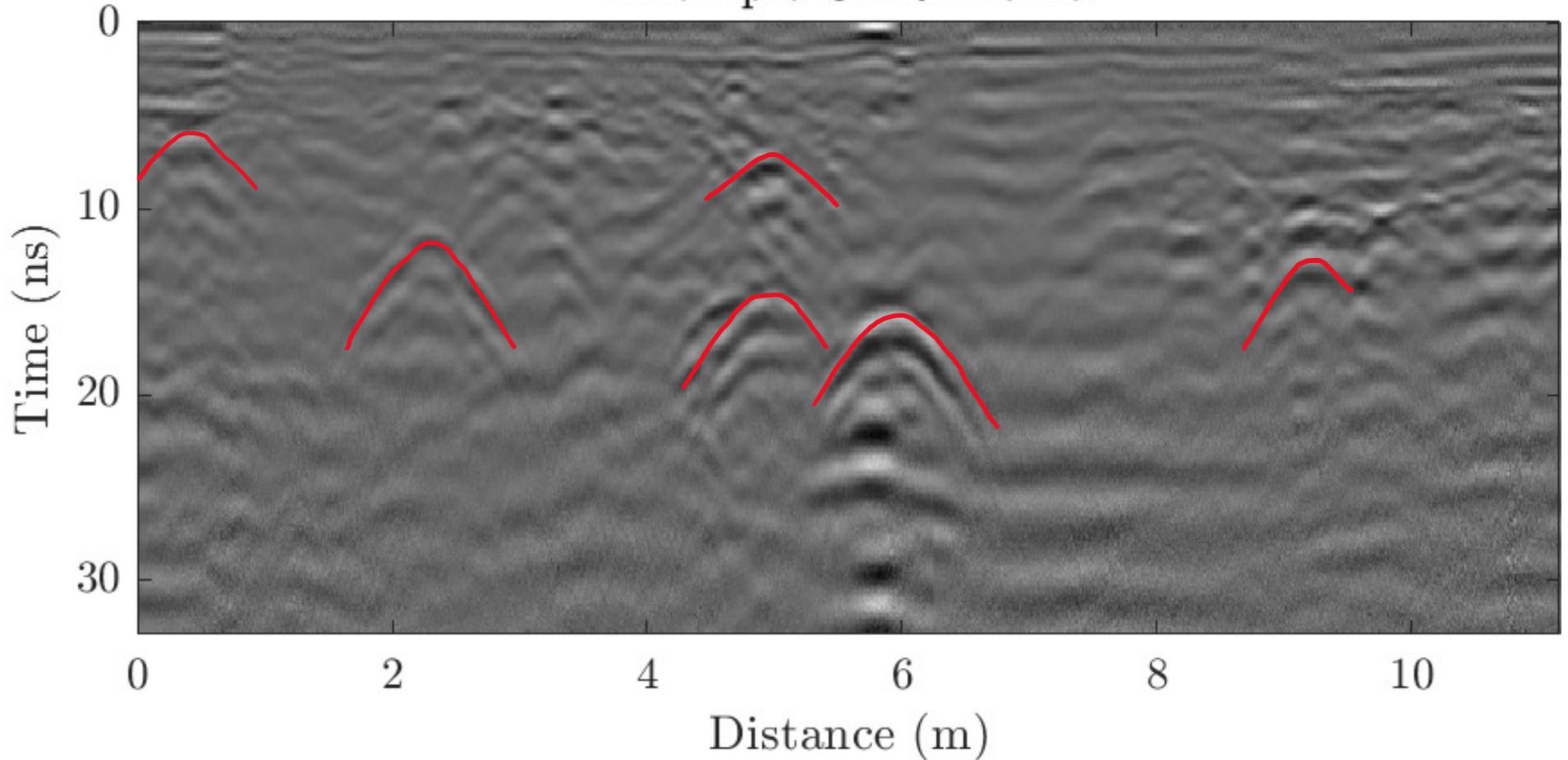
*¡Las ondas GPR viajan tan rápido que las reportamos en metros por nanosegundo (ns)!

