

Gestión y visualización de datos de aceite dieléctrico de transformador

Denis Lafrance, PhD, EMBA
Director – Servicios de laboratorio
dlafrance@doble.com

ALTANOVA, una empresa de Doble Engineering, brinda soluciones de diagnóstico a empresas de servicios públicos e industrias para mejorar el rendimiento de sus activos eléctricos a través de equipos de prueba portátiles, sistemas de monitoreo avanzados y servicios profesionales.

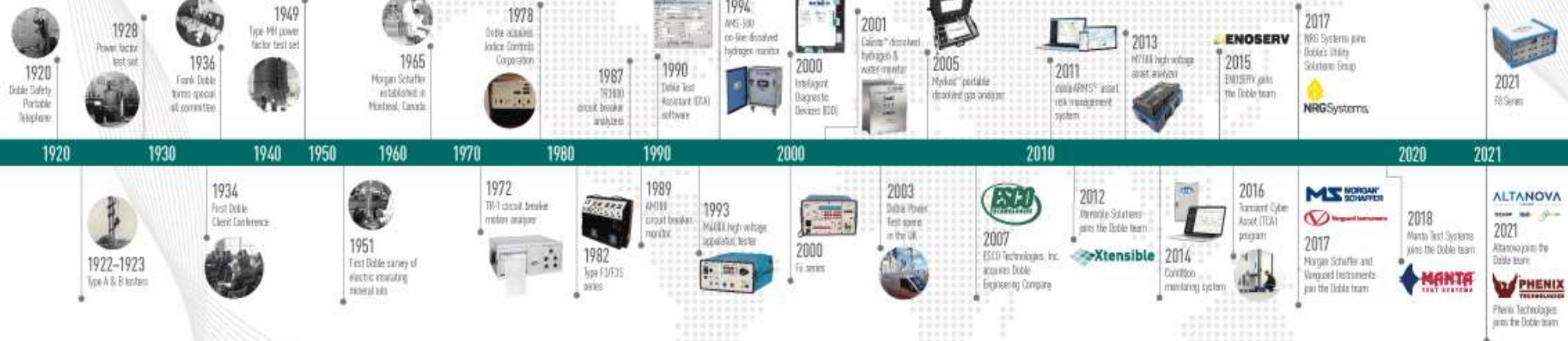
Historia de Altanova

- 1938 I.S.A. Istrumentazioni Sistemi Automatici S.r.l. se establece en Taino ITALIA
- 1999 TECHIMP nació como un spin-off de la Universidad de Bologna ITALIA.
- 2017 I.S.A. y TECHIMP se fusionan dando origen al GRUPO ALTANOVA
- 2019 INTELLISAW se une al GRUPO ALTANOVA
- 2021 GRUPO ALTANOVA pasa a formar parte de ESCO Technology Group y se incorpora a Doble Engineering Company, como parte de la división USG.



Historia de Doble

100 YEARS OF SERVICE TO THE ELECTRIC UTILITY INDUSTRY



Altanova Hoy



100
PAISES



12
SITIOS A NIVEL
MUNDIAL



150+
EMPLEADOS



150+
SOCIOS DE VENTAS



5550+
CLIENTES A NIVEL MUNDIAL



Parte del grupo de ESCO
Technologies' Utility
Solutions

MARCAS DE PRODUCTOS



Nuestras soluciones

Equipo de prueba eléctrica

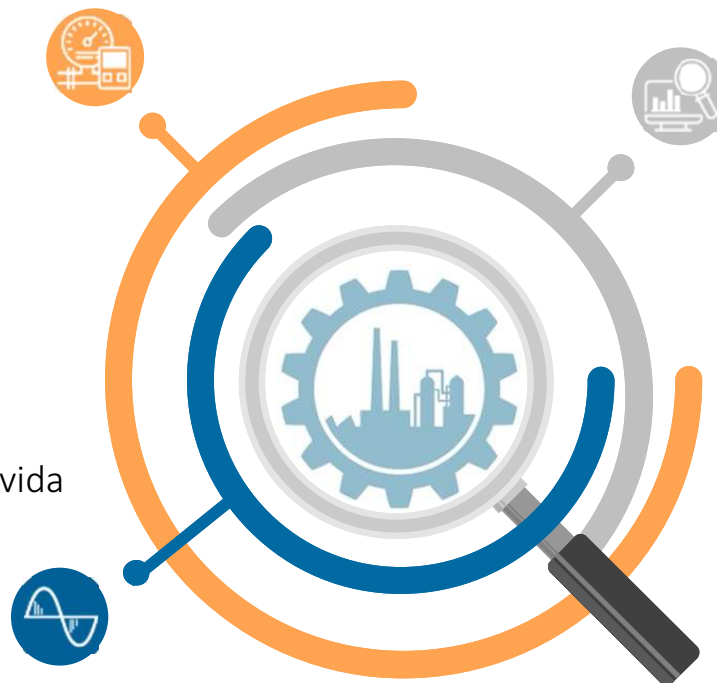
Imprescindible para las pruebas de mantenimiento del día a día de los activos eléctricos. Útil en fases específicas del ciclo de vida de los activos:

