



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
M É X I C O

14
EDICIÓN



BRÚJULA
SESIÓN

“Por aquí es un camino...”

Vamos a compartir nuestras experiencias, logros, tropiezos y descubrimientos.



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO

14
EDICIÓN



**APLICACIÓN DE INTELIGENCIA
ARTIFICIAL E INGENIERÍA DE
CONFIABILIDAD EN EL
MEJORAMIENTO DE
PRODUCTIVIDAD EN OPERACIONES
DE PETRÓLEO, GAS Y MINERÍA.**

GUILLERMO BERMUDEZ SANTOS

BRISK SAS

Gerente de Operaciones / Co-Fundador

gbermudez@brisksas.com



BRÚJULA
SESIÓN





CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO

14
EDICIÓN

Contenido

- IA & Confiabilidad
- Implementación
- Ahorros Tempranos
- Integración y Proceso
- Predicciones
- Centros Integrados de Operaciones
- Caso de Éxito



BRÚJULA
SESIÓN





CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO

14
EDICIÓN

IA & Confiabilidad

Es un innovador enfoque para mejoramiento de la productividad reduciendo desviaciones de procesos y fallas de equipos.



BRÚJULA
SESIÓN

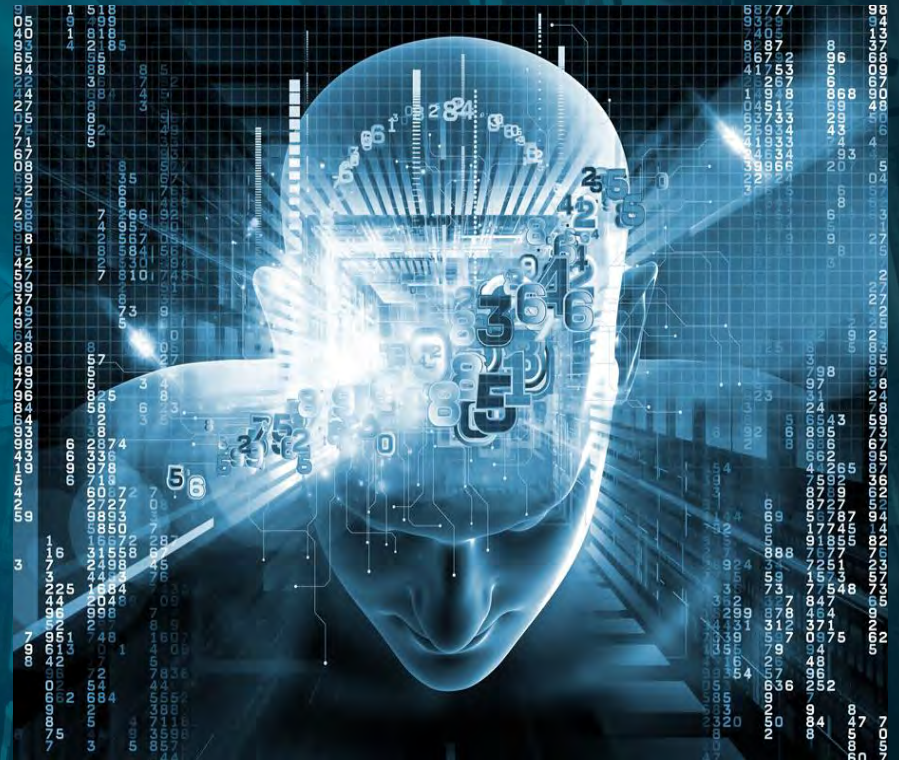




Gran Poder de Análisis IA

CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO 14
EDICIÓN

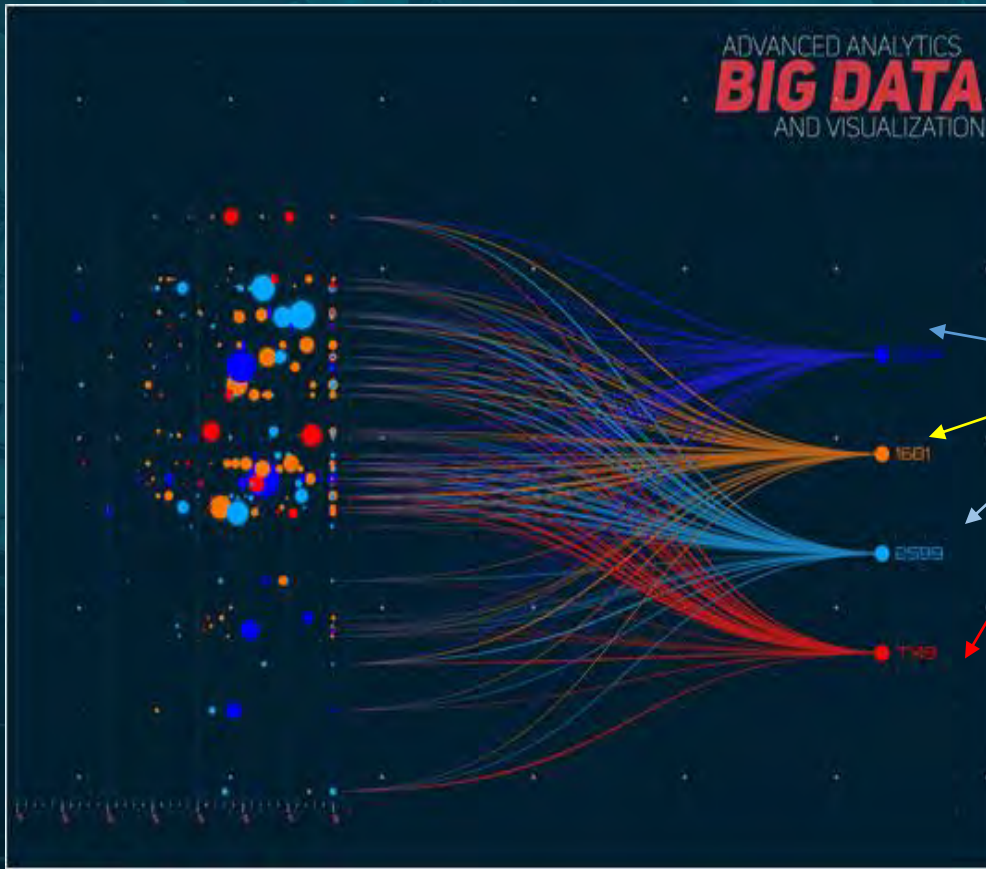
- Gran Volumen de Data
- Muy rápidos
- **Muchas Correlaciones**
- Análisis en Tiempo Real
- Mejores Decisiones