Example GPR Profile



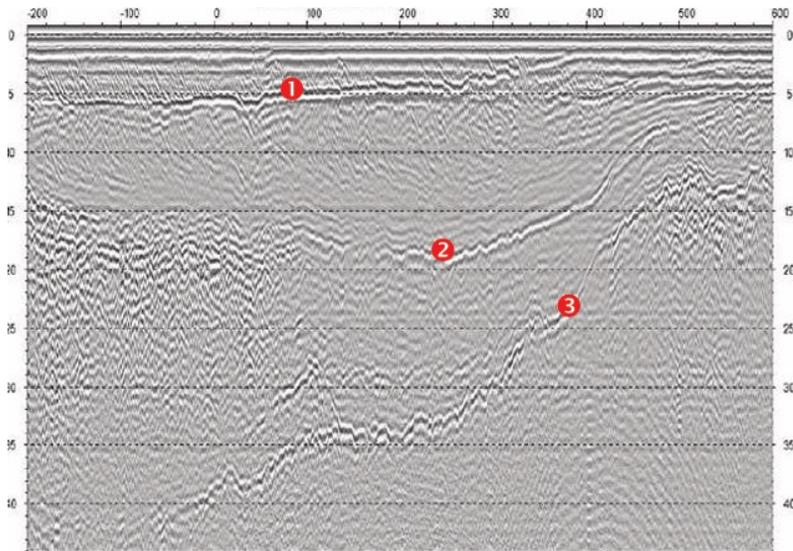
Las “U” invertidas que se muestran aquí son hipérbolas. Indican características en el subsuelo que tienen propiedades diferentes al propio terreno.

Example GPR Profile



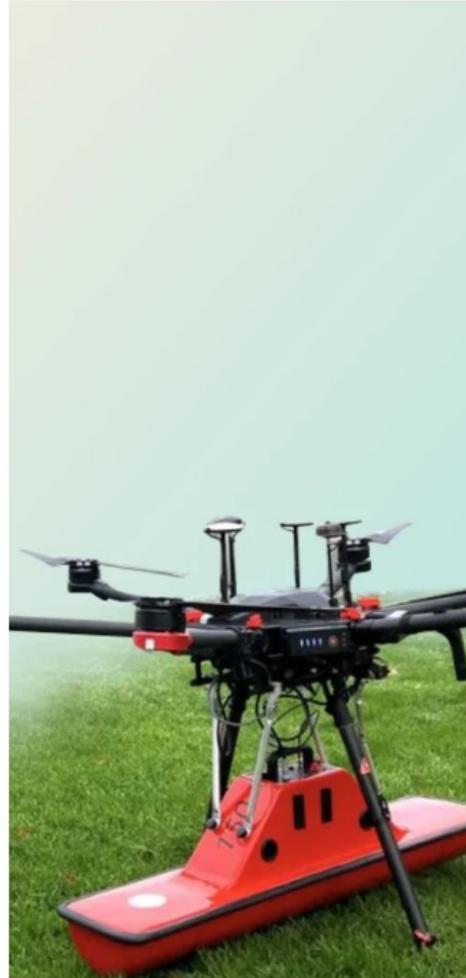


MUESTRA DE DATOS DE PROSPECCIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

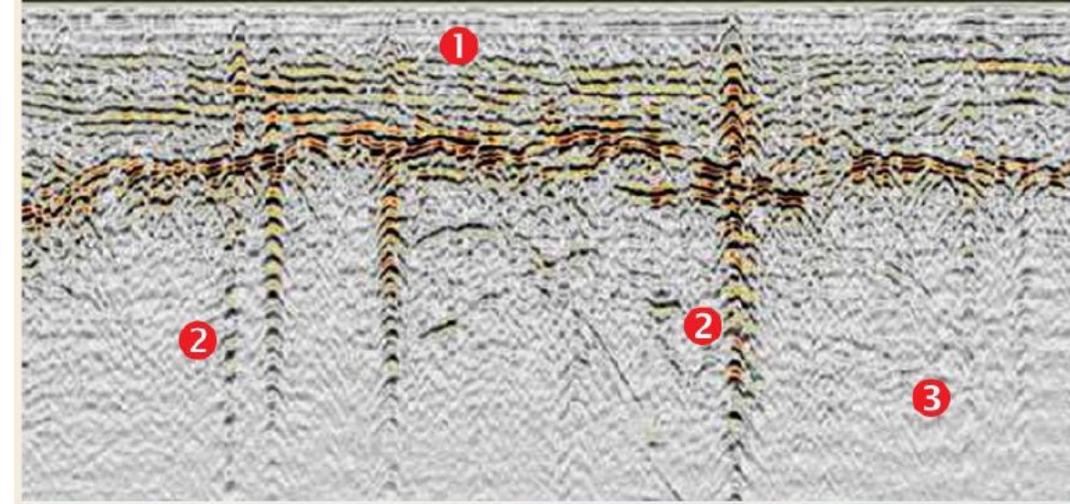


INTERPRETACIÓN

- ❶ Nivel freático
- ❷ Acicludo (capas de arcilla compacta o roca muy densa).
- ❸ Roca madre