- Obtener
- Funcionar
- Mantener
- Desmantelamiento

Servicios profesionales

Oferta diversificada según el ciclo de vida del activo eléctrico:

- Instalación y puesta en marcha
- Prueba de diagnóstico
- Análisis de los datos
- Consultoría
- Capacitación



Sistemas de Monitoreo

Pase de un mantenimiento basado en el tiempo a un mantenimiento basado en la condición.

Concéntrese en el mantenimiento predictivo y cambie el enfoque del costo del valor del activo eléctrico a los costos de interrupción de la red.

Fuerte evolución de la tendencia de digitalización en la industria eléctrica.

Soluciones de prueba y monitoreo para:



- Transformadores de potencia
- Interruptores de circuito
- Switch gear HV aislada en gas
- Cables de MT/AT/ATE
- Switch gear MT/BT
- Baterías
- Transformadores de corriente y voltaje
- Relés de protección
- Medidores y transductores
- Maquinas rotativas
- Accionamientos de velocidad variable
- Líneas aéreas



¿Por qué tomar una muestra de aceite?

- Mantenimiento predictivo en lugar de reactivo
- Identifique fallas incipientes temprano y antes de que se conviertan en un problema
- Minimice las interrupciones, en particular las no planificadas
- Ayudar con la planificación y programación del mantenimiento
- Mejorar la confiabilidad de los equipos
- Repuestos estratégicos
- Reducir el riesgo de fallas
- Reducir el riesgo de daños colaterales
- Seguridad del personal, contratistas y público
- Mantenga felices a las aseguradoras y reduzca las primas



Motivo de un buen muestreo de aceite

Producir una representación precisa de la condición y el contenido del aceite, asegurando que se encuentren todos los contaminantes presentes, excluyendo aquellos de fuentes externas.

Fiabilidad y Validez



Fiable
No válido

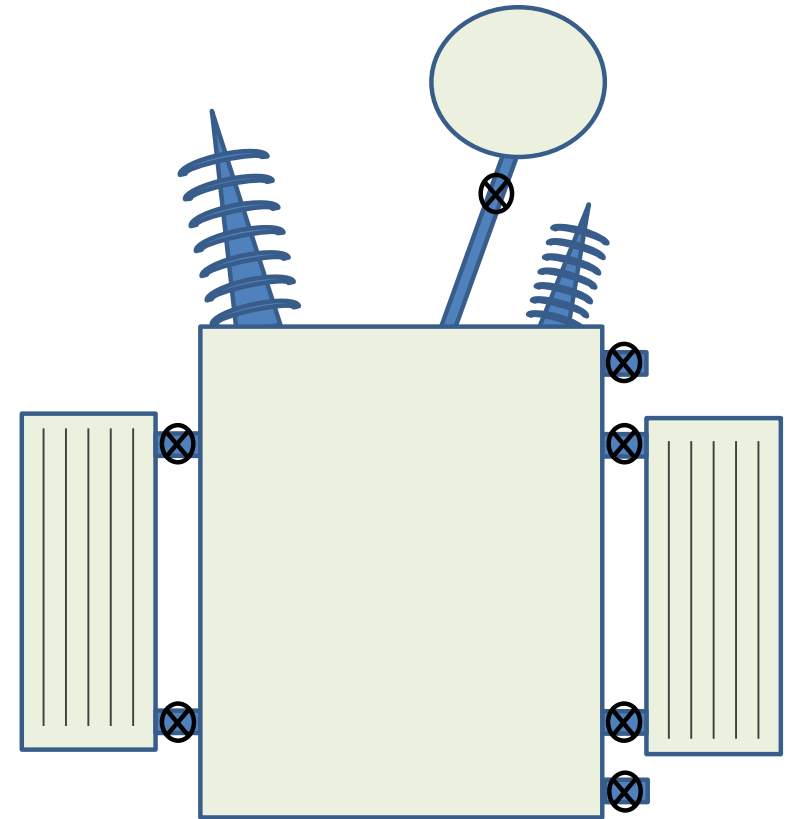
Poca Fiabilidad
Poco válido

No Fiable
No válido

Fiable
Válido

¿Qué es lo que hay que hacer?

