

MINERÍA INTELIGENTE: De los Datos a las Decisiones en Tiempo Real



Víctor Andrés

González Céspedes

Director Arquitectura y
Conocimiento

FSI & MULTI





ORACLE
Red Bull 
RACING



Turning Data into High-Speed Decisions

ELEMENTOS EN COMÚN ENTRE F1 y LA MINERIA



1

300+ Sensores por auto

2

Decisiones en 250 milisegundos

3

1 pit stop = 1.9 segundos

4

Datos → Estrategia → Podio



1

Miles de sensores

2

Decisiones criticas de seguridad

3

1 falla = Multiples horas perdidas

4

Datos → Seguridad → Rentabilidad

EN LA F1, UNA DECISIÓN TARDÍA CUESTA EL CAMPEONATO. EN MINERÍA, PUEDE COSTAR VIDAS

RADIOGRAFÍA TECNOLÓGICA MINERA

LA BRECHA ENTRE PROMESA Y REALIDAD OPERATIVA

LA BRECHA ENTRE MINA INTELIGENTE Y REALIDAD OPERATIVA

- ✗ Decisiones críticas que toman horas o días.
- ✗ Supervisión humana limitada en zonas de alto riesgo.
- ✗ Capacidad restringida para análisis predictivo masivo

EL COSTO OCULTO DE LA INACCIÓN

- ✗ **Ineficiencia energética:** 20-30% de energía desperdiciada procesando material estéril
- ✗ **Accidentes evitables:** Vidas humanas perdidas, litigios millonarios, paros operacionales.
- ✗ **Downtime no planificado:** 15-20% del tiempo productivo perdido por fallas imprevistas.

EXPECTATIVAS DE STAKEHOLDERS EN LA ERA DIGITAL

- ✓ **Mercado:** Producción predecible, costos competitivos, calidad consistente.
- ✓ **fabricantes:** Certificación de origen ético, huella de carbono por lote.
- ✓ **Reguladores:** Trazabilidad, reportes en tiempo real, compliance automatizado.

EL OBSTÁCULO DE LA TRANSFORMACIÓN

- ✗ 73% de minas en LATAM tienen conectividad <10 Mbps.
- ✗ 67% de proyectos IA en minería no pasan de piloto.

INFRAESTRUCTURA HEREDADA: EL PESO DEL PASADO

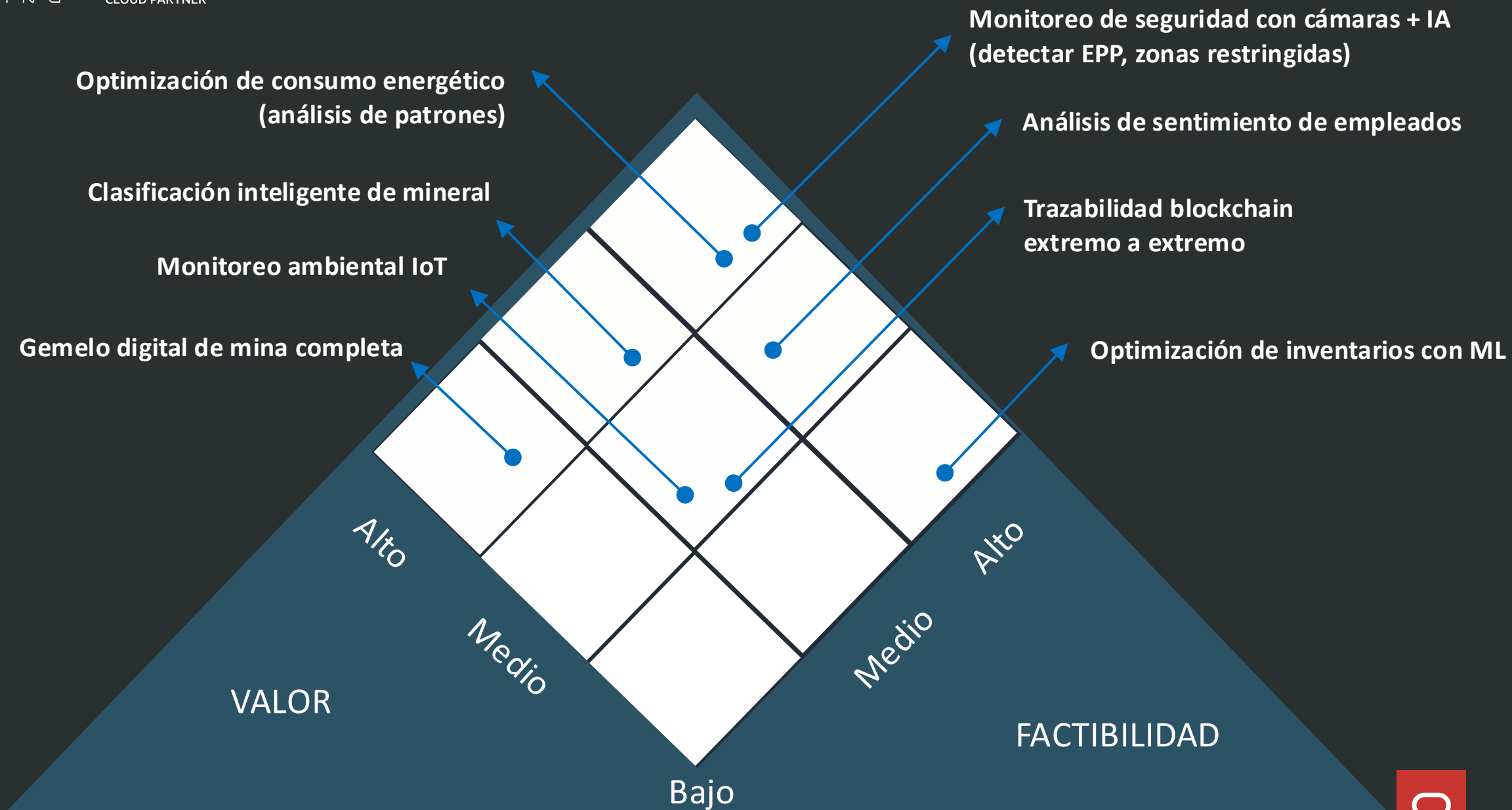
- ✗ **Datos en silos:** Geología ≠ Operaciones ≠ Finanzas ≠ ESG. Sin integración entre sistemas críticos.
- ✗ **Reportes batch semanales** vs. demanda de toma de decisiones en tiempo real.
- ✗ **Conectividad satelital costosa** e intermitente vs. necesidad de streaming continuo de datos.