MUESTRA DE DATOS DE ESTUDIO DE PRESA DE TERRAPLÉN



INTERPRETACIÓN

- ❶ Núcleo de la presa con vacíos
- ❷ Roca madre fracturada y vacíos situados sobre el núcleo de la presa.
- ❸ Roca madre sólida

VACÍOS PELIGROSOS

El núcleo de la presa está construido con capas comprimidas de suelo impermeable. Vacíos peligrosos, conocidos como pipping, pueden ser detectados con GPR. La causa de estos vacíos suele ser fracturas en la roca madre bajo la presa que están llenas de agua y que, tarde o temprano, erosionarán el núcleo

Aplicaciones: Ground Penetrating Radar

APLICACIONES EN CONSTRUCCIÓN:

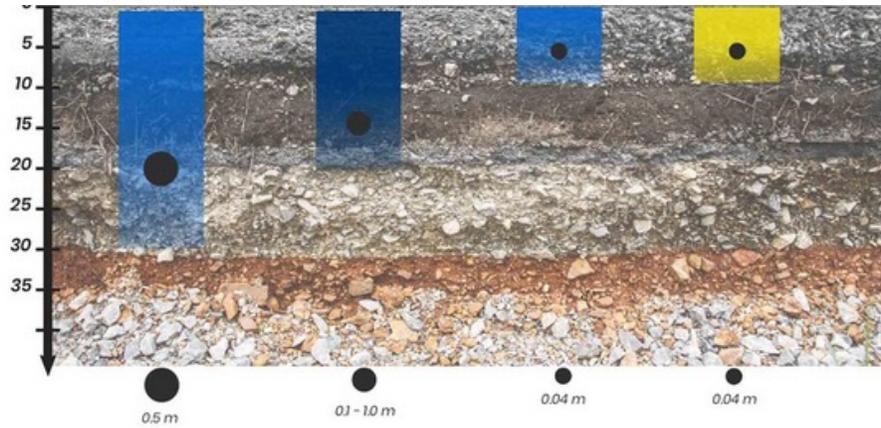
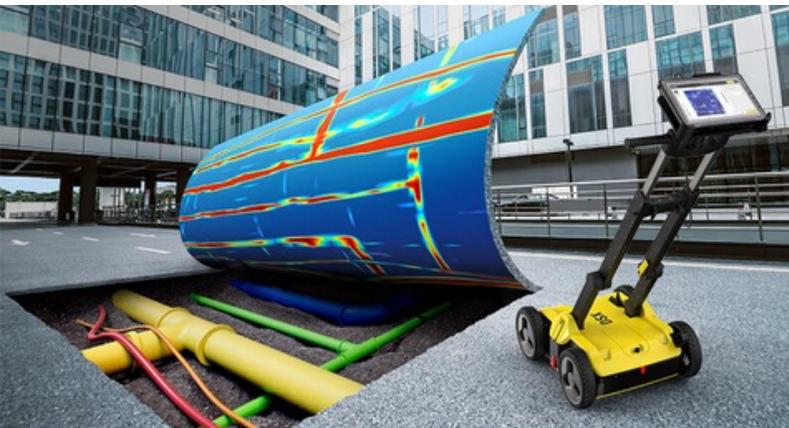
- Localización de servicios públicos
- Mapeo de refuerzo
- Detección de vacío
- Evaluación estructural:
- Identificación del material
- Investigación del suelo
- Control de calidad

APLICACIONES EN SERV. PÚBLICOS Y GESTIÓN INFRAESTRUCTURA:

- Localización de servicios enterrados, tuberías, cables antes de realizar excavaciones.
- Evaluar estado de carreteras, puentes para su mantenimiento y reparación.

MEDIO AMBIENTE Y AGRICULTURA:

- Mapear contaminantes e integridad de barreras geológicas.
- Analizar el suelo para optimizar el uso del agua y fertilizantes, detectar estructuras que afecten el cultivo.