Criterio Experto

CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO | **14**
EDICIÓN



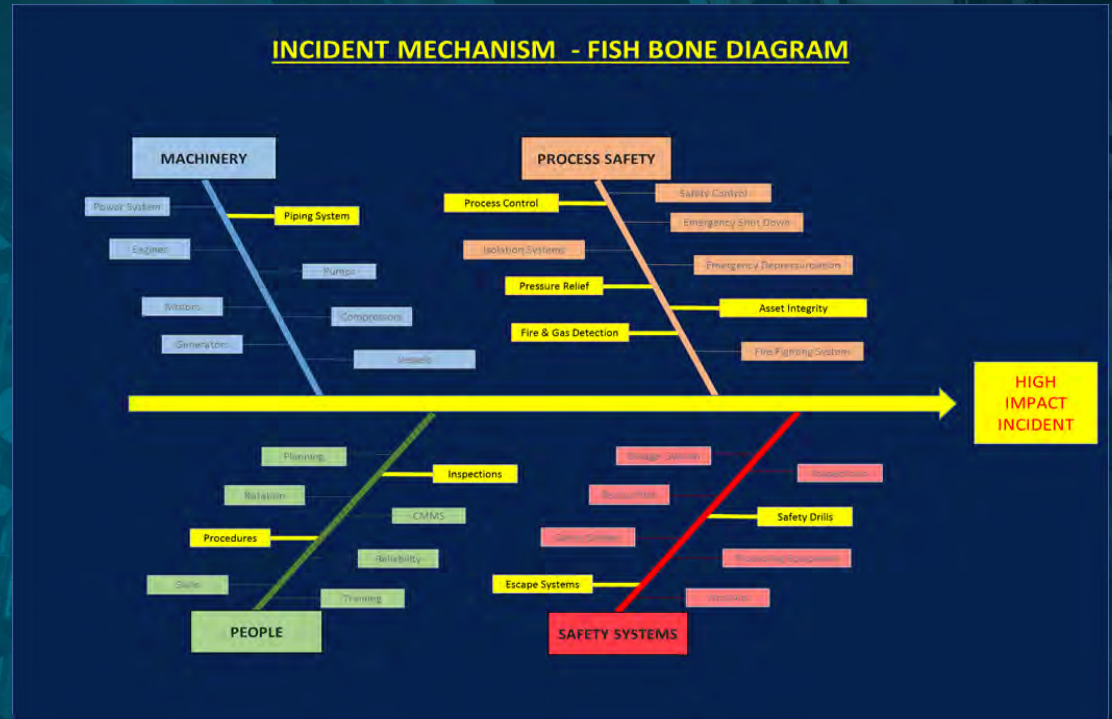
La definición de los parámetros objetivo requiere del criterio experto!



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO 14
EDICIÓN

Enfoque Integrado

PROCESS SAFETY
HUMANS SAFETY
ENVIRONMENT
PRODUCTIVITY



Los procesos de digitalización deben ser guiados por objetivos de generación de valor, focalizados en áreas claves...



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO

14
EDICIÓN

Implementación

Los objetivos son atacar los problemas inmediatos de manera rápida y desarrollar una visión de la planta inteligente y las etapas progresivas para su desarrollo.



BRÚJULA
SESIÓN



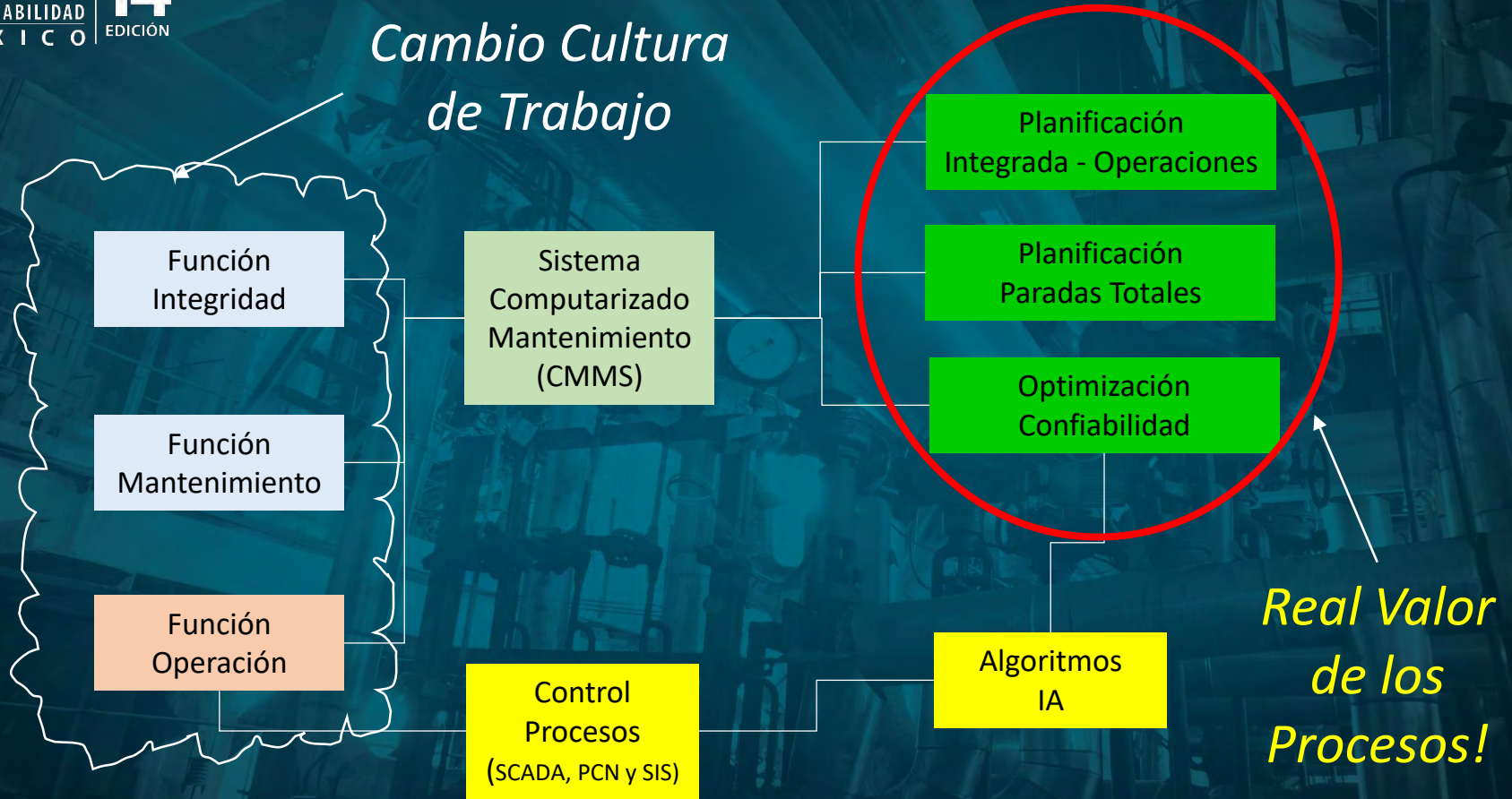


Implementación

CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO

14
EDICIÓN

Cambio Cultura de Trabajo



*Real Valor
de los
Procesos!*



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO | 14
EDICIÓN

Implementación





Implementación

CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
M É X I C O | 14
EDICIÓN

Mejoramiento de Confiabilidad

- Ahorros Tempranos
- **Éxitos de la Fuerza Laboral**
- Mandatorio en Etapa 1

*IA+ Confiabilidad permiten
Soluciones en corto plazo
de problemas inmediatos!*

Desempeño Sostenible

- Evaluación Estado Actual
- Mejoramiento Progresivo
- Etapas y Objetivos Anuales
- Función de Presupuesto y Prioridades

