



**Eficiencia energética en aplicaciones mineras mediante  
sensores IoT, aplicaciones de software con IA y data analítica**

**Trade Mission - Colorado School of Mines 17 - 21 set. 2024**

Diego Merchet – Chief Sales Officer (CSO)



En MDN TEC ofrecemos soluciones profesionales avanzadas en el campo de tecnologías de operación (OT) y de información (IT) aplicadas a los mercados de energía, minería, industria y agua.

Contamos con más de 20 años de experiencia técnica y de gestión, en proyectos de tecnologías OT e IT, desplegada por un excelente equipo de ingenieros seniors y jóvenes profesionales altamente especializados en las últimas tecnologías del mercado.

Nuestras principales especialidades técnicas incluyen

- Sistemas SCADA
- Sistemas De control, Seguridad y Vigilancia
- Telecomunicaciones
- Instrumentación
- Ciberseguridad
- Aplicaciones de software e interacción entre ellas
- **Consultorías procesos de digitalización de la industria (abarcando procesos de producción y procesos internos)**

Abarcamos el ciclo de vida completo de proyectos: diseño conceptual, ingeniería básica y extendida, ingeniería de detalle, programación e integración de sistemas, ensayos en fábrica y en sitio, instalación, supervisión, puesta en marcha y soporte posterior



## INGENIERÍA Y SERVICIOS

- Consultoría tecnológica especializada
- Análisis de factibilidad, diseño conceptual
- Ingeniería básica, básica extendida, de detalle, supervisión de puestas en marcha.
  - Eléctrica
  - Instrumentación
  - Comunicaciones
  - Sistemas de Control / SIS
- Diseño y desarrollo de soluciones particulares.
- Prototipos (hardware y software)
- Ejecución de Ensayos y pruebas, comisionamiento y puesta en marcha
- Servicios de mantenimiento OT/IT y telecomunicaciones

## EJECUCIÓN DE PROYECTOS DE AUTOMATIZACIÓN

- Proyectos MAC (Main Automation Contractor)
- Control, ESD, F&G, SCADA, proyectos llave en mano
- Integración de instrumentación (convencional/wireless)
- Sistemas instrumentados de seguridad (ciclo de vida)
- Desarrollo aplicaciones industriales

## PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA DE TI

- Telecomunicaciones: UHF, VHF, WiFi, LoraWan, otros
- Fibra óptica y cableado estructurado
- Seguridad y vigilancia (CCTV, radar, otros)
- Control de acceso
- Soluciones de energía eficientes

## APLICACIONES AVANZADAS INDUSTRIA 4.0

- Analíticas en la nube (KPI's Inteligentes)
- Analíticas on Premise
- IIOT (Procesamiento de grandes volúmenes de datos en la nube)
- Tracking, localización outdoor / indoor (RTLS)
- Mantenimiento predictivo basado en monitoreo de condiciones (Análisis de Vibraciones)
- IA para OEE; Mantenimiento predictivo, Análisis de causas raíces





Madrid, España



**Argentina - Mendoza**

Garibaldi 7 - Piso 3 - Mendoza - Argentina

**Argentina - Neuquén**

Las Heras 694 - Ciudad de Neuquén - Argentina

**Perú**

Calle Dean Valdivia 227 - Oficina 801 - San Isidro - Lima

**Houston**

433 North Loop West - Houston - Texas - USA

**España**

Calle Gran Vía 69, Piso 1 - Madrid

**México**

Campos Elíseos 169 - 202 - Col. Polanco - CDMX - México



---

# MINERÍA

El uso de los datos para eficientizar los procesos



# ¿Por que algunas mineras eligen innovar?

La mayoría de las minas utilizan tecnología heredada y enfrentan necesidades de crecimiento que involucran operaciones mas profundas, mejoras en productividad y rentabilidad cada vez mas difícil de obtener. Y por encima de ello se enfrentan:

- Volatilidad del precio de los commodities

Apretando los flujos de caja, y poniendo presión en la rentabilidad

- Cambios en la naturaleza del trabajo

Cambios demográficos, de percepción hacia la minería, re enfoque de la gestión de talento.

- Madurez de minas existentes

Menos grado, mas distancias

- Altas barreras de entrada a la innovación

Tendencia a la aversión al riesgo, tendencia a desconfiar de la colaboración por temas de propiedad intelectual y preocupaciones con la competencia.