Humedad oculta y
filtraciones no
detectadas

Daños
estructurales y
costos elevados de
mantención

Seguridad
comprometida y
pérdida de
recursos

Pérdida promedio
de 30% según
estudios a nivel
global

Otros Desafíos de la Industria

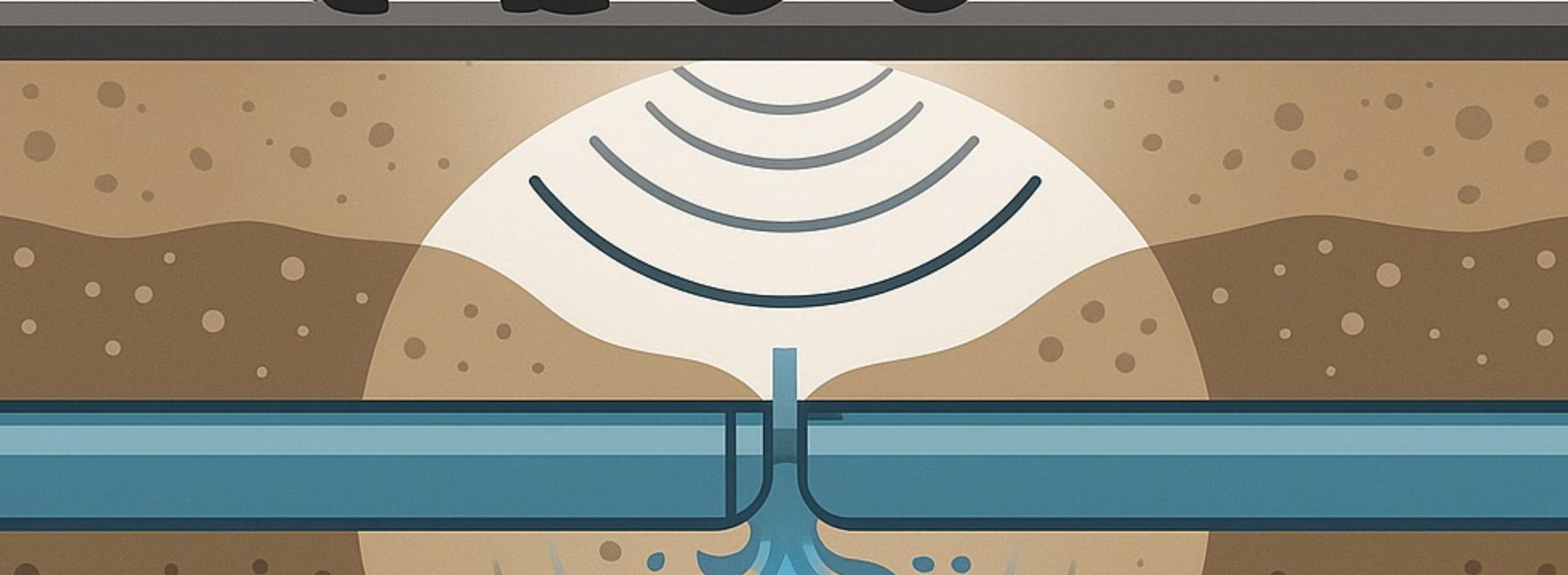




14^{vo} Congreso Iberoamericano de Pavimentos de Concreto

2^{do} Congreso Iberoamericano de Pisos Industriales de Concreto

Diagnóstico de humedad y filtraciones en Infraestructura



END aplicados en conjunto



Georadar
(GPR)



Termografía
Infrarroja



Correlación
Acústica



Sensores IoT



Cámaras
Robotizadas

Plataforma de Monitoreo Activos



consiste en servicio de inspección de vuelo completo o en potenciar los esfuerzos de inspección existentes con procesamiento de imagen.