Entonces,

¿cómo hacer MÁS con MENOS, más
LEJOS, más LIMPIO?



PRISMA DE CASOS DE USO



VISIÓN PILARES

ORACLE

123

Computo
donde se
necesita

AI en
tiempo
real

Menos
Silos +
Integral



Edge (en la mina) + Cloud (centralizado) + Híbrido



No todo puede esperar internet

**Computo
donde se
necesita**



**Data
to AI**

**to
Data**

- ✓ ML/IA para decisiones en milisegundos
- ✓ Desde exploración hasta cierre de mina

**AI en
tiempo
real**

2

- Datos Geológicos
- Datos Operativos
- Financieros
- ESG
- Empleados

ORACLE

Apps Especializadas



+20 Servicios AI
+ Generative
AI Agents + RAG



GPT Gemini
Llama3/4
Grok cohere

Bring Your
Own LLM



26ai AI Vector Search
Select AI



Roving Edge + 168 Regiones OCI
offers instances with GPUs



3

Menos
Silos +
Integral



LA VISIÓN: MINA INTELIGENTE INTEGRADA

EN LAS APLICACIONES

Fusion Cloud: ERP, SCM, Maintenance
Autonomous Database: Sin administración manual
Blockchain: Trazabilidad de mineral

EN ORACLE CLOUD (centralizado)

Consolidación de datos de múltiples sitios
Entrenamiento de modelos ML
Analytics corporativo

Roving Edge Infrastructure

Procesamiento local de sensores, video, IoT
IA para decisiones en milisegundos
Opera sin internet

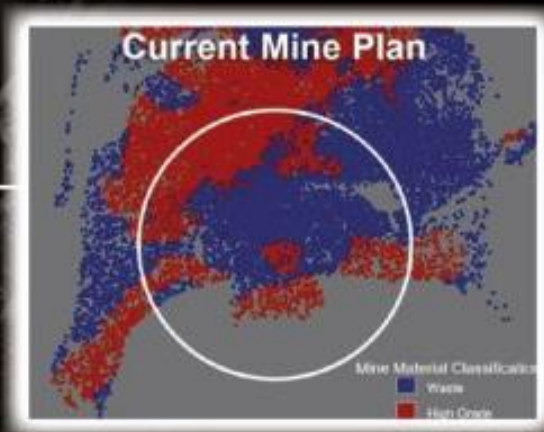




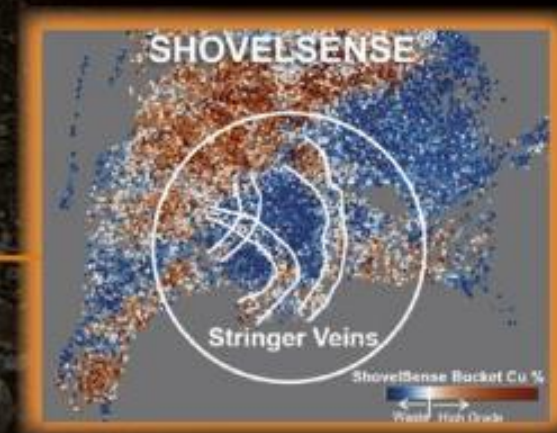
Los datos generados, combinados con algoritmos avanzados de machine learning, están en el núcleo del valor que MineSense ofrece.

La empresa necesitaba una plataforma de datos potente para clasificar el mineral en cada cuchara de la pala.