- Identificar las pruebas aplicables al activo
- Calcule el intervalo de prueba apropiado
- Adquirir el equipo de muestreo y los consumibles correctos
- Utilice tomadores de muestras experimentados u obtenga algún tipo de capacitación
- Asegúrese de que se registre toda la información requerida por el laboratorio para analizar
- Tener un buen embalaje protector para el envío
- Enviar al laboratorio lo antes posible



Pruebas típicas de aceite

AGD

$H_2 / CH_4 / C_2H_6 / C_2H_4 / C_2H_2 / N_2 / O_2 / CO / CO_2$

Calidad del aceite

Contenido de agua

Tensión de ruptura dieléctrica

Factor de potencia

Tensión interfacial

Color

Resistividad

Acidez / TAN / Número de neutralización

Aspecto visual



Aislamiento Sólido

Furanos (2FAL) / Metanol / Etanol / CO / CO_2

Pruebas Especiales

DBDS

Punto de
inflamación/fuego

Densidad /
Gravedad
Específica

Pasivadores

Partículas

Azufre corrosivo

Viscosidad

BPC

Metales

Inhibidores

Lodo

Grado de
polimerización

Volúmenes típicos de pruebas

Pueba(s)	Volumen requerido, ml
Gas disuelto en aceite (AGD)	40
Contenido de agua	10
Paquete fisico quimico	1000
Inhibidor	1
Furanos	20
Tensión interfacial	25
BPC	1
Dieléctrico, D1816 o IEC 60156	400
Factor de potencia o disipación	250

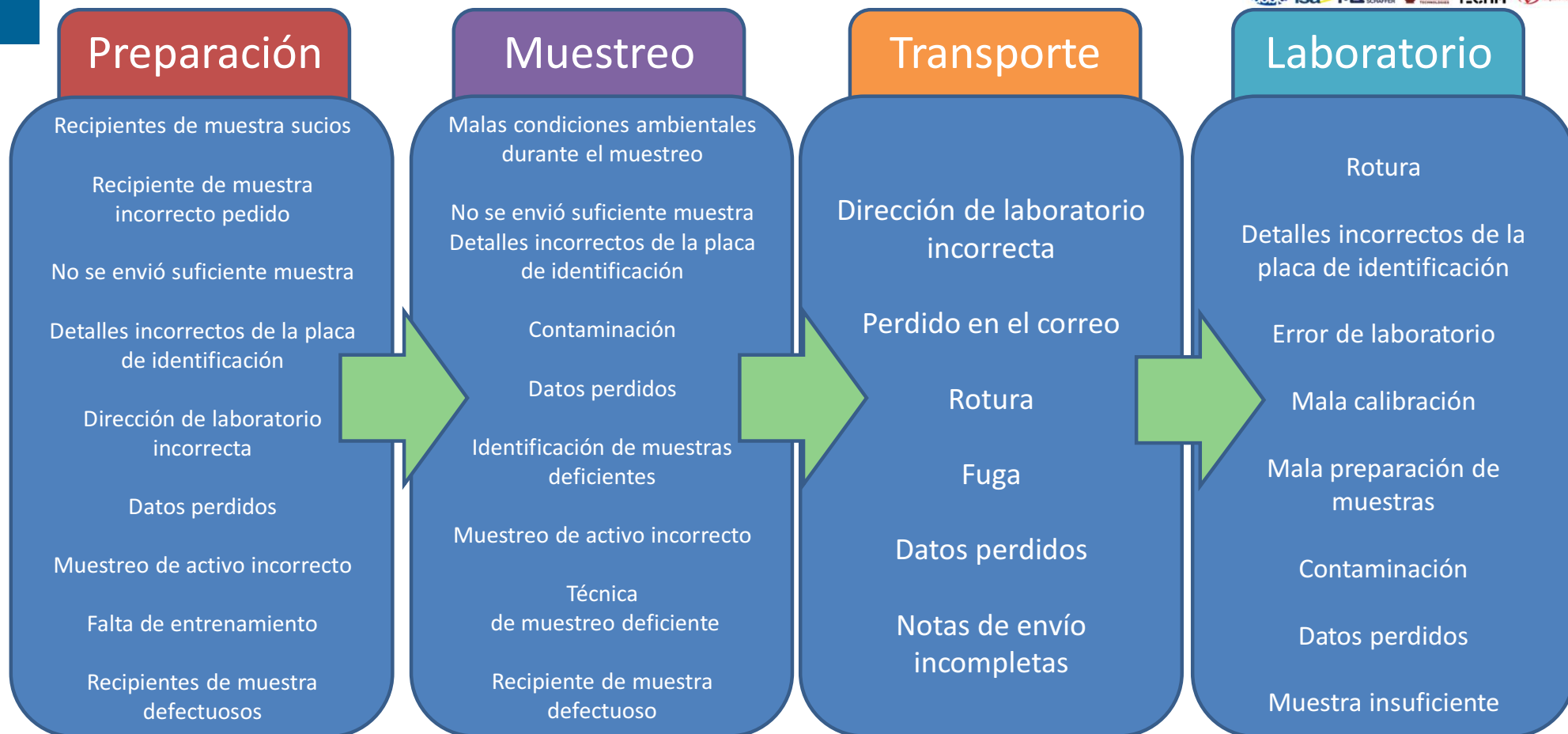
Análisis de rutina 1L

Jeringa DGA de 30 o 50 ml para
también analizar el agua

DBDS requiere 50mL

Pasivadores requiere 50mL

¿Qué puede salir mal?