Servicio: Inspección
Procesamiento de Imagen



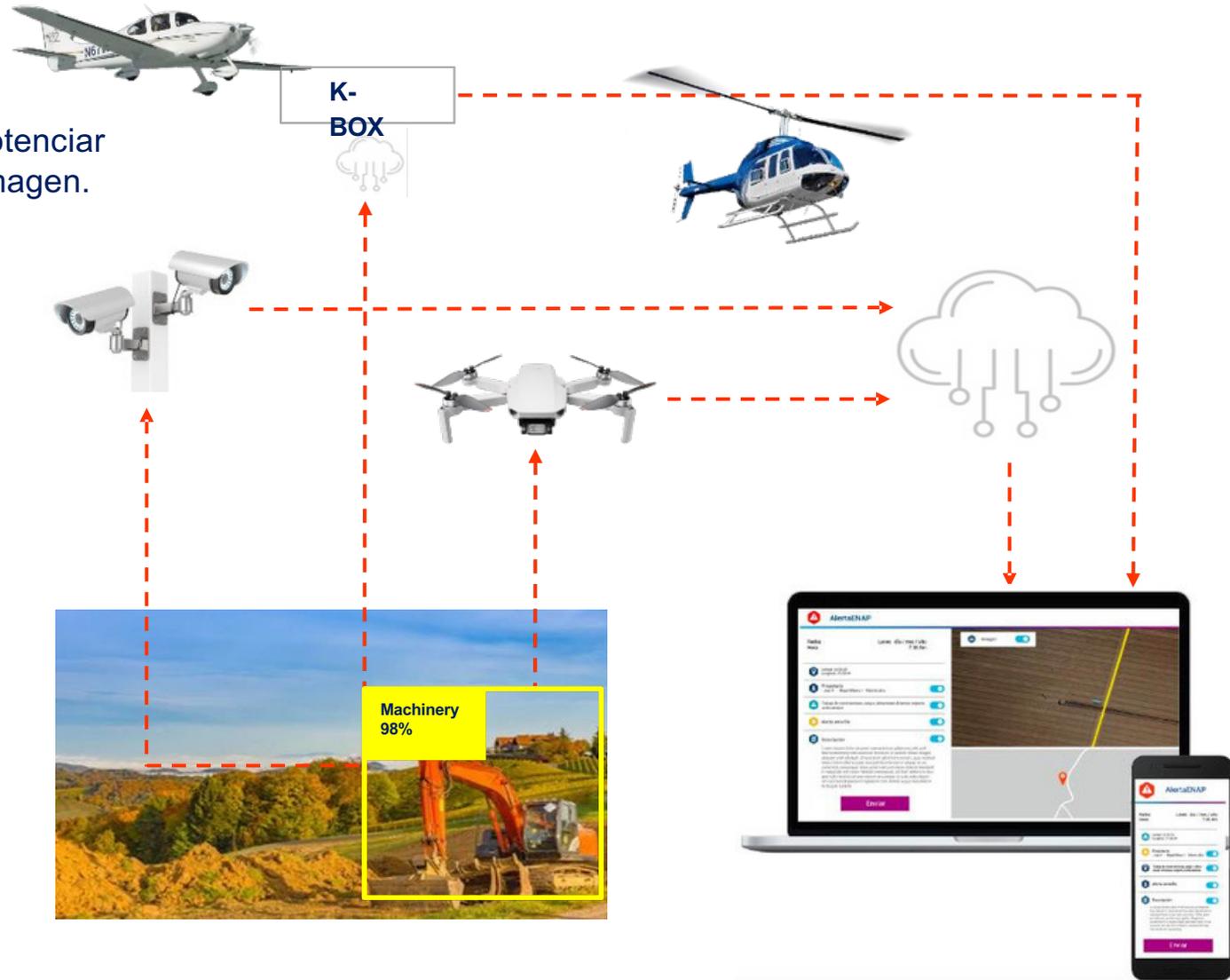
Servicio: Procesamiento de Imagen

► **MÉTODOS DE CAPTURA** ► **FUENTES DE DATOS** ► **OTROS SENSORES**

- DRONES AERONAVES (Cessnas, Helicópteros)
- ROBOTS CÁMARAS
- ESTÁTICAS SENSORES
- DISPOSITIVOS INTELIGENTES

- ÓPTICO (RGB)
- TERMAL
- INFRARROJO LIDAR
- ESTEREOSCÓPICO
- MULTIESPECTRAL
- LÁSER DE METANO

- POSICIÓN (GPS)
- TEMPERATUR A GASES



“

*“Tenemos una aeronave que sobrevuela la línea una vez al mes para comprobar que todo esté en orden. Pero, sinceramente, **nadie revisa** las imágenes.”*



Gerente Senior de Integridad de Activos, Patrulla Aérea
California, EEUU.

UNIQUE SOLUTIONS

WE ARE
in Artificial Vision.