# ¿Por que algunas mineras eligen innovar?

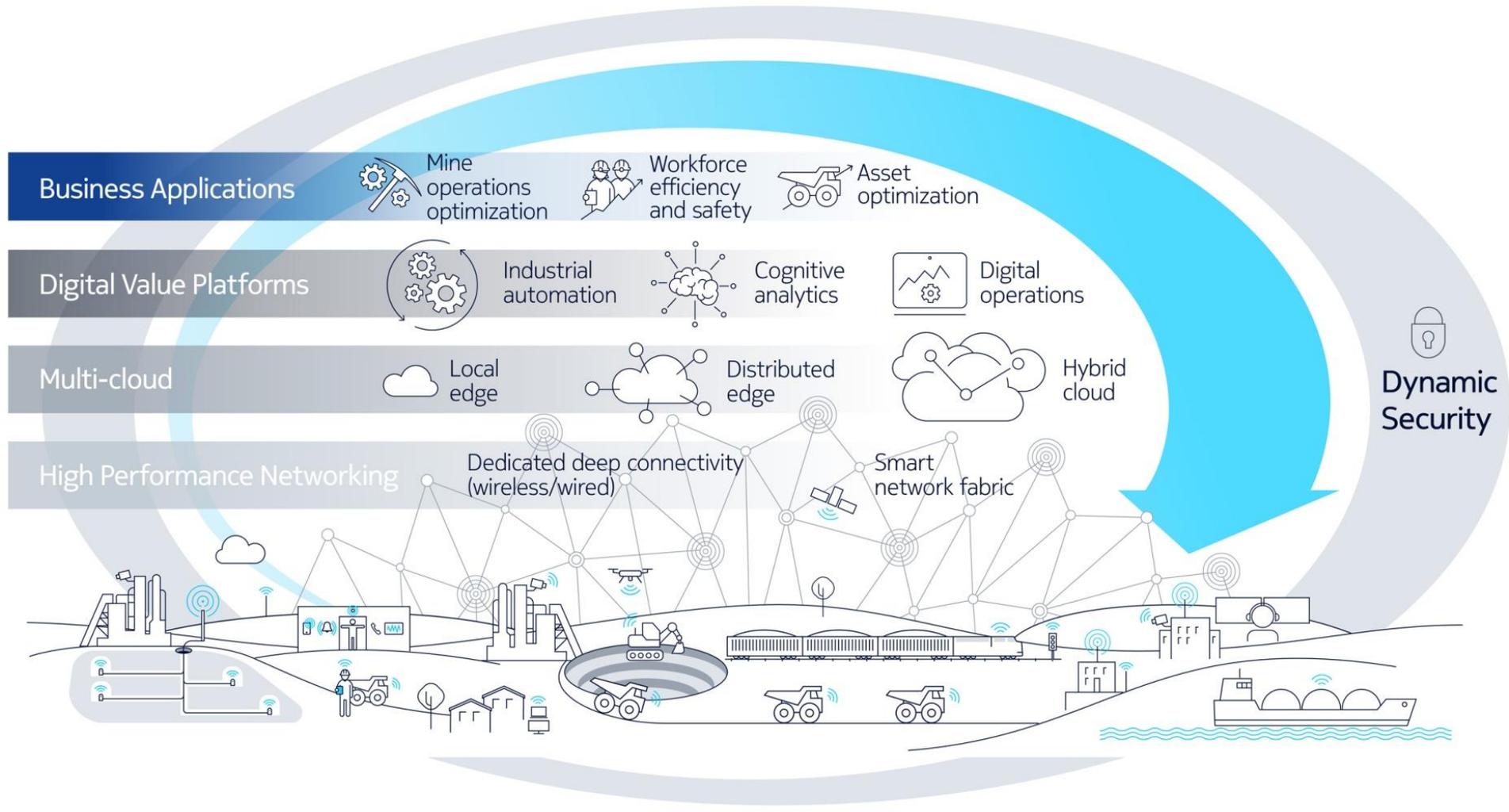
Por tanto, un objetivo común de toda la industria es la eficiencia.

En el caso mas frecuente encontramos pequeñas mejoras en los tiempos de procesamiento, eficiencia de proceso o reducción de tiempos muertos para lograr una operación rentable.

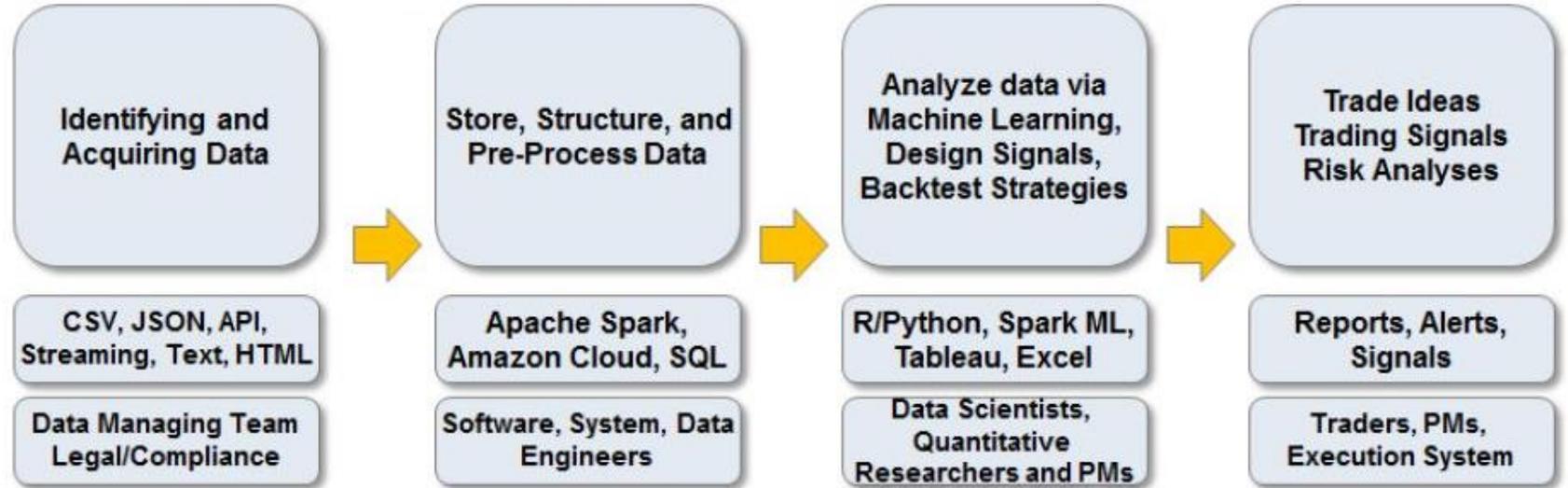
Hoy en día la inteligencia artificial está lista y disponible en muchos productos y servicios. Además, el Cloud Computing está en etapas maduras, el costo del hardware disminuye, las capacidades de comunicación maquina – maquina se mejoran llevando a inesperados avances en minería y en tecnología industrial. Sumado a los últimos avances en analíticos e inteligencia artificial y tendremos un ámbito perfecto para mejorar la eficiencia en todas las áreas de operación de una mina.