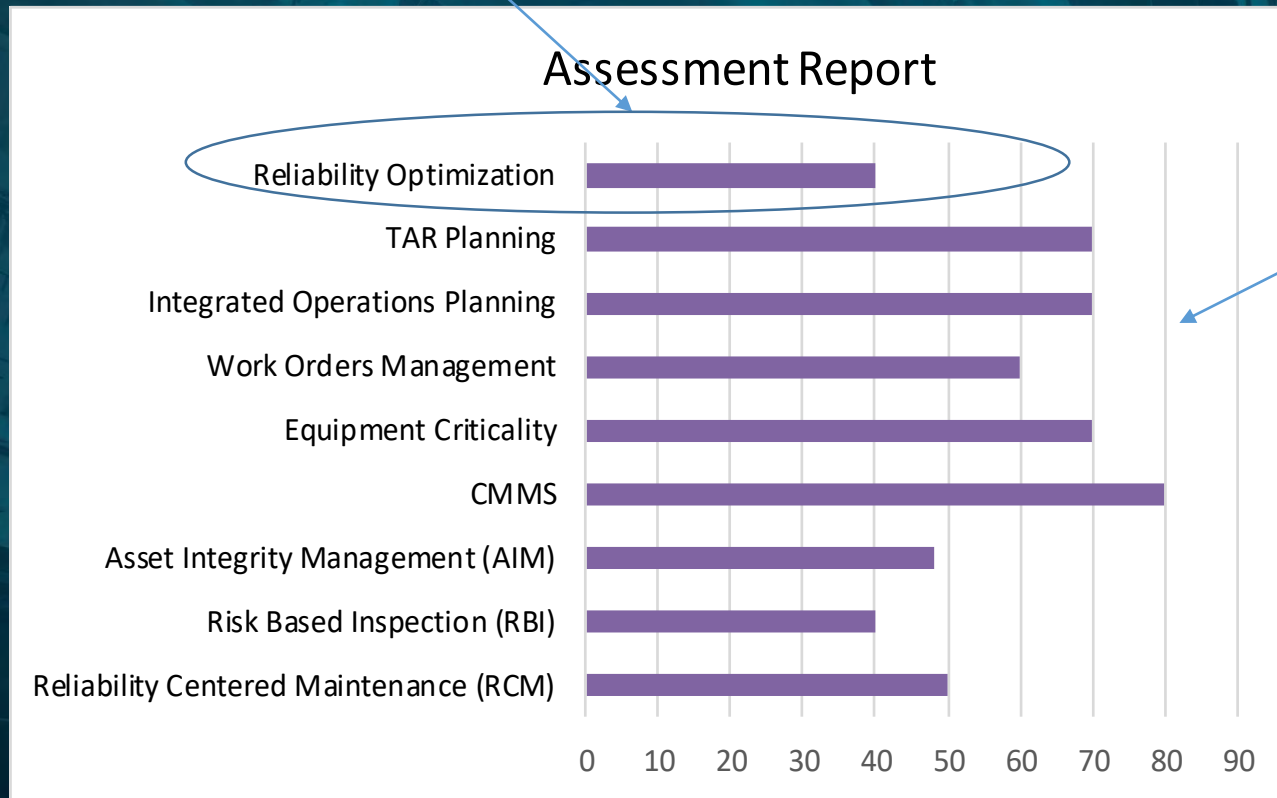
Soluciones a largo plazo



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO | 14
EDICIÓN

*Oportunidades
Inmediatas
Ahorros Tempranos*

Implementación



*Desempeño
Sostenible*

Es fundamental para el cambio cultural el involucramiento de la fuerza laboral en los éxitos tempranos !!!



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO

14
EDICIÓN

Ahorros Tempranos

Numerosas desviaciones y fallas crónicas se han resuelto de manera económica y rápida...



BRÚJULA
SESIÓN





Ahorros Tempranos

CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO

14
EDICIÓN

Frutos al Alcance

- Legados de Diseño
- Legados de Arranque
- **Status Quo**
- Problemas Sistémicos
- Ahorros Visibles





CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO

14
EDICIÓN

Ahorros Tempranos

Cambio Cultural

- Entrenamiento
- Involucramiento
- Reconocimiento
- Celebración



Trabajo multidisciplinario y enfoque integral, dos pilares fundamentales a introducir en la cultura empresarial...



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO

14
EDICIÓN

Ahorros Tempranos

- 33 MMUSD/year Savings
- Offshore Platform North Sea
- Root Cause Investigation
- Chronic Platform Total SD
- Failures PI Cooling System





CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO

14
EDICIÓN

Ahorros Tempranos

- 3 MMUSD/year Savings
- Bauxite Refinery Australia
- Root Cause Investigation
- Chronic Premature Plugging
- Green Liquor Filters





Ahorros Tempranos

CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO

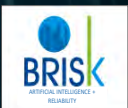
14
EDICIÓN

Productividad

- Baja ley en concentrado de cobre
- Altos consumos de energía
- Baja eficiencia en celdas de flotación

Confiabilidad y Mantenimiento

- Fallas muy crónicas motores eléctricos
- Fallas crónicas molinos SAG
- Fallas crónicas bombas sumidero





CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO

14
EDICIÓN

Integración y Proceso

La integración de la data existente en los análisis es la piedra angular para la efectividad...



BRÚJULA
SESIÓN





Integración

CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO | 14
EDICIÓN

Datos Digitales

- Seguridad de Proceso (SIS)
- Control de Proceso (PCN)
- SCADA

Datos NO Digitales

- CMMS
- Laboratorio
- Otros....