Precauciones de seguridad

- Debe tener presión positiva en el transformador (transformadores N2 mantenidos)
- Volumen restante en el aparato aceptable (comprobar el nivel de aceite del conservador)
 - También aplicable a interruptores, cambiadores de tomas bajo carga, pequeños transformadores
- Desenergizar transformadores de medida y conmutadores de red
- Peligros eléctricos asegurados
- Requisitos sanitarios y medioambientales cumplidos
- Verifique el mantenimiento de la subestación (vegetación, desechos, peligros de tropiezos, pisos irregulares, aceite contaminado)
- Verifique que la iluminación sea adecuada para la tarea



Obtener una muestra representativa

- Buena técnica de muestreo
- Extraído del tanque principal
- Preparación y limpieza del área de muestreo
- Usando las herramientas correctas
- Limpie los tubos y los adaptadores
- Trapos sin pelusa
- Buenas condiciones ambientales
- Recipiente apropiado para pruebas.
- Enviar al laboratorio lo más rápido posible



Identificación y etiquetado de muestras

CLIENT Name:		Doble Account #:	
Pay by: ☐ Credit Card or Purchase Order: ☐ Individual ☐ Blanket, #:			
Transformer Nameplate Information		☐ New Note: If apparatus is already in the Doble lab system with the required information just enter the serial number and skip to the next section ☐ Change	
S/N:		Equipment No.:	
Substation:		Transformer Name:	
Design Type: ☐ Core ☐ Shell Form		Maximum kV:	
Manufacturer:		Maximum MVA:	
Year of Manufacturer:		Insulant Type: ☐ Mineral ☐ Silicone ☐ Other	
Cooling:		XFMR Oil Capacity: ☐ Gal ☐ L	
Maximum Temperature Rise Rating:			
Preservation System: ☐ Free Breathing ☐ Open Conservator ☐ Sealed or Gas Blanketed ☐ Conservator with Bladder			
Type: ☐ Power XFMR ☐ Network XFMR ☐ Potential XFMR ☐ Current XFMR ☐ Furnace XFMR ☐ Bushing ☐ Other:			
LTC / Regulator Nameplate Information		LTC TYPE: ☐ Break-in-Oil ☐ Vacuum	
☐ Primary LTC ☐ Secondary LTC (LTC 2)		# of LTC Separate Compartments: ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3	
Manufacturer:		IF SINGLE TANK, oil capacity: ☐ Gal ☐ L	
S/N if applicable:		Single tank type: ☐ Free Breathing ☐ Silica Gel ☐ Sealed	
Equipment No.:		IF SEPARATE TANKS:	
Model:		Divertor/Transfer Tank Type: ☐ Free Bre ☐ Silica Gel ☐ Sealed	
Regulator Contacts: where are they located? ☐ In Main Tank ☐ In External Compartment		Divertor/Transfer Insulant Type: ☐ Mineral Oil ☐ Other	
Insulant Type: ☐ Mineral Oil ☐ Other		Divertor/Transfer Oil Capacity: ☐ Gal ☐ L	
Oil Capacity: ☐ Gal ☐ L		Selector Tank Type: ☐ Free Breathing ☐ Silica Gel ☐ Sealed	
Note: Use Doble OCB simple form for OCBs		Selector Insulant Type: ☐ Mineral Oil ☐ Other	
		Selector Oil Capacity: ☐ Gal ☐ L	
Sampling Information (To be completed when taking the sample)			
Syringe and/or Container ID:		Sample Date/By:	
Miscellaneous ID:		Sample Point:	
Secondary Name (Job):		Time:	
Reason for Testing: ☐ Scheduled Routine ☐ New Liquid ☐ Commissioning ☐ After Degas ☐ After Processing by clay or similar ☐ Fault/Trip ☐ Failed Bushing ☐ Gas Alarm ☐ Failure ☐ End of Warranty ☐ Retrofill ☐ Other		Ambient Temp °C:	
		Humidity:	
		Top Oil Temp. °C:	
DESIRED TESTS FOR THIS SAMPLE ☐ RUSH ☐ ROUTINE			
☐ Dissolved Gases in Oil (DGA)	☐ Mini Screen	☐ Dielectric Breakdown, D1816**	☐ Sulfur, Corrosive (D1275)
☐ 8-part Screen, D1816, both PFs	☐ Water Content**	☐ Dielectric Breakdown, D877A*	☐ Sulfur, Doble CCD
☐ 7-part Screen, D1816, 25°C PF	☐ Neut. Number**	☐ Dielectric Breakdown, D877B	☐ Passivator Determination
☐ 7-part Screen, D877A, 25°C PF	☐ Interfacial Tens.***	☐ Power Factor 25°C*	☐ Fiber - Microscopic Examination
☐ Comprehensive Screen	☐ Color D1500**	☐ Power Factor 100°C	☐ Metals, Dissolved
☐ Condition Assessment Screen***	☐ Inhibitor Content	☐ Power Factor @ 25°C & 100°C**	☐ Metals, Bearing Wear/Particulate
☐ 7-part Silicone Screen, D877	☐ PCB Content	☐ Fusible Compounds in Oil	☐ DP (for paper only)
☐ Chlorinated Liquid Screen	☐ LTC test	☐ Sludge Precipitation	☐ Other
These tests are included in the 7-part or 8-part screens	☐ LTC test	☐ Particle Count	***all Doble for details as there are special requirements involved