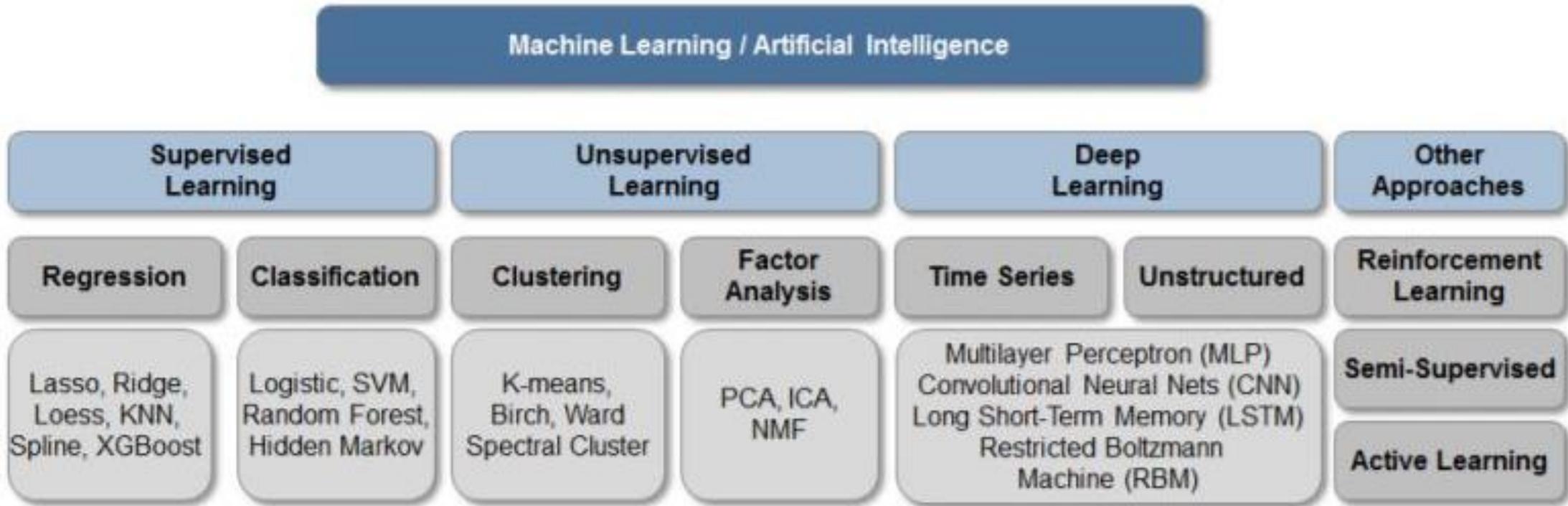
# ¿Por que algunas mineras eligen innovar?



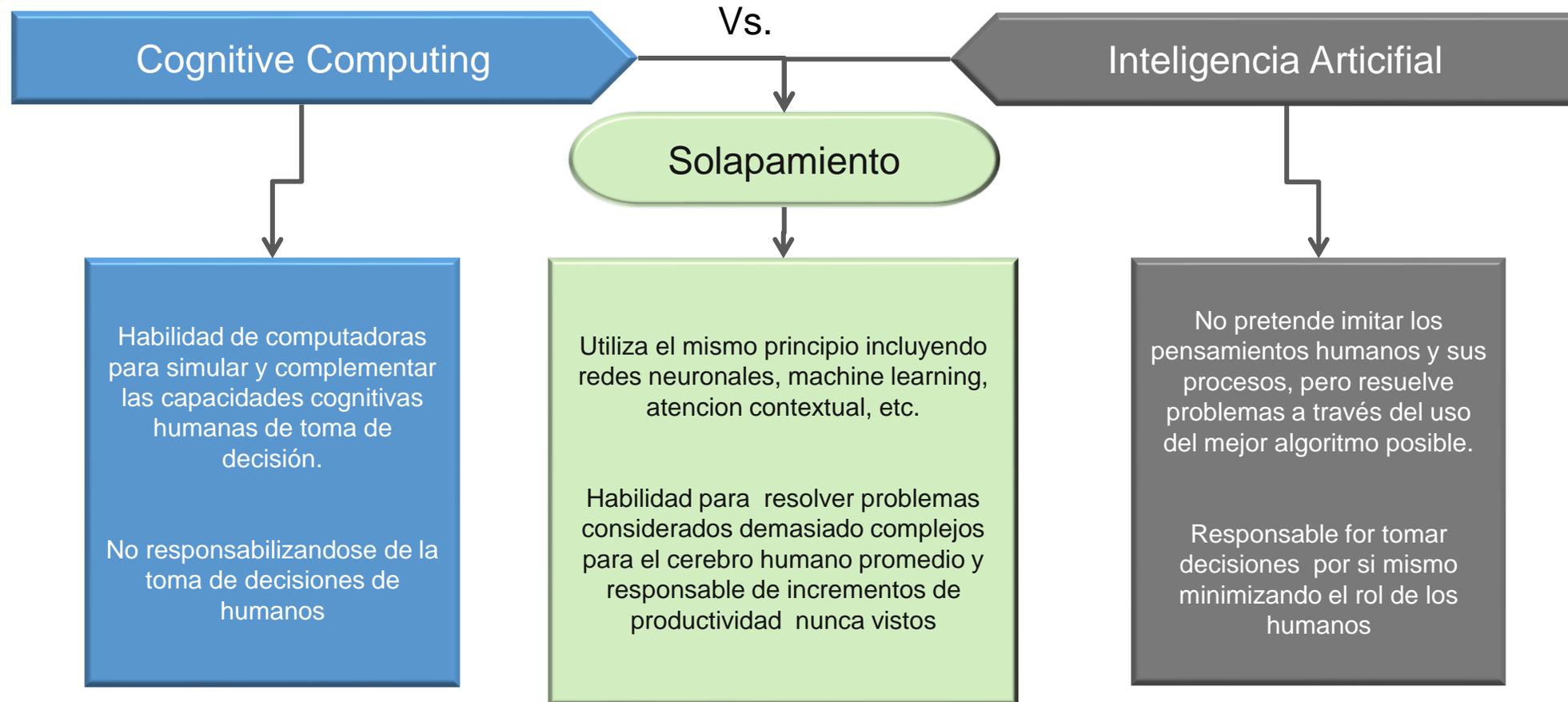
# ¿Hacia donde se dirigen acciones?