Su objetivo era optimizar el uso posterior de energía y agua en la extracción del mineral, a la vez que minimizaba los desechos generados.



Basados en Fluorescencia de Rayos X (XRF), los sensores soportan condiciones físicas y climáticas extremas.



ShovelSense facilita aumentar en hasta un 5% el metal facturable.

IMPORTANCIA DE LA ESTRATEGIA DE DATOS PARA LOGRAR ROI EN CASOS DE USO





4. PLATFORM ARCHITECTURE

Escalabilidad y
rendimiento

3. DATA GOVERNANCE

Políticas y
responsabilidad



1. DATA FOUNDATION

Fuentes e ingesta
de datos



5. AI/ML READINESS

Eleva la
organización

2. DATA QUALITY

Calidad y
confiabilidad





1. DATA FOUNDATION

Fuentes e ingesta de datos

✓ FUENTES DE DATOS (De dónde viene la información):

- Business Records (ERP, Financiero, Operaciones)
- Aplicaciones (Salesforce, NetSuite, SAP, Workday)
- 3rd Party Data (Market feeds, Oracle Data Cloud)
- Technical Input (Logs, IoT, Streaming, Redes Sociales)

✓ INGESTA (Cómo se conecta):

- Batch Ingestion (Cargas programadas - diarias/horarias)
- Streaming (Tiempo real continuo)
- CDC - Change Data Capture (Solo los cambios)
- Bulk Transfer (Migraciones masivas iniciales)

✓ MEDALLION ARCHITECTURE (Cómo se organiza):

- BRONZE: Datos crudos (raw, sin procesar, "tal cual llegan")
- SILVER: Datos limpios (validados, transformados)
- GOLD: Datos curados (listos para decisiones de negocio)

2. DATA QUALITY

Calidad y confiabilidad

ORACLE
Red Bull
RACING

/ 
CLOUD PARTNER

LAS 6 DIMENSIONES CRÍTICAS (6 puntos de inspección)

- ✓ **COMPLETENESS** (¿Todos los datos presentes?)
Ejemplo: Clientes sin email
- ✓ **ACCURACY** (¿Los datos son correctos?)
Ejemplo: Dirección equivocada
- ✓ **CONSISTENCY** (¿Mismos datos = mismo valor?)
Ejemplo: "CDMX" vs "México DF"
- ✓ **TIMELINESS** (¿Están actualizados?)
Ejemplo: Inventario Viejo
- ✓ **VALIDITY** (¿Cumplen reglas de negocio?)
Ejemplo: Stock negativo
- ✓ **UNIQUENESS** (¿Sin duplicados?)
Ejemplo: Cliente repetido 5 veces





3. DATA GOVERNANCE

Políticas y responsabilidad

✓ POLÍTICAS & PROCEDIMIENTOS

Torque correcto

- ¿Quién accede a qué datos?
- ¿Cómo se aprueban cambios?
- ¿Qué pasa cuando falla?

✓ DATA CATALOG

Inventario de llantas

- ¿Qué datos tenemos?
- ¿Dónde están?
- ¿Qué significan?

✓ DATA LINEAGE

Historial llanta

- ¿De dónde vienen?
- ¿Qué transformaciones?
- ¿A dónde van?

✓ DATA STEWARDSHIP

Mecánico responsable

- ¿Quién es DUEÑO dataset?
- ¿Quién responde problemas?
- ¿Quién aprueba accesos?

✓ COMPLIANCE

Regulaciones F1

- GDPR, privacidad
- Auditoría, trazabilidad

4. PLATFORM ARCHITECTURE

Escalabilidad y rendimiento



✓ CLOUD STRATEGY

- On-premise → Hybrid → Multi-cloud
- OCI, AWS, Azure, GCP
- Cloud-native design

✓ SCALABILITY

- Horizontal: Agregar servidores
- Vertical: Servidores potentes
- Auto-scaling: Ajuste automático

✓ PERFORMANCE

- Latencia: Milisegundos cuentan
- Throughput: Volumen datos/segundo
- Query optimization: Respuestas instantáneas

✓ HIGH AVAILABILITY / DISASTER RECOVERY

- Multi-AZ, Multi-Region
- RTO/RPO objectives
- Backup automatizado

✓ MEDALLION IMPLEMENTATION

- Bronze: Object Storage (masivo)
- Silver: Compute distribuido (Spark)
- Gold: DB optimizada (Autonomous DW)





5. AI/ML READINESS

Eleva la organización

✓ ML PLATFORM & INFRASTRUCTURE

- Data Science
- AutoML
- Compute entrenamiento

✓ FEATURE ENGINEERING

- Feature Store
- Calidad features = Gold Layer
- Reusabilidad modelos

✓ MODEL TRAINING & DEPLOYMENT

- Entrenamiento: Notebooks, AutoML
- Despliegue: APIs, REST
- Versionado modelos

✓ MLOps MATURITY

- CI/CD modelos
- Monitoring: Model/data drift
- Reentrenamiento automático
- A/B testing