Sección 1

Sección 2

Sección 3

Consideraciones de envío

Los envíos grandes deben dividirse
en varios envíos pequeños



Proteger adecuadamente de fugas
Proteger adecuadamente de la luz
Proteger adecuadamente de roturas

Envíe al laboratorio lo antes posible, idealmente dentro de la semana posterior al muestreo

Qué estándares usar (aceites minerales)



Interrogación de datos para aceite mineral en servicio

IEC 60422:2013 – Calidad del aceite / Mantenimiento

IEEE C57.106:2015 – Calidad del aceite / Mantenimiento

IEEE C57.104:2019 – AGD

Cigre 771:2019 – AGD

IEC 60599:2016 - AGD

Cigre 779:2019 – Envejecimiento de aislamiento sólido

IEEE C57.139:2015 – DGA en cambiadores de tomas

Estándares de especificación

IEC60296:2020 – Aceite nuevo

BS148:2020 – Aceite reciclado

Técnicas de muestreo

ASTM D923-15:2015

IEC 60475:2011

IEC 60567



Qué estándares usar (aceite no mineral)



Interrogación de datos para ésteres en servicio o aceites no minerales

IEC 61203:1995 – Gestión de ésteres

Cigre 771:2019 – AGD

IEEE C57.147 – Mantenimiento de Ester Natural

Especificación de aceites no minerales

ASTM D6871-17 (2017) – Ester natural y sintético

IEC 61099:2010 – Ester sintético



Así que tengo algunos resultados ¿Y ahora qué?

Lea los resultados

Comparar con datos históricos

¿Tienen sentido los datos?

Formule un plan de acción, las consideraciones podrían incluir:

- Remuestreo
- Supervisión mejorada/supervisión reducida
- Aditivos
- Procesamiento de aceite - Recuperación / Regeneración - Purificación / Reacondicionamiento
- Soluciones a largo plazo para la humedad – Transec / Omnia / Trojan
- Soluciones a largo plazo para otras calidades de aceite - Sentinel
- Pruebas eléctricas
- Planificación para reemplazo o falla



Cuándo y por qué debería volver a muestrear

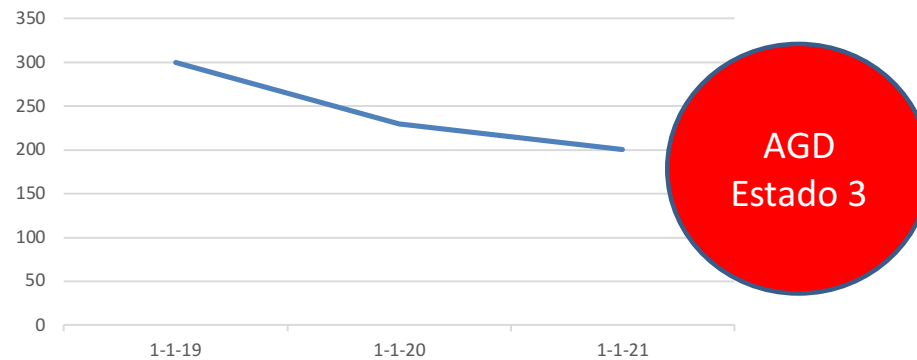
- 'Solución' barata para error de laboratorio o muestreo
- Puede identificar una tendencia más rápido
- Como herramienta de evaluación comparativa antes, después y 3 meses después del tratamiento con aceite
- Cuando los datos hacen más preguntas
- Al recibir las entregas de aceite
- Después de cualquier mantenimiento invasivo
- Después de una falla, disparo o transitorio