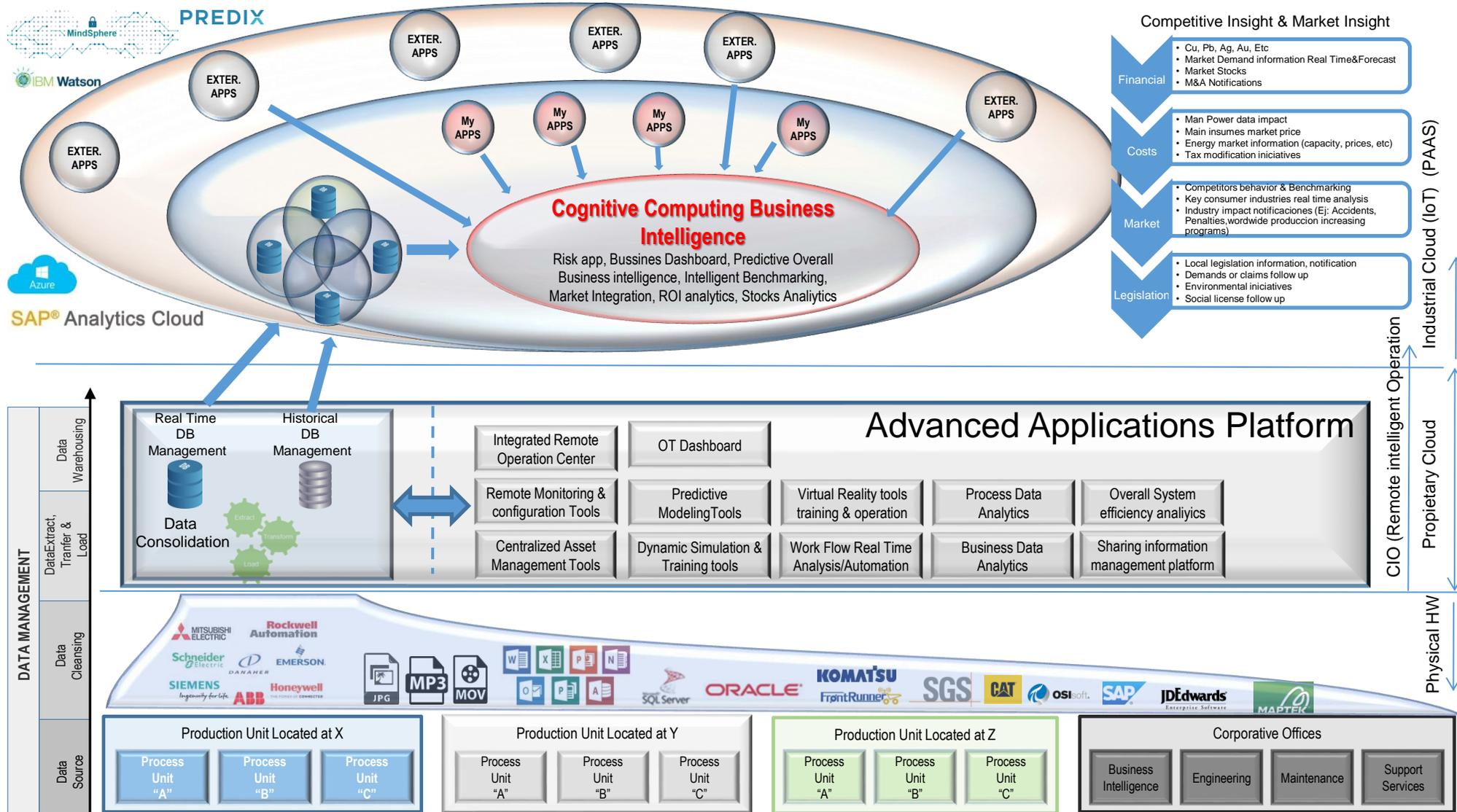
# ¿Hacia donde se dirigen acciones?



# ¿Hacia donde se dirigen acciones?



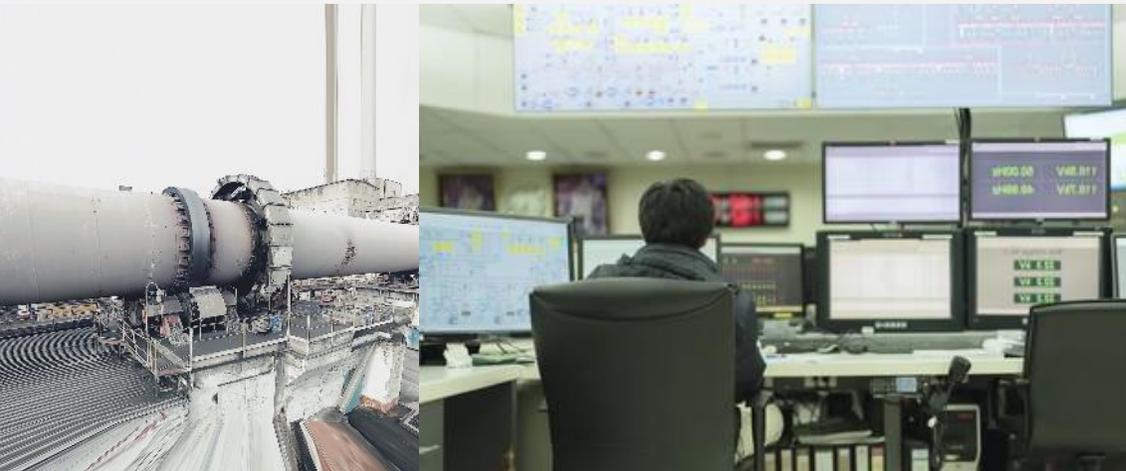
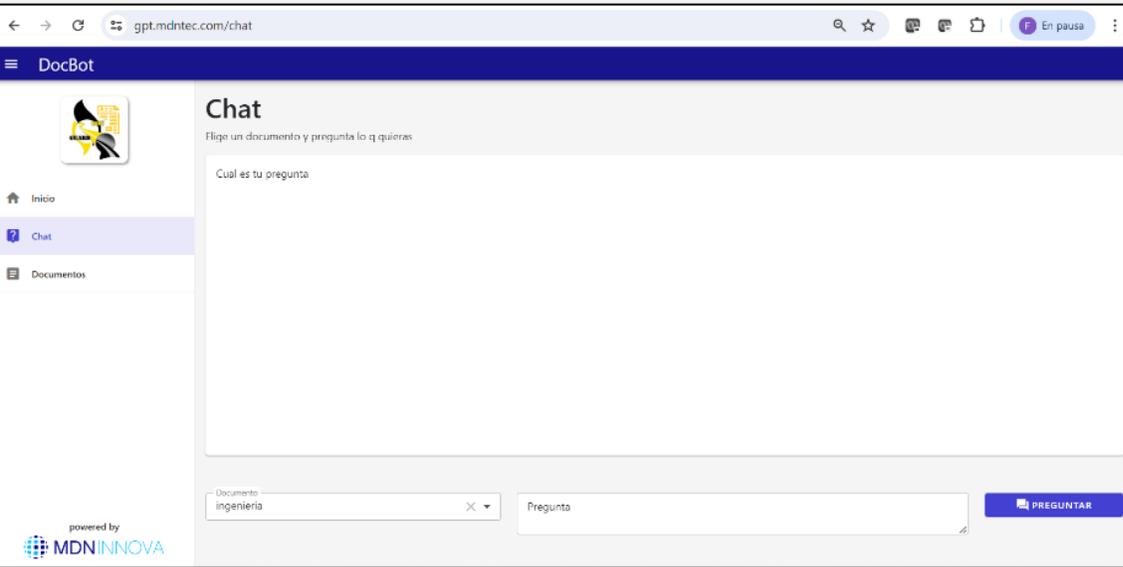
# Implementación de Modelo Digital en Minería – San Juan, Argentina