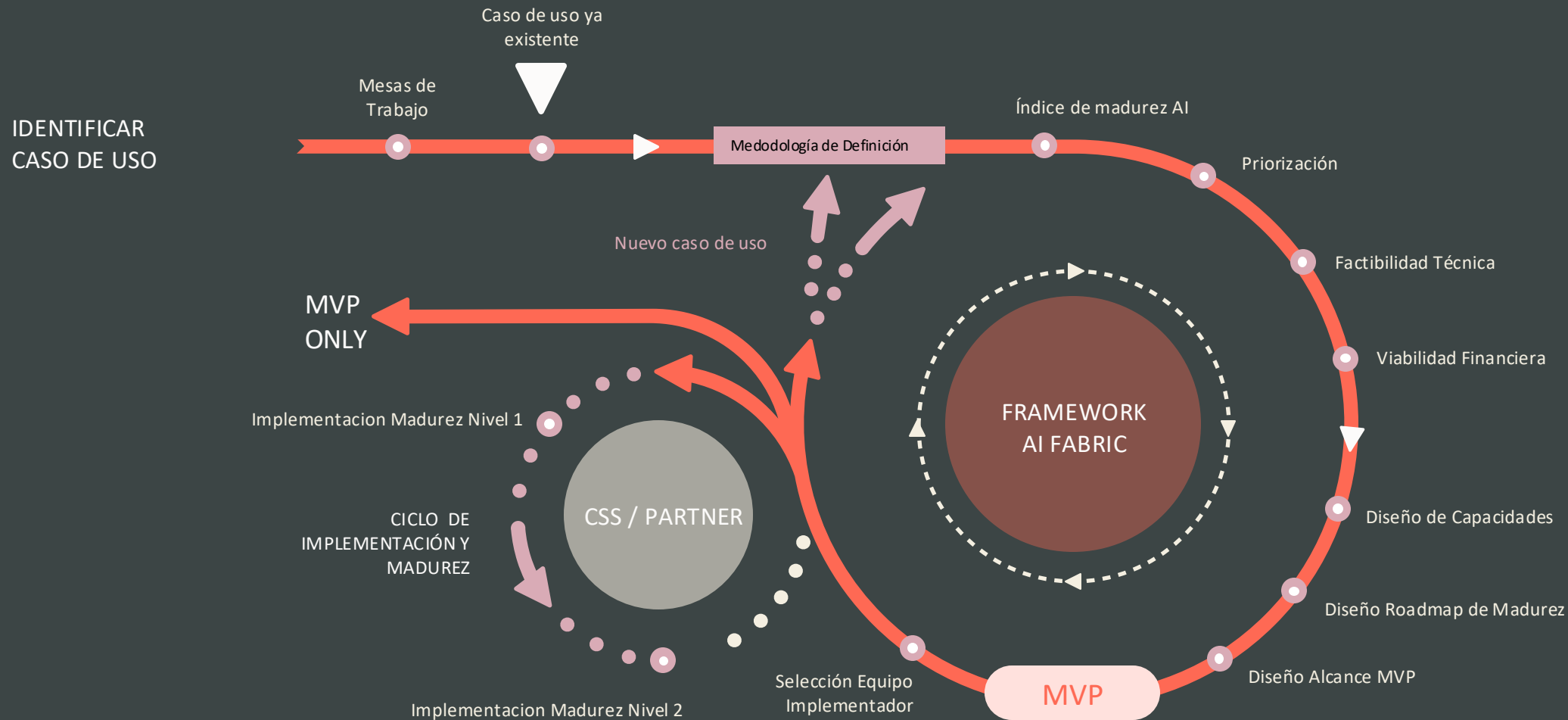
✓ AI SERVICES INTEGRATION

- Vision AI, Language AI
- Generative AI
- Pre-trained models

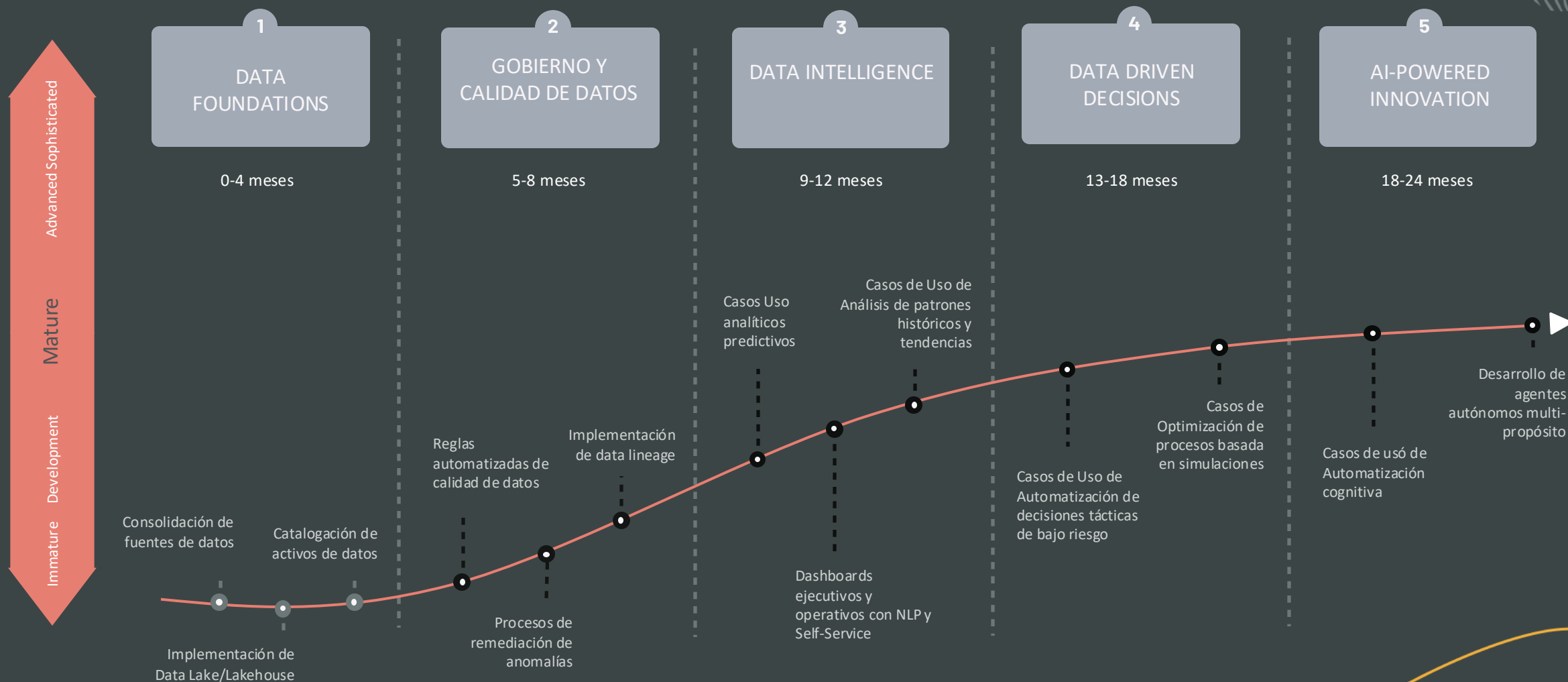
METODOLOGÍA AI FACTORY PARA DEFINICIÓN DE CASOS DE USO DE AI



COMO OPERA EL MODELO AI FACTORY?



DE EFICIENCIA A EXCELENCIA : La Evolución Inteligente de la Data



Data Infrastructure 20%

Basic data infrastructure:
Limited data storage

1

Structured data infrastructure:
Basic data integration

2

Scalable data infrastructure:
Robust data processing

3

Advanced data infrastructure:
Modern data platform like
lakehouse or translytical data

4

Intelligent data infrastructure:
AI-enabled data infrastructure

5

AI Talent & Expertise 20%

Limited AI talent:
Few or no dedicated

1

Emerging AI talent:
Some AI professionals with
basic skills

2

Skilled AI talent: AI professionals
with diverse backgrounds

3

Advanced AI talent: A highly
specialized and experienced
team

4

Elite AI talent: A world-class
team of AI experts

5

AI Strategy & Governance 20%

Basic AI strategy: Limited
or no clear

1

A defined AI strategy with clear
goals and objectives

2

A well-aligned AI strategy with
business objectives and KPIs,

3

Strategy that continuously adapts
to changing business needs

4

AI-driven strategy: Leverages the
full potential of AI to drive
innovation

5

AI READINESS

LEVEL 1 (1 – 1.99)
FUNDAMENTOS INICIALES

LEVEL 2 (2 – 2.99)
IMPLEMENTACIÓN BÁSICA