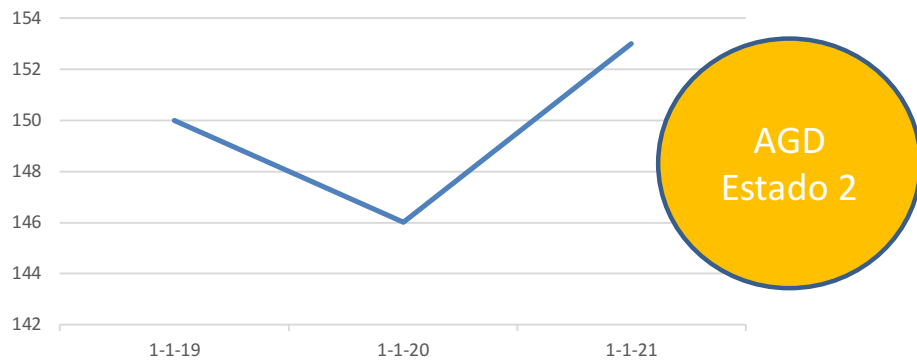
Por qué importa la tendencia

Los valores absolutos de DGA pueden estar fuera del límite según los estándares, pero no ser significativos en términos de tendencia.

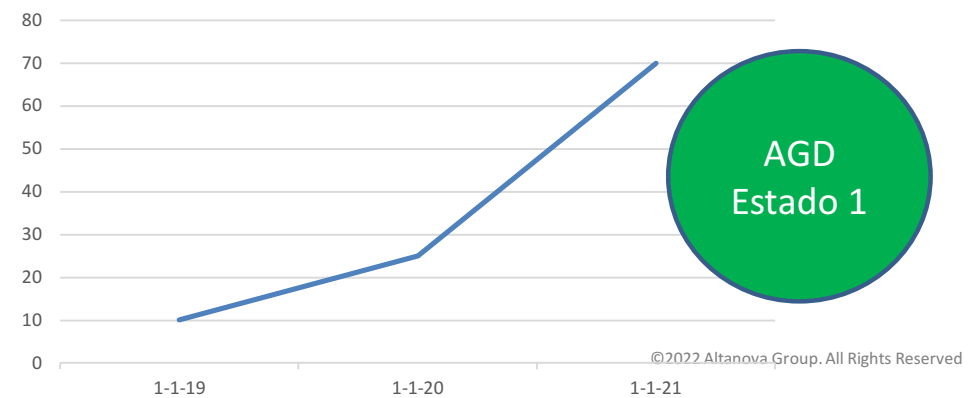
Hydrogen



Hydrogen



Hydrogen



Interrogar los datos en Excel

		Sample Date	Sample Date		number of days between samples			
		23/04/2015	19/03/2015	Sample Difference	35	company limits		Dorenburg
Chemical	Name	Current Result	Previous Result	ppm	ppm per day	Amber	RED	Minimum
N2	Nitrogen	57428	0	57428	1640.800			
O2	Oxygen	19054	0	19054	544.400			
CO	Carbon Monoxide	54		54	1.543	800	1400	350
CO2	Carbon Dioxide	1210		1210	34.571	10000	15000	
H2	Hydrogen	34.8	0	34.8	0.994	100	250	100
CH4	Methane	59.3	0	59.3	1.694	75	250	120
C2H6	Ethane	35.4	0	35.4	1.011	75	250	65
C2H4	Ethylene	117.7	0	117.7	3.363	75	250	50
C2H2	Acetylene	0.9	0	0.9	0.026	2	4	1
C3H8	Propane	0	0	0	0.000			
C3H6	Propene	0	0	0	0.000			
CH3OH	Methanol	0	0	0	0.000			
TDG	ppm	77994.10	0.00	77994.10	2228.403	0	0	
TDCG	ppm	248.10	0.00	248.10	7.089	1500	2500	
TDG	%age	7.7994	0.0000	7.7994	0.223			
TDCG	%age	0.0248	0.0000	0.0248	0.001			

ALTANOVA
A DOBLE COMPANY

doyle isa ms MORGAN SCHER PHENIX TECHMP Vanguard Systems

- Sistema de semáforos
 - Fuera del "límite" en comparación con los estándares
 - Guía básica
 - Análisis de proporción
 - Informes de salud de activos....
-
- Rara vez cualquier tendencia,
 - así que necesitamos otra herramienta...

[illegible]

Almacenamiento de datos en formato de papel

- Solución tradicional de almacenamiento de archivos
- Barato
- Riesgo de pérdida de datos en un incendio
- Lento para cotejar los datos y la información de tendencias
- Se requiere la creación manual de informes
- Alto riesgo de error de transcripción
- La interrogación de datos requiere mucho tiempo
- No capacidad de compartir datos rápidamente y fácilmente
- Falta redundancia de conocimiento
- Mucha impresión y almacenamiento voluminoso
- No es bueno para el medio ambiente