## Implementación de chat con inteligencia artificial generativa para entrenamiento de operadores de Sala de control en Minas. 2024 – Guard consultores Chile

- Desarrollo en nube propietaria del cliente
- Posibilidad de carga de documentación de operación, seguridad, estrategia de negocios, reportes de mantenimiento etc.
- Preguntas directas, con respuesta desde los manuales sin necesidad de conocer el nombre del documento
- Si interacción con base de datos de Chat GPT, con la ventaja de la confidencialidad de la información
- Interfases API seguras
- Interfase de consulta permanente para operación eficiente desde salas de control

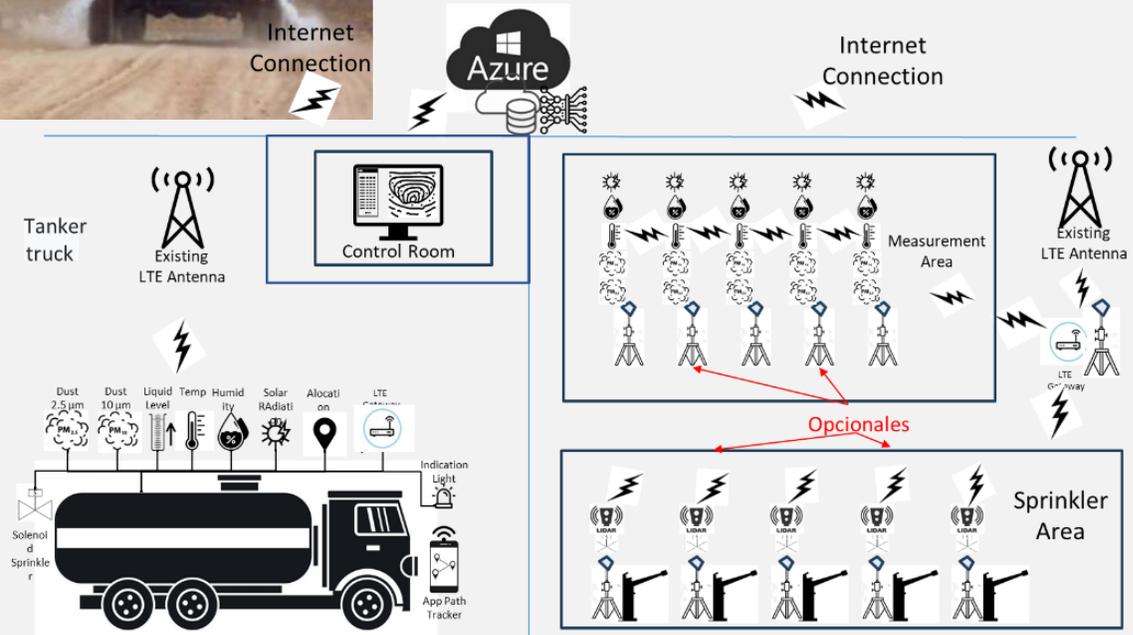




# Piloto eficiencia en supresión de Polvo MLP Minera Los Pelambres Chile, 2024

Se desarrollan algoritmos de Deep Learning que aprenden de la información adquirida tanto del camión y Rociadores. Con estos se mejora la precisión del monitoreo y eficiencia de riego, a su vez seleccionar distintas Estrategias para eficientizar Recursos y ahorrar energía, agua y químicos. Además, se le suman datos meteorológicos a estos algoritmos para que se pueda modificar la estrategia de riego en función de las condiciones ambientales actuales y futuras.

Se prevé desarrollar una interfaz de usuario, con los datos obtenidos, históricos, mapas en línea e información útil para la operación de la misma. Esta interfaz web, se accede ya sea por una computadora, celular o tablet con distintos niveles de usuario y filtros de información.