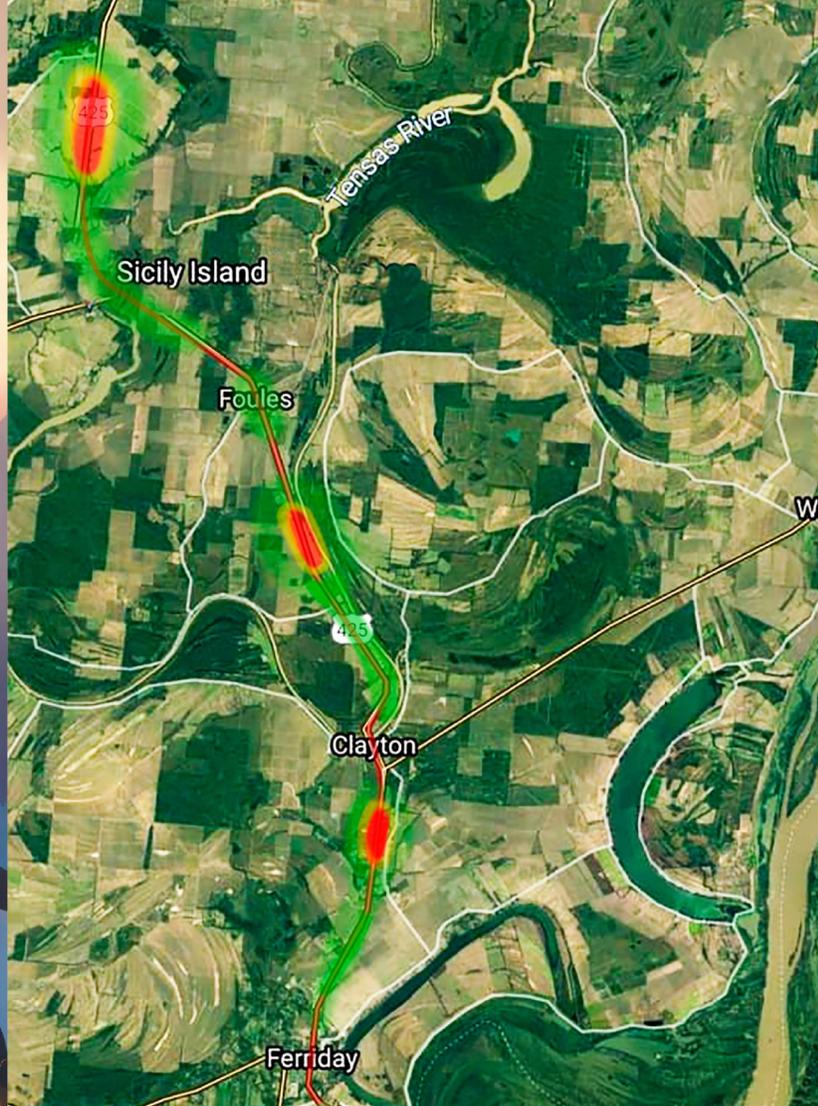
[WATCH VIDEO](#)





VER

Captura de imágenes y transmisión de datos



ALERTAR

Procesamiento de Datos con Inteligencia Artificial



ACTUAR

Todo el historial de datos de inspección en una sola plataforma



14^{vo} Congreso Iberoamericano
de Pavimentos de Concreto

2^{do} Congreso Iberoamericano de
Pisos Industriales de Concreto

TECNOLOGÍA



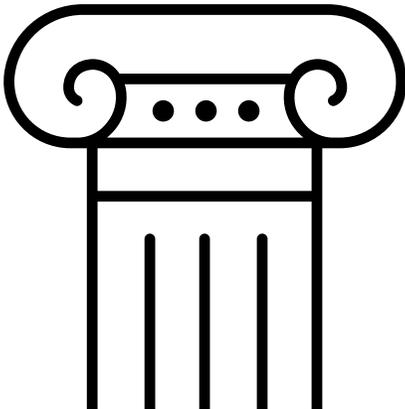
Inteligencia Artificial | Especialización en Computer Vision



¿Cómo Aplicar al mercado del Pavimento?

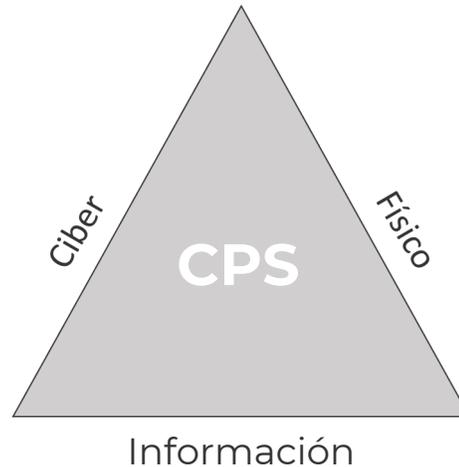
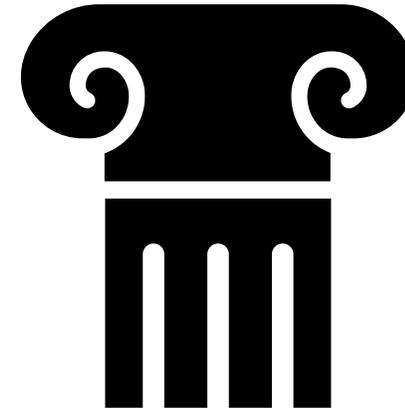
Digitalización

TI



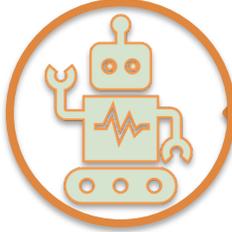
Industrialización

TO



PAVIMENTOS 4.0

¿Cómo aplicar IA, para reparación de Pavimentos?



Luego de monitorear, la IA puede calibrar con exactitud, la cantidad de materiales a utilizar para reparar pavimentos.