LEVEL 3 (3 – 3.99)
OPTIMIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN

LEVEL 4 (4 – 4.99)
ADOPCIÓN AVANZADA

LEVEL 5 (5)
EXCELENCIA Y LIDERAZGO

AI Tools & Technologies 20%

Limited adoption of AI
tools and technologies

1

Basic AI platform at place for
data scientists.

2

Complete AI architecture at place
with feature database

3

Advanced AI tools and platforms
with some adoption of GPU
processing

4

Cutting-edge AI tools with the
ability to leverage the latest AI
research and innovations

5

AI Use Cases & Applications 10%

Limited or no integration of AI
into organization's products

1

Some integration of AI into
specific products or services

2

Robust integration of AI into
multiple products

3

Advanced AI use cases that
drive significant business value

4

AI is fully integrated into the
organization's products, and
internal processes,

5

AI Empowerment & Synergy 10%

No AI empowerment or synergy
with business units

1

Limited AI empowerment,
minimal synergy

2

Moderate AI empowerment, some
synergy across business units

3

Strong AI empowerment, high
synergy across business units

4

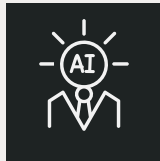
AI deeply integrated,
exceptional synergy across all
business units

5



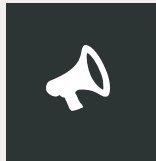
3 Elementos clave de factibilidad

El Framework plantea 3 elementos clave de evaluación que se ponderan para lograr el índice de factibilidad.