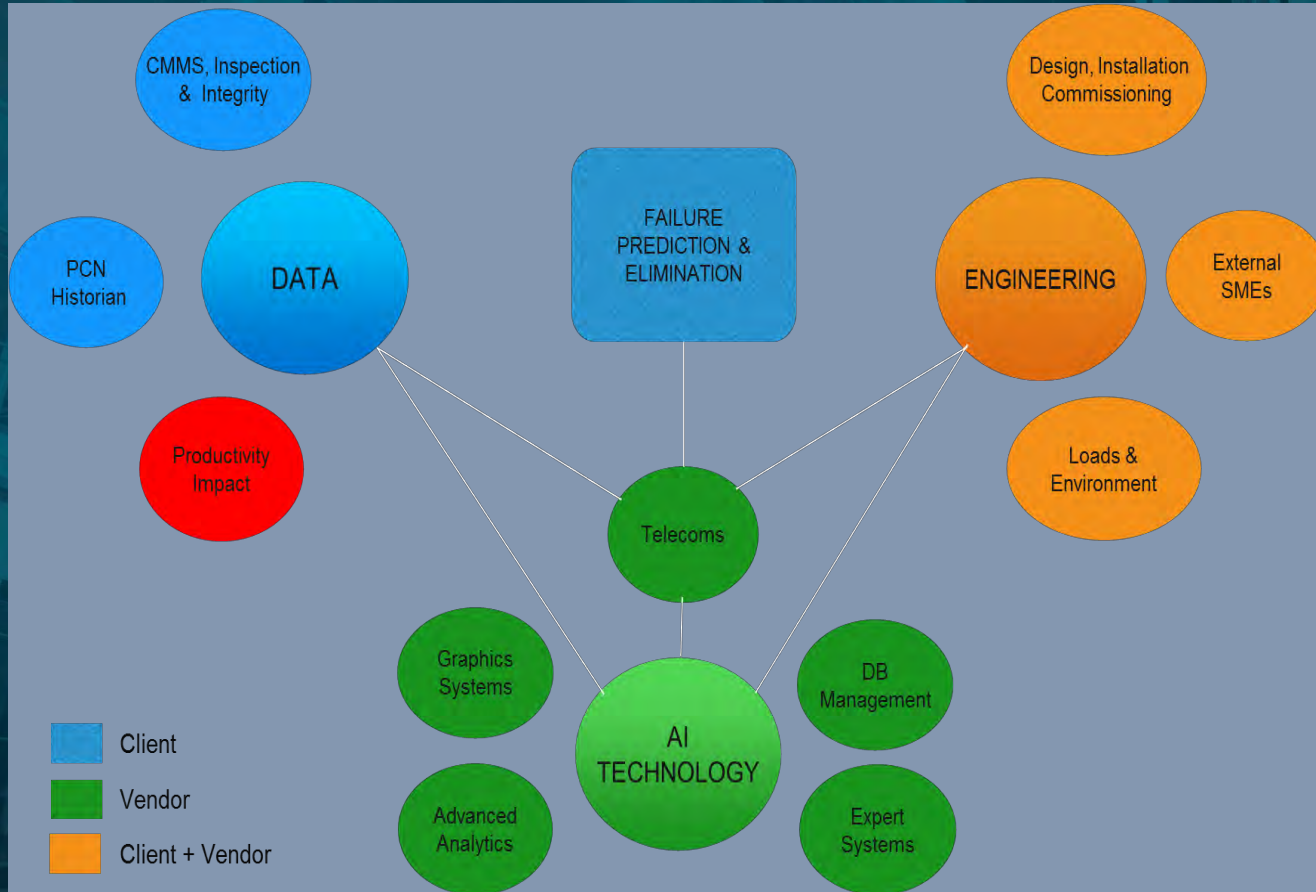




Integración - Arquitectura

CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO

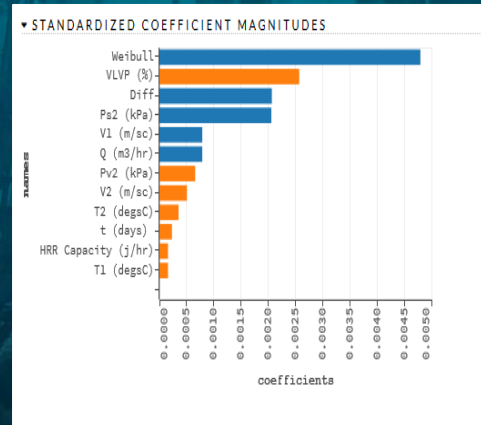
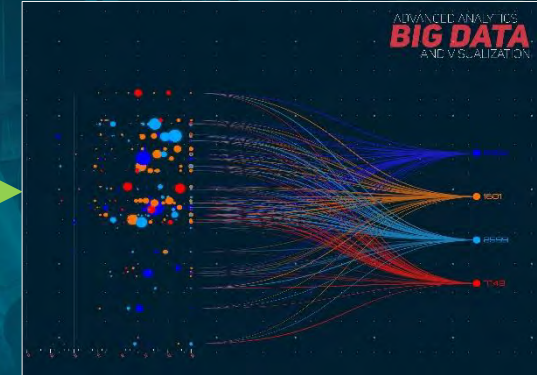
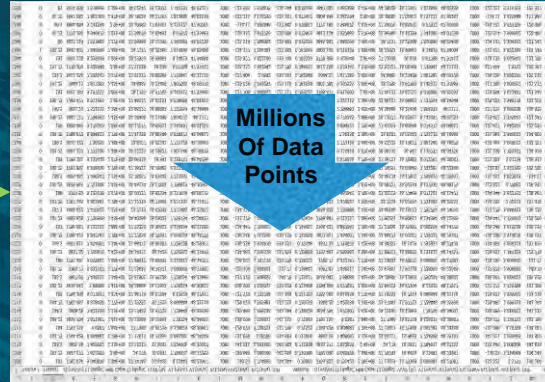
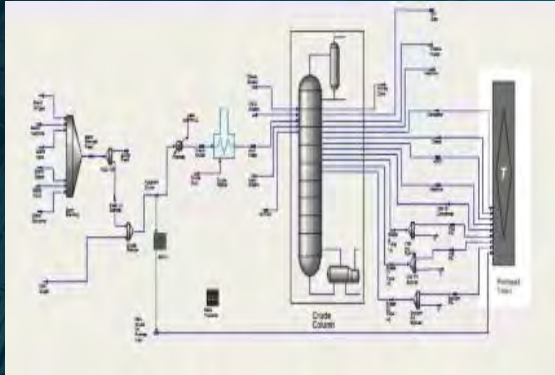
14
EDICIÓN