Optimizar las dosificaciones en base a Data: Metodos de Dosificación + Data capturada en tiempo real.

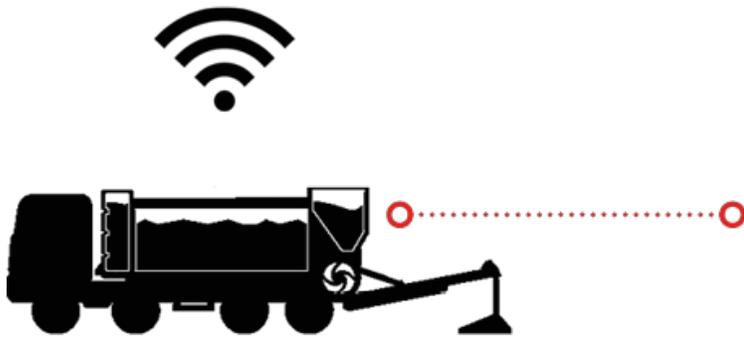
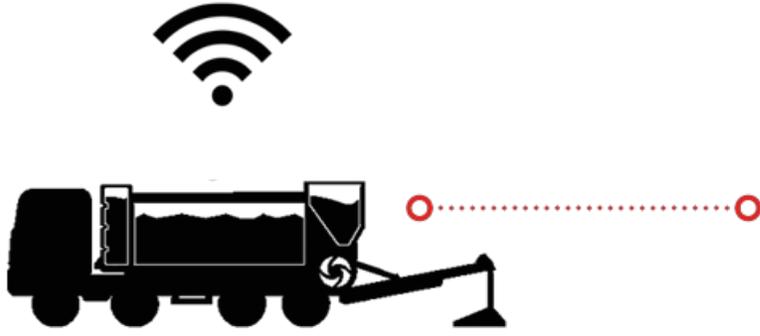


La información se procesa con algoritmos especializados y entrenados en base a data histórica + data real



Se genera una nueva base de datos que aprende de si misma (Deep Learning).

CONCRETO 4.0



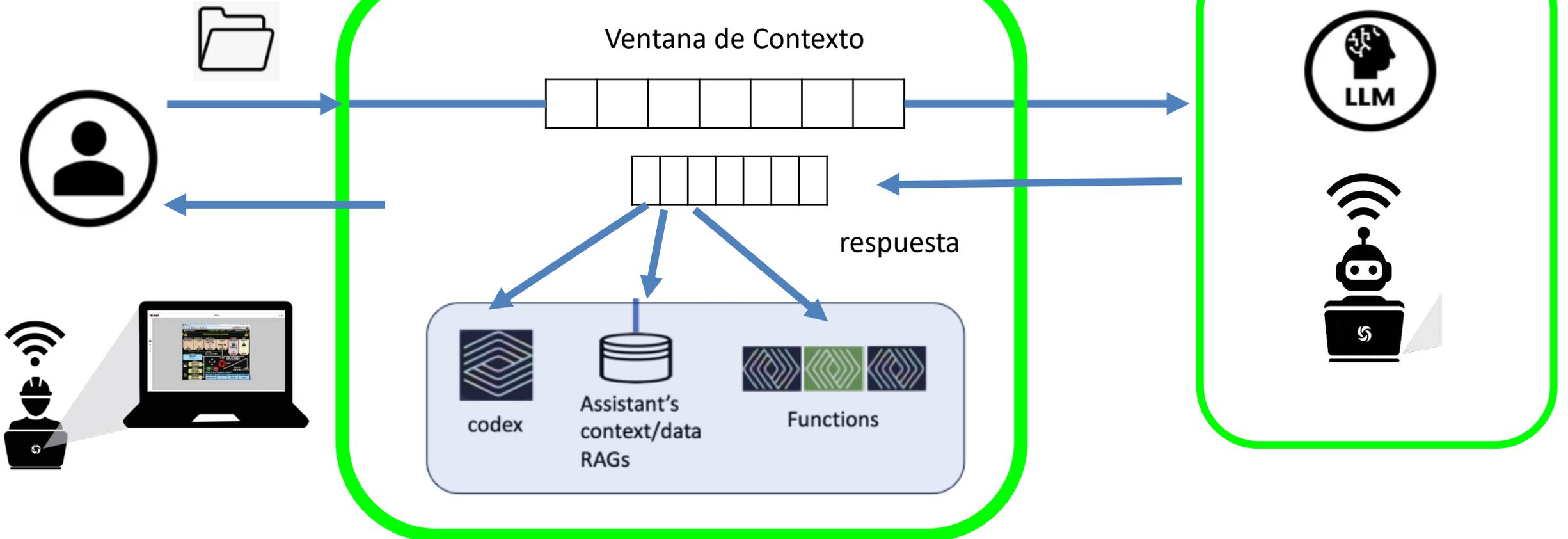
¿Cómo Funciona?