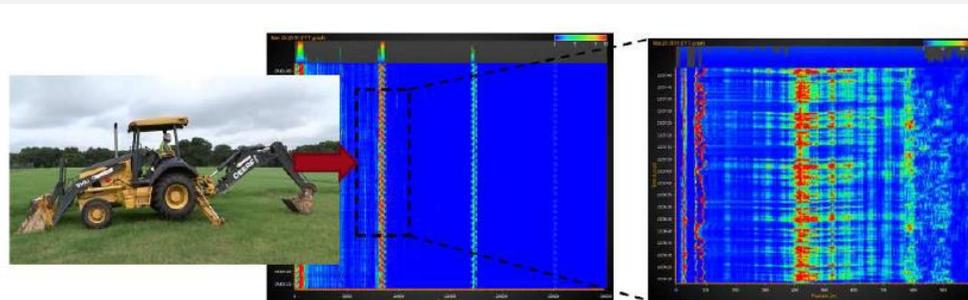
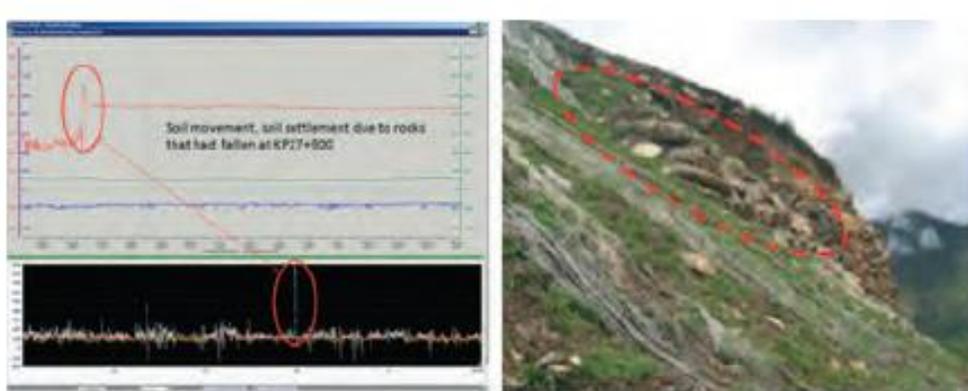
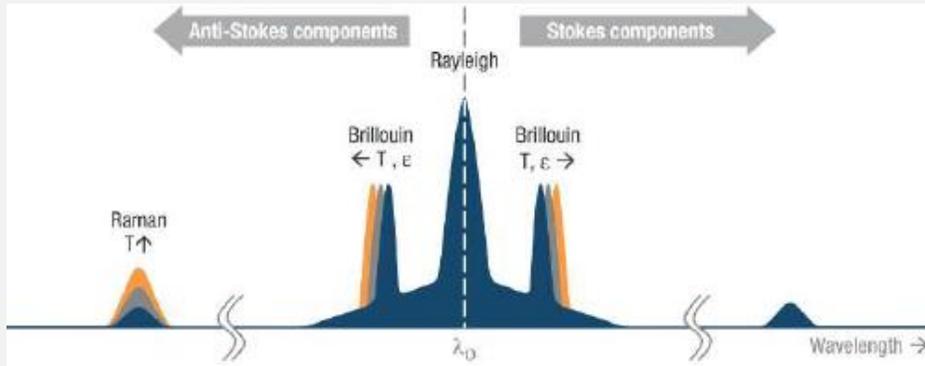
## CASO DE APLICACIÓN



# SISTEMA DE DETECCIÓN POR FIBRA ÓPTICA CON ANALÍTICA

## Aplicaciones destacadas

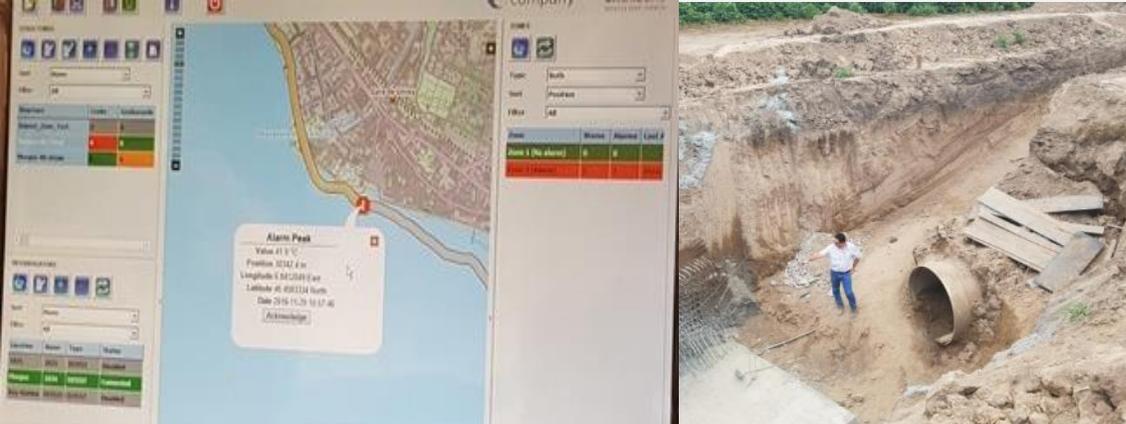
- Detección de geotecnia, erosión de suelo, deformación de estructuras (hasta 65 Kms por canal de fibra óptica).
- Detección de fugas por variación de temperaturas, aplica para mineroductos, ductos de slurry, ductos de agua salina, diques debajo de la geomebrana, etc. (hasta 65 Kms por canal de fibra óptica).
- Detección de temperaturas extremas, en cables de potencia, cintas transportadoras de mineral, etc.
- Detección de Intrusión mediante sonido, Analítica de inteligencia automática para la identificación de distancias y tipo de equipos, excavaciones cercanas, personas caminando, etc.