Proceso Analytics

CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO 14
EDICIÓN



BRUJULA
SESION

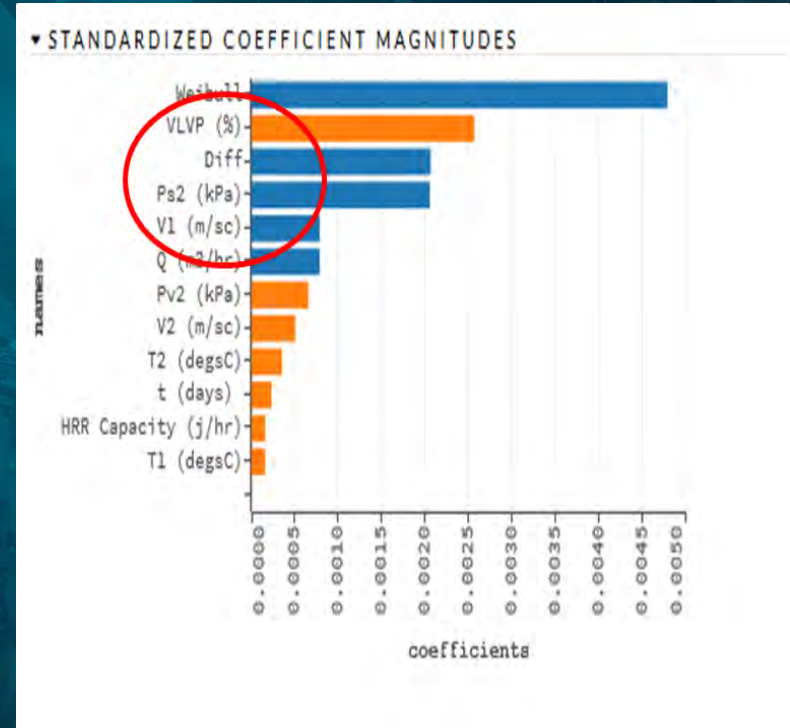




Factores Dominantes

Causas Raíz

- Causas Discretas
- Un Mecanismo de Falla
- Causas Sistémicas
- Varios Mecanismos de Falla
- Mejoramiento global

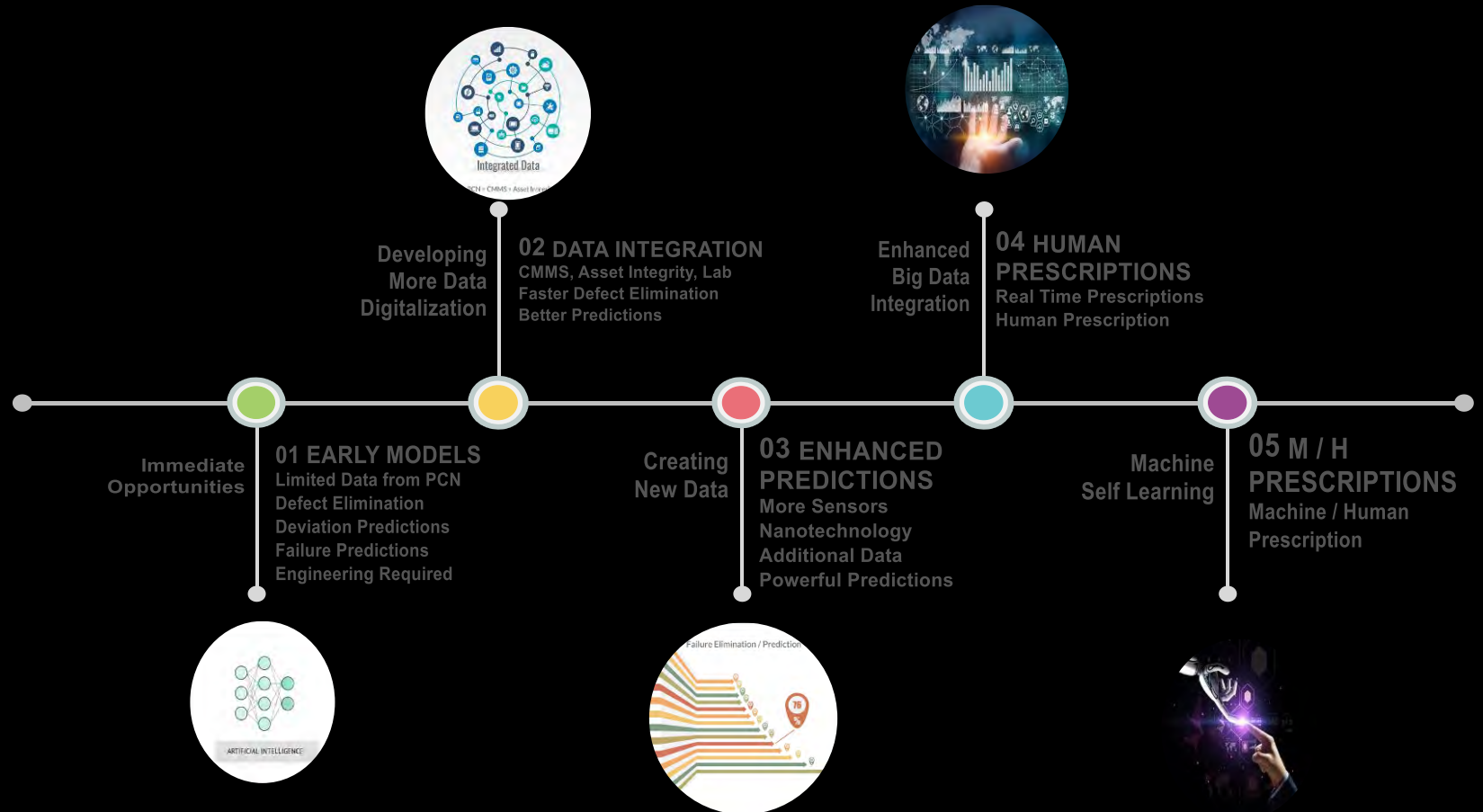




Digitalization Route Map

CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO

14
EDICIÓN



BRÚJULA
SESIÓN



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO

14
EDICIÓN

Predicciones

Una vez el sistema ha sido “entrenado” este puede predecir desviaciones de una variable de proceso o fallas de equipos basadas en los patrones anteriores de las demás variables.