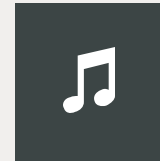
AI READINESS

Permite evaluar el grado de preparación de una organización para adoptar e impulsar soluciones de Inteligencia Artificial (IA).



IMPACT.IA

Proporcionar una evaluación integral de los casos de uso de IA en cuatro dimensiones clave (Generación de Ingresos, Eficiencia, Gestión de Riesgos y Valor No Financiero)



FACTIBILIDAD TÉCNICA

Proporcionar una evaluación integral de la preparación y viabilidad técnica de un caso de uso de Inteligencia Artificial que involucre múltiples capacidades y tecnologías convergentes



IMPACT. AI

Con IMPACTIA, se identifican oportunidades de crecimiento, optimización y mitigación de riesgos, maximizando el retorno y el impacto de la Inteligencia Artificial en la organización.

			Weight	Dimension	Stage
GENERACIÓN DE INGRESOS	POTENCIAL DE MERCADO	PDM	15%	0%	0%
	MODELO DE MONETIZACIÓN	MDM	15%	0%	
INCREMENTO DE EFICIENCIA	AHORRO DE COSTOS Y OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS	ACOR	15%	0%	0%
	PRODUCTIVIDAD Y VELOCIDAD DE EJECUCIÓN	PVE	15%	0%	
GESTIÓN DE RIESGO	REDUCCIÓN DE RIESGOS OPERATIVOS O FINANCIEROS	RROF	15%	0%	0%
	CUMPLIMIENTO NORMATIVO Y ÉTICA	CNE	10%	0%	
VALOR NO FINANCIERO	SATISFACCIÓN DE CLIENTES / USUARIOS	SCU	10%	0%	0%
	IMPACTO SOCIAL, AMBIENTAL O DE INNOVACIÓN	ISAI	5%	0%	



FACTIBILIDAD TÉCNICA

Este marco guía a los equipos de tecnología en la selección de las capacidades de IA, la arquitectura de infraestructura y la orquestación de los distintos componentes, asegurando que cada etapa —desde la gestión de datos y el diseño de la solución, hasta el despliegue y la mejora continua— se ejecute de manera eficiente, escalable y alineada con los objetivos de negocio.

			Weight	Dimension	Stage
DATOS E INFRAESTRUCTURA	DISPONIBILIDAD Y CALIDAD DE DATOS	DCD	25%	0%	0%
	INFRAESTRUCTURA Y HERRAMIENTAS	IE	20%	0%	
CAPACIDADES DE IA Y ARQUITECTURA DE CONVERGENCIA	SELECCIÓN DE CAPACIDADES Y DISEÑO CONVERGENTE	SCDC	15%	0%	0%
	RENDIMIENTO Y ORQUESTACIÓN DE LAS CAPACIDADES DE IA	ROC	15%	0%	
INTEGRACIÓN Y CICLO DE VIDA	DESPLIEGUE E INTEGRACIÓN	DI	15%	0%	0%
	MANTENIMIENTO Y MEJORA CONTINUA	MMC	10%	0%	



VIABILIDAD FINANCIERA

Este Framework de Viabilidad Financiera brinda a los equipos directivos una visión clara de la solidez económica y los riesgos asociados a proyectos de IA, facilitando la priorización de recursos y la toma de decisiones basadas en datos y análisis financieros robustos.

			Weight	Dimension	Stage
COSTO TOTAL DE PROPIEDAD	INVERSIÓN INICIAL	INVI	25%	0%	0%
	COSTOS RECURRENTE	CR	20%	0%	
RETORNO DE LA INVERSIÓN (ROI)	ALINEACIÓN CON OBJETIVOS DE NEGOCIO	AON	15%	0%	0%
	ANÁLISIS DE RENTABILIDAD Y HORIZONTE DE RETORNO	ARHR	15%	0%	
RIESGOS	RIESGOS FINANCIEROS	RF	15%	0%	0%
	RIESGOS DE EJECUCIÓN Y ADOPCIÓN	REA	10%	0%	

DISEÑO DE CAPACIDADES QUE SE NECESITA PARA MATERIALIZAR EL CASO DE USO?

AI-BASED ANOMALY DETECTION

MAPA DE DIMENSIONES Y CAPACIDADES

DEFINICIÓN DETALLADA DE CASOS DE USO AI

DATA INTEGRATION	DATA PROCESSING	ANALYTICS & DETECTION	NOTIFICATION & RESPONSE	GOVERNANCE & COMPLIANCE
CDCI Change Data Capture Integration DI	DCL Data Cleansing DP.	MLMT Machine Learning Model Training AD.	ALG Alert Generation NR.	DQM Data Quality Metrics GC.
BDL Batch Data Loading DI.	DTV Data Validation DP.	ADR Anomaly detection rules AD.	TKM Ticket Management NR.	ADL Audit Logging GC.
EDS External Data Sources DI. 3	DTT Data Transformation DP. 3	PTR Pattern Recognition AD. 3	RMW Remediation Workflow NR. 3	CPR Compliance Reporting GC. 3