Almacenamiento de datos en una computadora

- Solución moderna de almacenamiento de archivos
- Barato
- Riesgo de pérdida de datos en caso de incendio/robo/avería/virus/malware/ransomware
- Lento para cotejar los datos y la información de tendencias de los informes emitidos por el laboratorio
- Se requiere la creación manual de informes
- Alto riesgo de error de transcripción pero más fácil de corregir que el almacenamiento en papel
- La interrogación de datos requiere mucho tiempo
- Falta redundancia de conocimiento



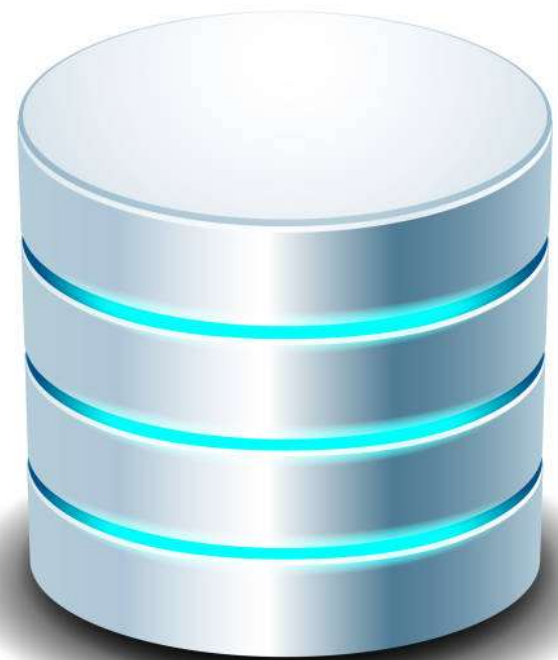
Almacenamiento de datos en una hoja de cálculo

- Barato y relativamente rápido de configurar
- Alto riesgo de error de transcripción pero rápido de corregir
- Puede graficar los datos
- Puede interrogar los datos contra un estándar o usar herramienta como el triángulo de Duval
- Puede estar limitado a las estaciones de trabajo de la oficina principal o del sitio
- El archivo en sí se puede compartir fácilmente pero falta la capacidad de red/internet
- No se pueden generar informes sin conocimientos de programación
- Todavía requiere análisis experto y planificación de acciones



Almacenamiento de datos en una base de datos

- Complicado y posiblemente costoso de configurar
- Toda la flota se puede gestionar a través de una interfaz local
- Debería ser capaz de crear gráficos de datos históricos.
- Puede estar limitado a las estaciones de trabajo de la oficina principal o del sitio
- Puede faltar la capacidad de red/internet
- Archivo menos fácil de compartir sin licencia de software
- Es posible que no pueda generar o cambiar informes sin un conocimiento experto del software
- Todavía requiere análisis experto y planificación de acciones



Uso de LIMS para almacenar datos

- Sistema de gestión de información de laboratorio (LIMS)
- Excelente para los laboratorios, ya que monitorea la progresión de la prueba de muestra y el control de calidad
- Puede producir informes
- Podría proporcionar interrogación de datos básicos contra uno de los estándares de prueba
- El diseño de software inflexible hace que su adaptación sea costosa y lenta
- Difícil de compartir datos digitales sin procesar a menos que se incluya una licencia de software para el usuario final
- Es posible que solo sea capaz de generar tablas de resultados
- Informes limitados a unos pocos puntos de datos históricos.
- Confía en que el usuario final gestione sus datos
- Requiere conocimiento experto en el usuario final para tendencias y planificación de acciones

Almacenamiento de datos en línea/nube

- Múltiples dispositivos y usuarios pueden acceder
- Permita que los usuarios accedan a toda la información o limite los datos que pueden ver
- Los laboratorios pueden cargar datos directamente
- La seguridad debe ser abordada
- No puede utilizar métodos analíticos



Herramientas de gestión de datos en línea



- ¿LIMS integrado?
- Puede proporcionar alguna interpretación de los datos.
- Puede mostrar la tendencia de los datos
- Puede enviar alertas por correo electrónico o mensaje de texto cuando los datos han cambiado fuera de los límites establecidos por el usuario
- Puede interrogar datos automáticamente a múltiples estándares
- Puede tener tamaños de grupos de usuarios ilimitados
- Puede administrar equipos de monitoreo en línea a través de interfaces tipo PI
- Todavía requiere análisis experto, verificación y gestión de acciones