BRÚJULA
SESIÓN



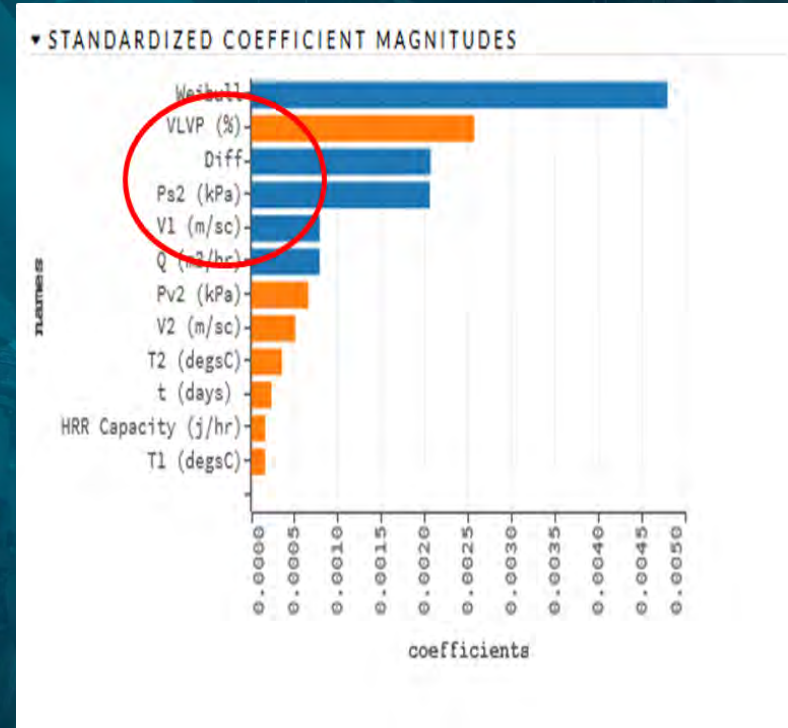


Factores Dominantes

CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO 14
EDICIÓN

Causas Raíz

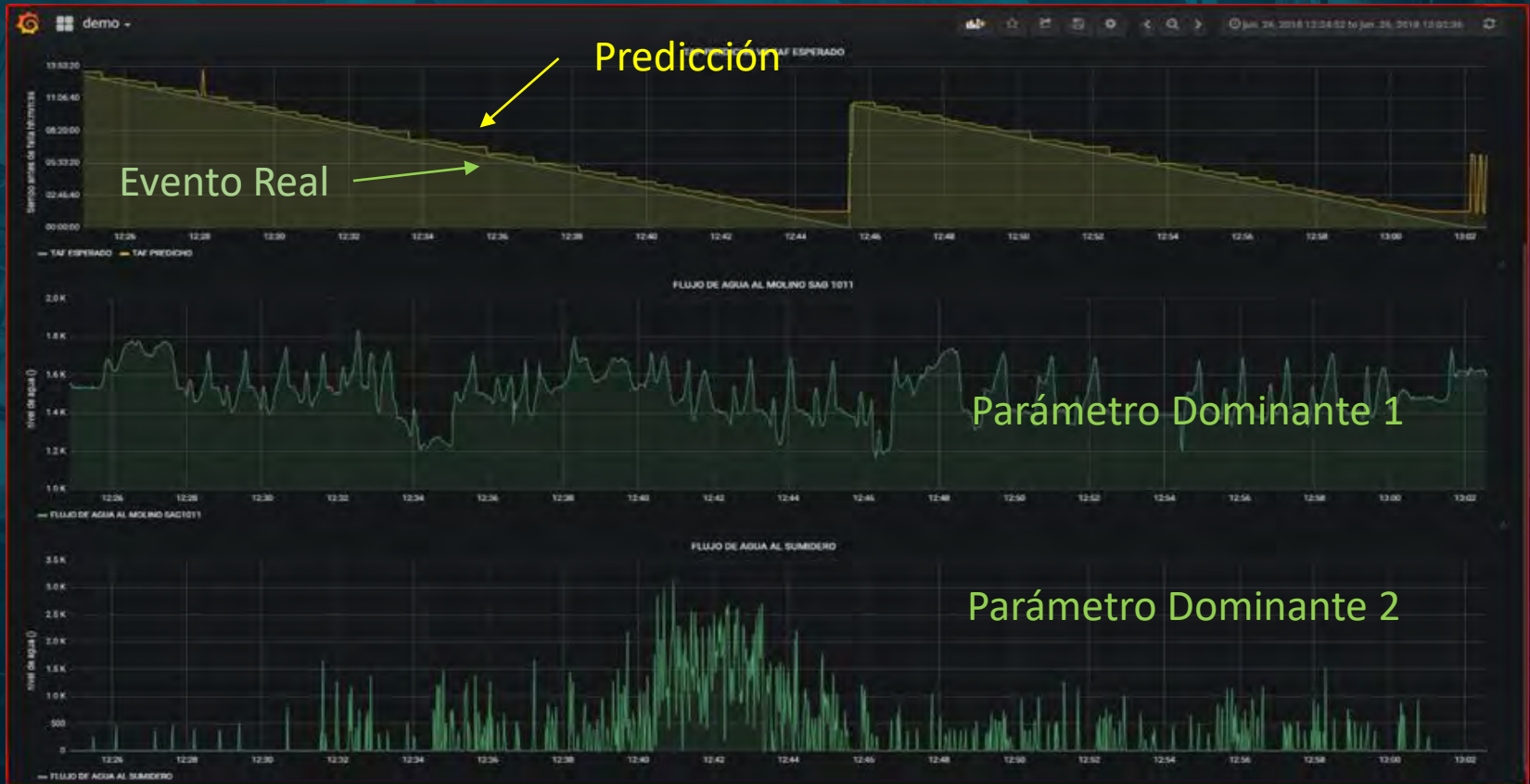
- Causas Discretas
- Un Mecanismo de Falla
- Causas Sistémicas
- Varios Mecanismos de Falla
- Mejoramiento global





Predicciones

CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO 14
EDICIÓN



Lecturas en tiempo real permiten acciones correctivas tempranas...



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO

14
EDICIÓN

Centros Integrados de Operaciones

La reducción de costos de sensores, de sistemas de transmisión y procesamiento de datos ponen estas tecnologías al alcance de operaciones pequeñas.



BRÚJULA
SESIÓN





CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO

14
EDICIÓN

Centros Integrados de Operaciones

Información en tiempo real

- Data Compartida
- Multidisciplinario
- Mejores Decisiones
- Rápidas Decisiones
- Bajo Costo



BRÚJULA
SESION





CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO | 14
EDICIÓN

Caso Exito

Planta de Concentrado de Cobre

Productividad

- Baja ley concentrado de Cu
- Altos consumos de Kw-h
- Ineficiencia celdas de flotación