Instrucción
Usuario

Asistente / Agente web entrenado

Cerébro LLM





14^{vo} Congreso Iberoamericano
de Pavimentos de Concreto

2^{do} Congreso Iberoamericano de
Pisos Industriales de Concreto

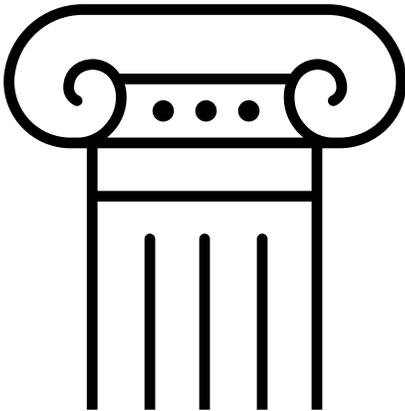
¿Cómo Funciona?



¿Cómo Aplicar al mercado del Pavimento?

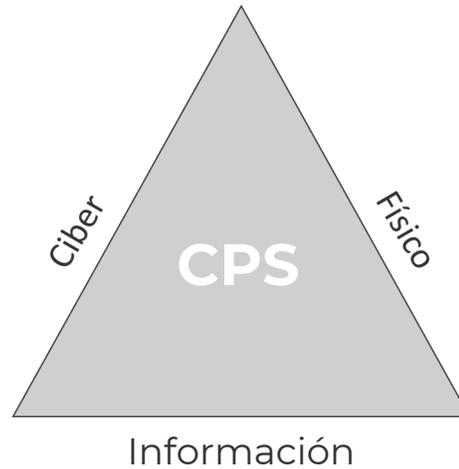
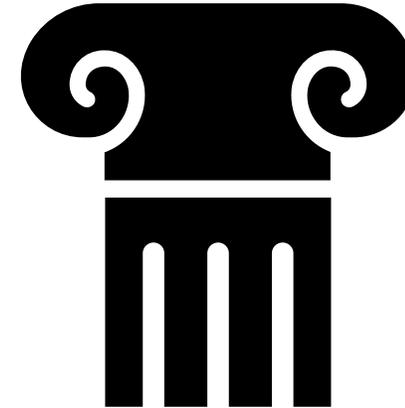
Digitalización

TI

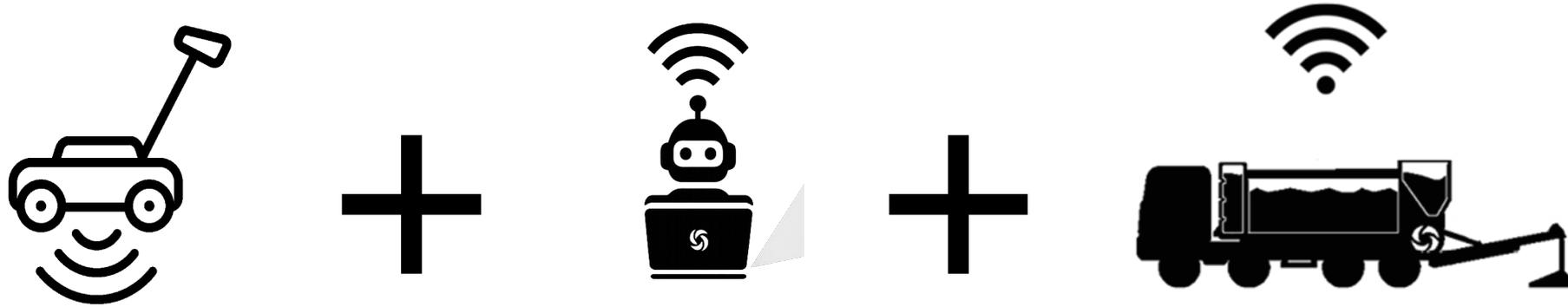


Industrialización

TO



PAVIMENTOS 4.0





Rodrigo Reyes J.

CEO Durability,
Gen AI Global @MIT
MIT PE Learning
Facilitator, GenAI.
Jefe Diplomado en
Construcción 4.0 PUC
rodreyes@uc.cl
+56 9 6832 5084





14^{vo} Congreso Iberoamericano
de Pavimentos de Concreto

2^{do} Congreso Iberoamericano de
Pisos Industriales de Concreto



Pura Vida!!

Rodrigo Reyes Jata
BLEND Plants - Chile
rodreyes@uc.cl