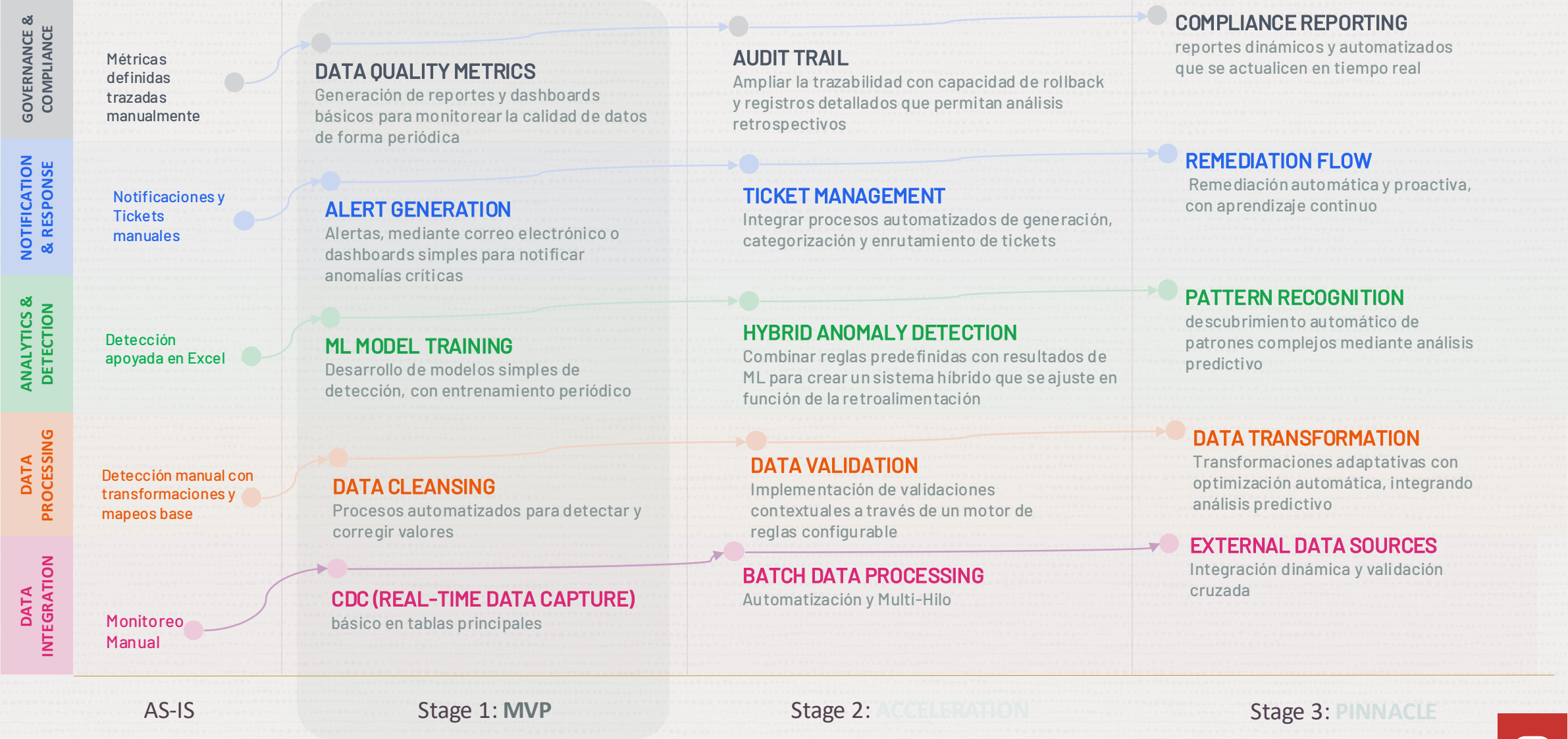
MAPA DE CAPACIDADES Y NIVELES DE MADUREZ