Confiabilidad y Mantenimiento

- Fallas motores eléctricos
- Fallas molinos SAG
- Fallas bombas sumidero





Problema Objetivo – Energía SAG's

CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO | 14
EDICIÓN

Eficiencia Energética Molienda

- Potencia: 80 Mw-hr
- Costo: 4.5 MMUSD/Mes
- 35% del Costo de operación

Confiabilidad y Mantenimiento

- Overhaul SAG 20 MMUSD
- Cada 2 años
- Fallas bombas sumidero



BRÚJULA
SESIÓN

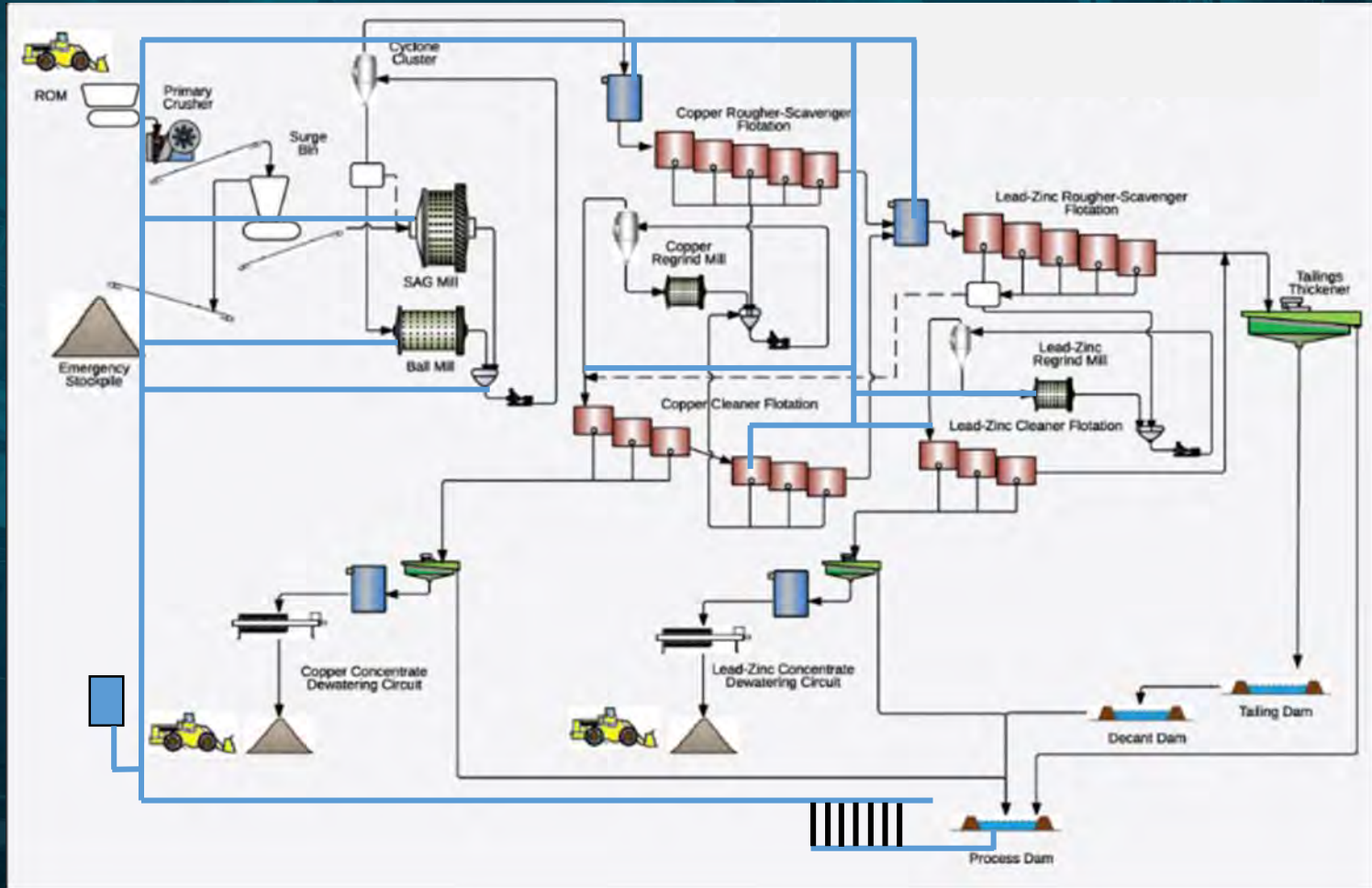




Diagrama Simplificado de Proceso

CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO

14
EDICIÓN





CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO | **14**
EDICIÓN

Data

Datos de Proceso (DCS)

- 300 Parámetros
- 9 Meses Operación
- > 600 mil eventos

Otras Informaciones

- Frecuencia de Fallas CMMS
- Diagramas de Proceso
- P&ID's
- Filosofía de Control