## SISTEMA DE DETECCIÓN DE MOVIMIENTO DE TIERRA (GEOTÉCNICOS) Y FUGAS DE AGUA DE DUCTO BASADO EN FIBRA ÓPTICA, ACUEDUCTO LOS MOLINOS EN CORDOBA, BENITO ROGGIO

Argentina 2018-2020

- Sistema DTS de OMNISENS, para determinación de estrés de fibra óptica y cambio de temperatura
- Supervisión de instalación correcta de fibra óptica junto al ducto, entrenamiento de personal
- Configuración y comisionamiento
- Diseño de alarmas e interface de comunicaciones de sistemas de terceros



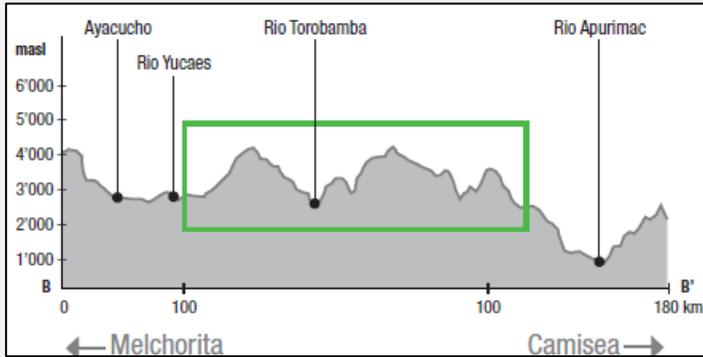
## CONTRATO MAC PARA AUTOMATIZACIÓN DE DUCTO PERÚ LNG – HUNT OIL

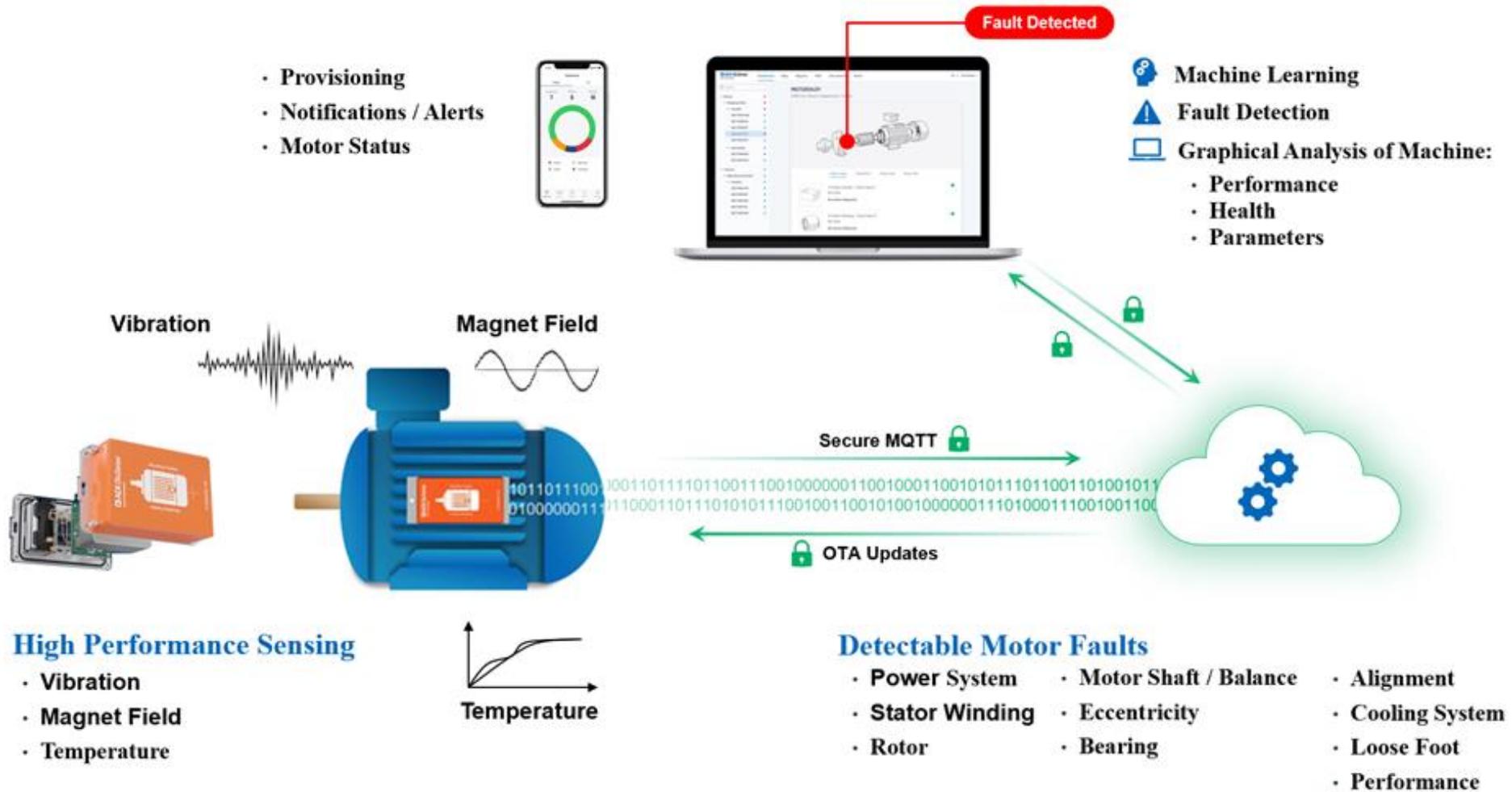
Perú , 2009 – 2010

Ejecución del proyecto completo de sistema de control ROCKWELL, SCADA, Comunicaciones, CCTV y SCADA Centralizado (cuartos de control principal y contingencia) para operación remota de todos los activos correspondientes al ducto de GAS PLNG.

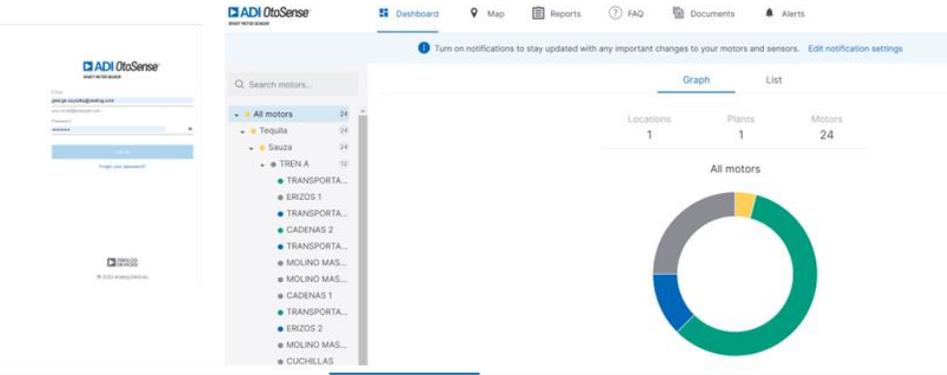
Sistema de Geotecnia y detección de fufas por fibra óptica

Ducto de 34" de 408 km de largo que atraviesa 22 distritos del Perú, desde la compresora de Chiquintirca (TGP) hasta la planta de licuefacción de Melchorita. El ducto incluye válvula de bloqueo, recepción y lanzamiento de scrapper, estaciones de control de presión, estaciones de medición, y salas de control.