DEFINICIÓN DETALLADA DE CASOS DE USO AI

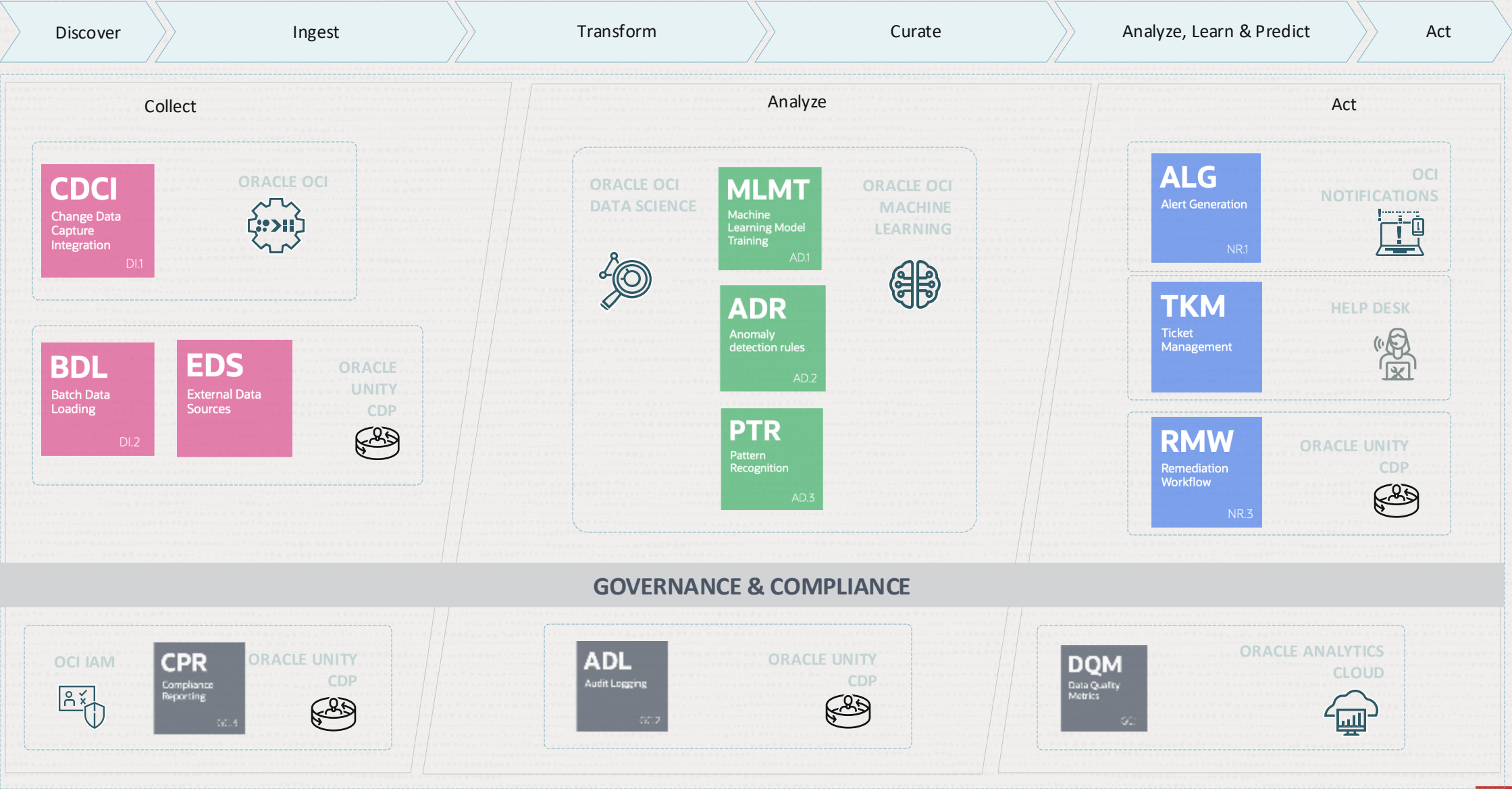
DATA INTEGRATION	DESCRIPTION	MATURITY LEVELS		
<div>CDCI</div> <div>Change Data Capture Integration</div> <div>DI</div>	Capacidad para capturar y procesar cambios de datos en tiempo real desde los sistemas fuente.	<div>BÁSICO</div> <div>Detección simple de cambios en campos críticos (nombres, identificaciones, información de contacto)</div>	<div>INTERMEDIO</div> <div>Cobertura extendida de CDC a tablas relacionadas con clientes</div>	<div>AVANZADO</div> <div>Cobertura CDC completa en todos los sistemas relacionados con clientes</div>
<div>BDL</div> <div>Batch Data Loading</div> <div>DI.</div>	Capacidad para procesar grandes volúmenes de datos históricos o actualizaciones periódicas.	<div>BÁSICO</div> <div>Capacidad de carga manual para archivos Excel</div>	<div>INTERMEDIO</div> <div>Programación automatizada de procesos por lotes</div>	<div>AVANZADO</div> <div>Distribución inteligente de carga y auto-escalado</div>
<div>EDS</div> <div>External Data Sources</div> <div>DI.</div>	Capacidad para integrar y validar datos de sistemas externos y terceros.	<div>BÁSICO</div> <div>Integración con fuentes de datos externas principales (burós de crédito)</div>	<div>INTERMEDIO</div> <div>Verificaciones estandarizadas de calidad de datos entre fuentes</div>	<div>AVANZADO</div> <div>Puntuación de calidad de datos basada en IA para fuentes externas</div>



ROADMAP DE MADUREZ DE CAPACIDADES | CASO USO ANOMALIA DE DATOS



AI-BASED DATA ANOMALY DETECTION MAP



Los datos sin evolución son solo historia. Los datos con evolución son el futuro. Los datos con AI son evolución acelerada.

¿En qué punto de la evolución están sus datos?



“ Los datos sin evolución son solo historia. Los datos con evolución son el futuro. Los datos con AI son evolución acelerada.

¿En qué punto de la evolución están los tuyos?