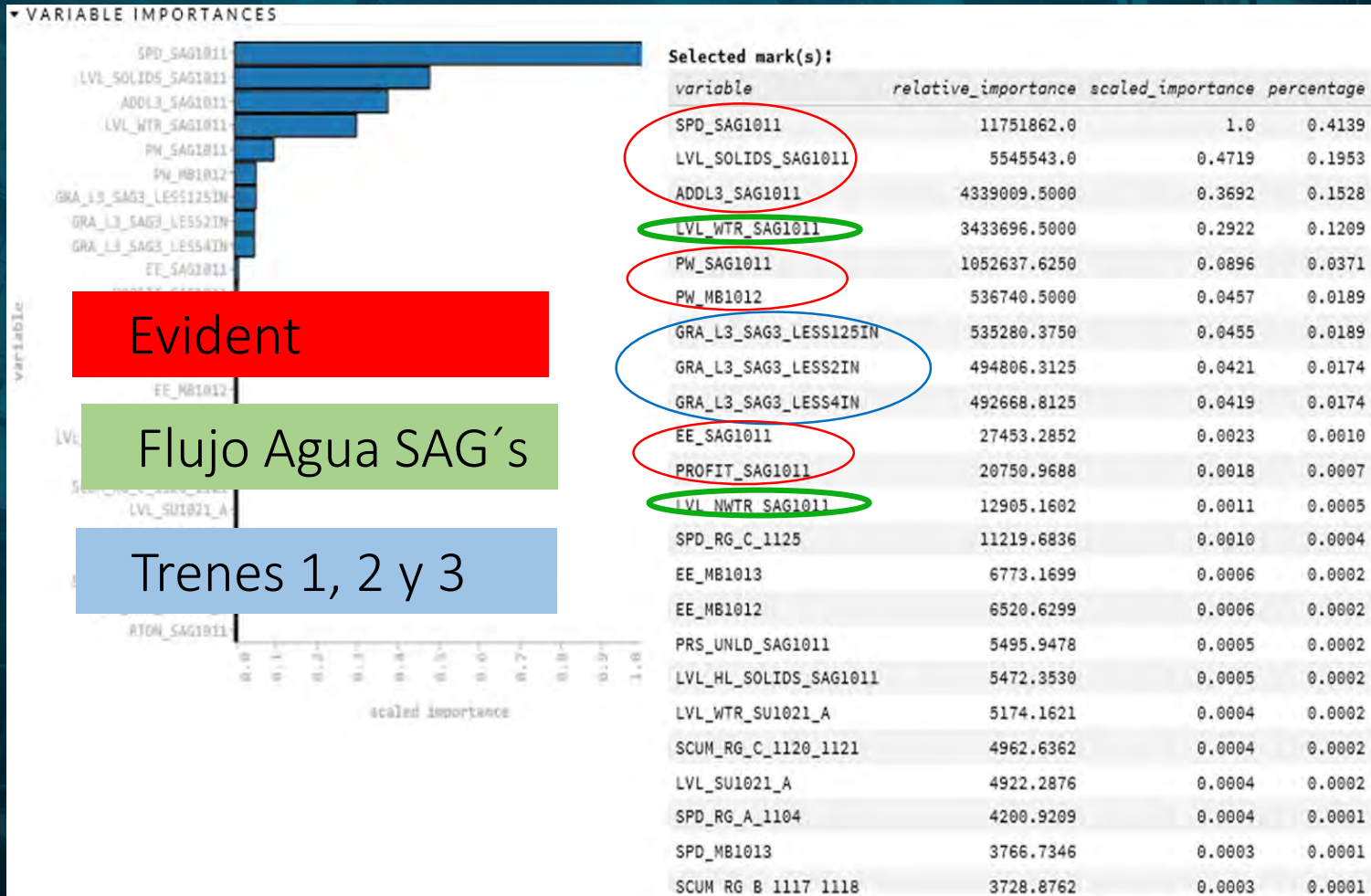
BRÚJULA
SESIÓN





Factores Dominantes Molino SAG

CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO | 14
EDICIÓN





Factores Dominantes Flujo Slurry

CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO 14
EDICIÓN

VARIABLE IMPORTANCES

Selected mark(s):

variable	relative_importance	scaled_importance	percentage
LVL_WTR_SU1021_B	3753961586688.0	1.0	0.5997
SPD_MB1013	497934565376.0	0.1326	0.0795
EST_MB1013	355409625088.0	0.0947	0.0568
SCUM_RG_A_1101	269659209728.0	0.0718	0.0431
PW_MB1013	211669991424.0	0.0564	0.0338
SCUM_RG_C_1122_1123	159933530112.0	0.0426	0.0255
SPD_MB1012	122461577216.0	0.0326	0.0196
LVL_NWTR_SAG1011	76824543232.0	0.0205	0.0123
EST_MB1012	66191777792.0	0.0176	0.0106
PW_MB1012	39865868288.0	0.0106	0.0064
SCUM_RG_C_1119	38553104384.0	0.0103	0.0062
LVL_NWTR_SAG1	30487027712.0	0.0081	0.0049
LVL_MAX_WTR_SU1021_B	27151720448.0	0.0072	0.0043
LVL_SU1021_A	21057230848.0	0.0056	0.0034
SPD_MIN_PP005	18291822592.0	0.0049	0.0029
LVL_PD501	17979684864.0	0.0048	0.0029
LVL_MAX_WTR_SU002	17675862016.0	0.0047	0.0028
LVL_MIN_WTR_SU002	16042804224.0	0.0043	0.0026
PW_MAX_MB4	14970708892.0	0.0040	0.0024
LVL_WTR_SAG1011	14203342848.0	0.0038	0.0023
PRS_BAT_CS1014_SETPMT	11767003136.0	0.0031	0.0019
PW_MIN_MB4	11614698496.0	0.0031	0.0019
LVL_SU1021_B	10981399552.0	0.0029	0.0018

Evident

Flujos Agua Proceso

Trenes 1, 2 y 3



Inestabilidades de Flujos

CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO

14
EDICIÓN



BRUJULA
SESION



BRISK
BUSINESS INTELLIGENCE
RELIABILITY



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO

14
EDICIÓN

Causas Raíz

Causas Raíz Sistémicas

- Inestabilidad Flujos Agua Proceso
- Inestabilidad Flujos Slurry
- Esquema de Control AP

Causas Raíz Discretas

- Inestabilidad Sólidos/Agua
- Inestabilidad pH
- Fallas Molinos, Bombas,
- Flotación Ineficiente



BRÚJULA
SESIÓN





Causa Raíz Sistémica

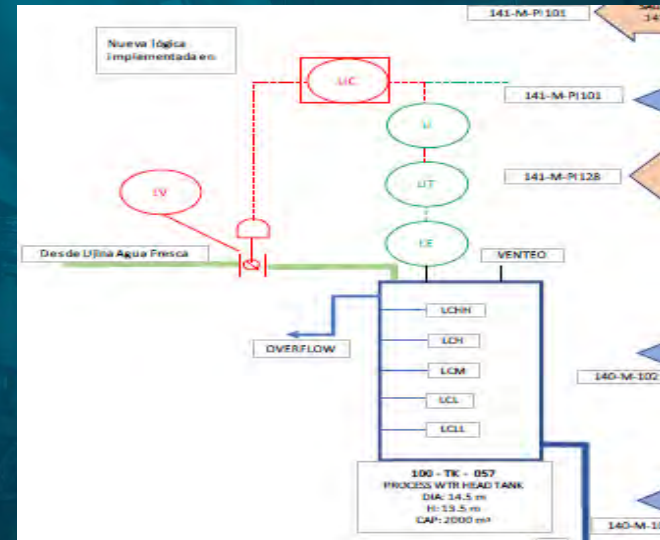
CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO | 14
EDICIÓN

Diseño

- Control Flujo Agua Proceso

Acciones Correctivas

- Modificación Esquema Control
- Control Continuo Retorno



BRÚJULA
SESIÓN





Predicciones

CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO 14
EDICIÓN



BRUJULA
SESION





Acciones Correctivas

CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
M É X I C O

14
EDICIÓN

Enfocarse en controlar la inestabilidad de Agua de Proceso AP...!

Acciones a Corto Plazo (0 a 6 meses)

- Limitar lazo de control a solo 4 bombas AP
- Control parcial flujo AP – Válvulas de control de presión
- Lazo primario - Control retorno
- Tanque pulmón – Lazo secundario

Acciones a Mediano Plazo (6 meses a 1 año)

- Diseñar sistema de retorno - Control presión Anillo AP
- Tanque pulmón – Transientes de presión



BRÚJULA
SESIÓN



Resultados

CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
MÉXICO

14
EDICIÓN

Resolviendo la Causa Raíz Sistémica de Inestabilidad del anillo AP Mejoramiento generalizado de la planta...!

Mejoramiento Directo

- **Aumento de 2 a 3 % de Cu promedio**
- Reducción del 75% de arranques de bombas AP
- Reducción del 15% de arranques de SAG's
- Reducción de 60% de fallas de motores eléctricos

Mejoramiento Colateral

- Mejor estabilidad sistema distribución eléctrica regional

>> 50
MMusd'por
año..!



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
M É X I C O

CONCLUSIONES



La IA+Confiabilidad integradas son un poderoso recurso para reducir costos de operación, mejorar la disponibilidad y productividad de plantas industriales.

Permite:

- Identificar rápidamente causas raíz de desviaciones de proceso o fallas de equipos.
- Predecir en tiempo real tales eventos y tomar acciones correctivas.
- Materializar ahorros rápidos
- Definir la bases y estrategias para programas de digitalización a mayor escala.



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
M É X I C O

POR SU ATENCIÓN

¡GRACIAS!

Guillermo Bermúdez Santos
gbermudez@brisksas.com

¡Sigue este camino y encuentra el tuyo!