# Monitoreo Salud de Motores



## Motor conditions

Power system, Stator winding, Rotor, Motor shaft / Balance, Eccentricity, Bearing, Alignment, Cooling system, Loose foot, Performance

DRAW PLOT



### MOLINO MASA SUPERIOR

Tequila/Sauza/TREN B

**Warning**

**Stator winding**  
Warning: Possible Stator Shortcircuit  
Check this condition over time

Motor status: Parameters History plot

- 1) POWER SYSTEM - FAULT INDEX 10  
NO FAULT  
NO ACTION REQUIRED
- 2) STATOR WINDING - FAULT INDEX 10  
WARNING: POSSIBLE STATOR SHORTC  
CHECK THIS CONDITION OVER TIME
- 3) ROTOR - FAULT INDEX 10  
NO FAULT  
NO ACTION REQUIRED
- 4) MOTOR SHAFT / BALANCE - FAULT INDEX 10  
NO FAULT  
NO ACTION REQUIRED

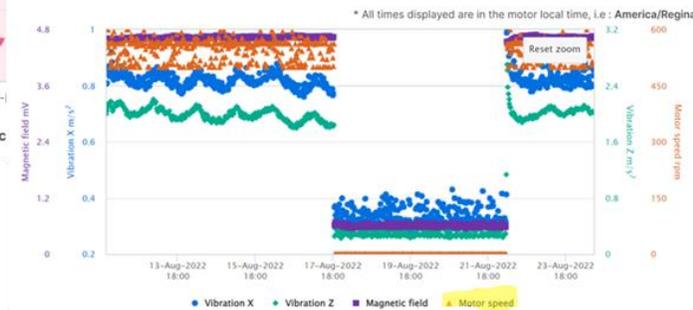
Motor status Parameters History plot

BATTERY STATUS:

CONNECTION STATUS: Connected

OPERATION HOURS: Jan 1, 2022 - Sep 27, 2022 3,034.23

NUMBER OF STARTS: Jan 1, 2022 - Sep 27, 2022 18



TAG	SENSOR REFERENCE	MANUFACTURER
		TECO Westinghouse
		MODEL 315S
		RATED CURRENT (A) 37
		FREQUENCY (HZ) 60
		DE BEARING 5312ZC35C

# CASO DE APLICACIÓN



# Monitoreo Salud de Motores



- Motores de inducción trifásicos 0.5HP a 700HP (522kW)
  - Baja tensión– todos tipos
  - **Media tensión**– motores **IC411**
  - IP55, CE hoy (y IP67 en 2024)
- Comunicación WiFi local 2.4G
  - Router WiFi a Ethernet
    - Acceso a Internet Intranet del cliente
- WiFi a enrutador celular
  - Acceso independiente a Internet celular
    - Teltonika RUT-240
    - 500Mbyte por mes por SMS
- Reemplazo anual de la baterías de litio (4)
  - El sistema notifica cuando se debe reemplazar

ADI OtoSense monitorea el estado de salud y el rendimiento del motor, notificando cualquier anomalía eléctrica y mecánica que conduzca a fallas:



- Excentricidad**  
Estado de concentricidad del estator/rotor
- Sistema de refrigeración**  
Problema del sistema de refrigeración del motor
- Rodamientos**  
Fallos/defectos en los rodamientos
- Alineación**  
Motor/carga desalineada
- Pata Coja**  
Estado de montaje del motor
- Funcionamiento**  
notificación falla general

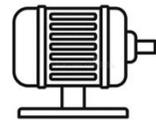
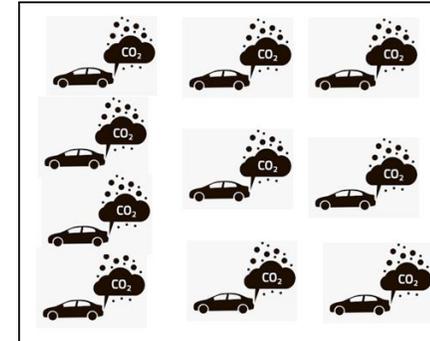
IC 411		Enclosure IP 44 - IP 55 (type G..ZE) <b>Totally-enclosed fan-cooled (TEFC)</b> Cooling air is blown over the totally enclosed motor surface by a fan mounted on the shaft.
--------	--	--

- Sistema de Alimentación**  
Asimetría en las corrientes motoras
- Rotor**  
Variación de la resistencia del rotor
- Bobinado del Estator**  
Variación de la resistencia del estator
- Eje del Motor/Balanza**  
Desplazamiento del centro de gravedad

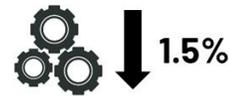




## 69% de la Energía consumida por Industria es utilizada por motores



Motor de 373 kW  
funcionando 24/7  
durante un año



Los rodamientos defectuosos pueden comprometer la eficiencia del motor en un 1,5%

La energía requerida para mitigar el 1,5% de ineficiencia genera 14.000 Kg de CO2 y equivale a 10 coches con motor de combustión funcionando continuamente durante 1 año





## Implementación Sensor Salud de Motores en Compresor de Aire de producción. 2023 – Mendoza, Argentina

- El equipo a monitorear fue un compresor de aire para abastecer todo el sistema neumático de planta.
- La implementación se realizó mediante la red interna del cliente que dispone de Wifi en toda su planta.
- El sensor luego de dos meses detectó una anomalía en el bobinado del estator, permitiendo antes de la salida de servicio del motor, programar su cambio y reparación al finalizar los batch de producción de la quincena.
- Actualmente cuenta con 8 motores bajo monitoreo continuo.