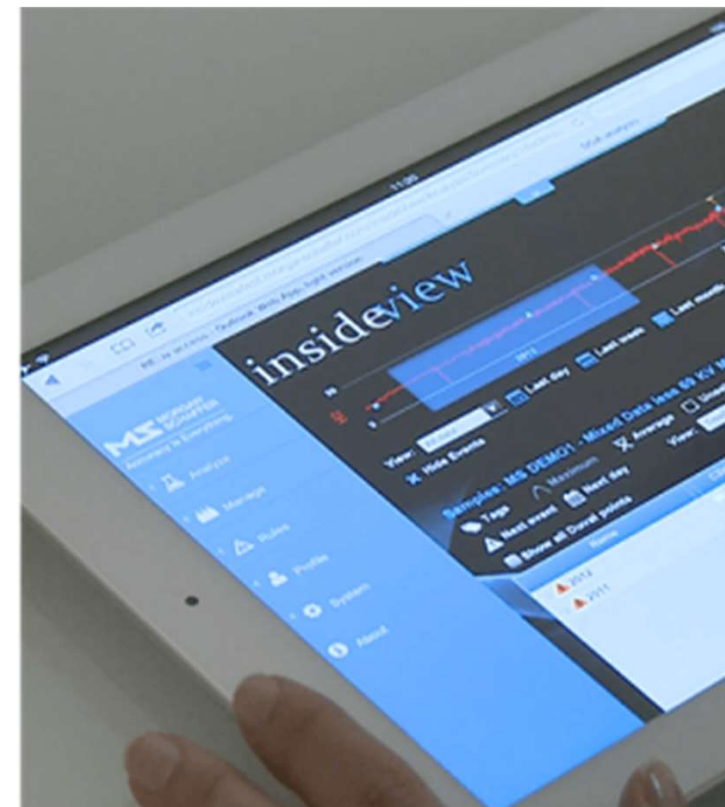
INSIDEVIEW®

Software de diagnóstico para la gestión de datos de fluidos aislantes fuera de línea

- Datos de pruebas de laboratorio
- Analizadores DGA portátiles Myrkos

Beneficios principales:

- Gestión de datos de aceite de flota
- Análisis integral de datos de calidad del aceite y DGA
- Alerta al personal del cliente cuando se superan los umbrales de datos de calidad del aceite o DGA
- Centraliza los datos de las pruebas de aceite para facilitar el acceso
- Optimiza el flujo de trabajo entre laboratorios, expertos, personal de campo y administradores de activos



Ventajas INSIDEVIEW®



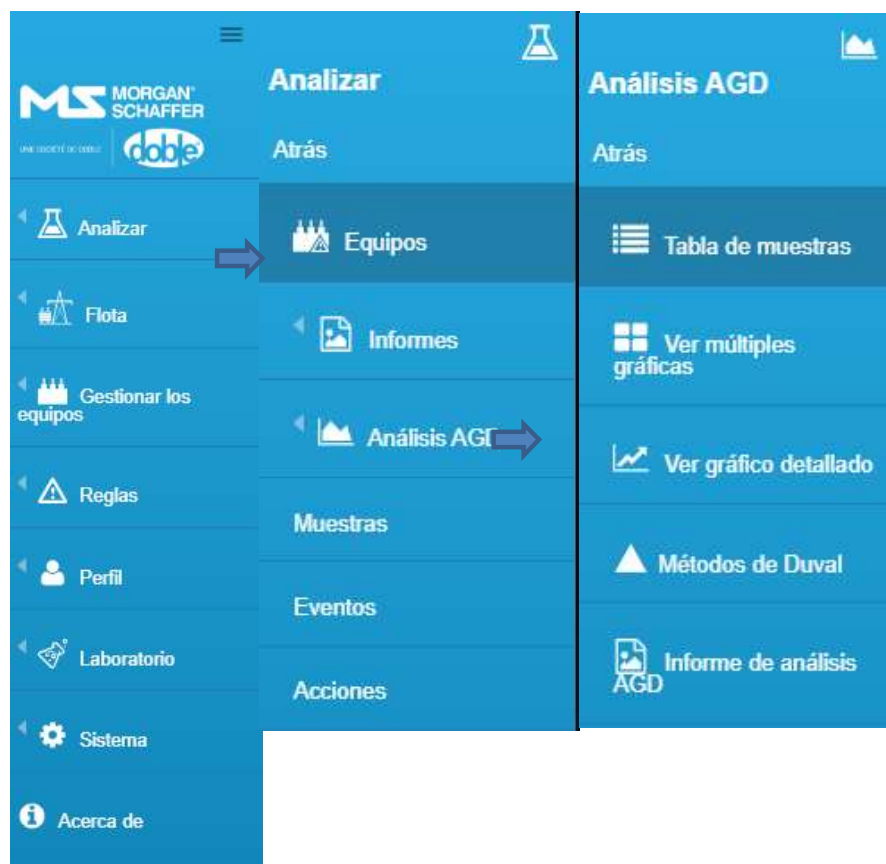
- Número ilimitado de usuarios (usuario normal, administrador, niveles de acceso de solo lectura)
- Implementación fácil y máxima seguridad de datos
- Solución basada en la nube o como una solución basada en servidor instalada dentro de la infraestructura del cliente
- Configuración remota básica de INSIDEVIEW®, migración de datos o capacitación de cortesía
- Servicios de soporte experto de Doble

Flujo de trabajo

Menú principal

Sección Analizar

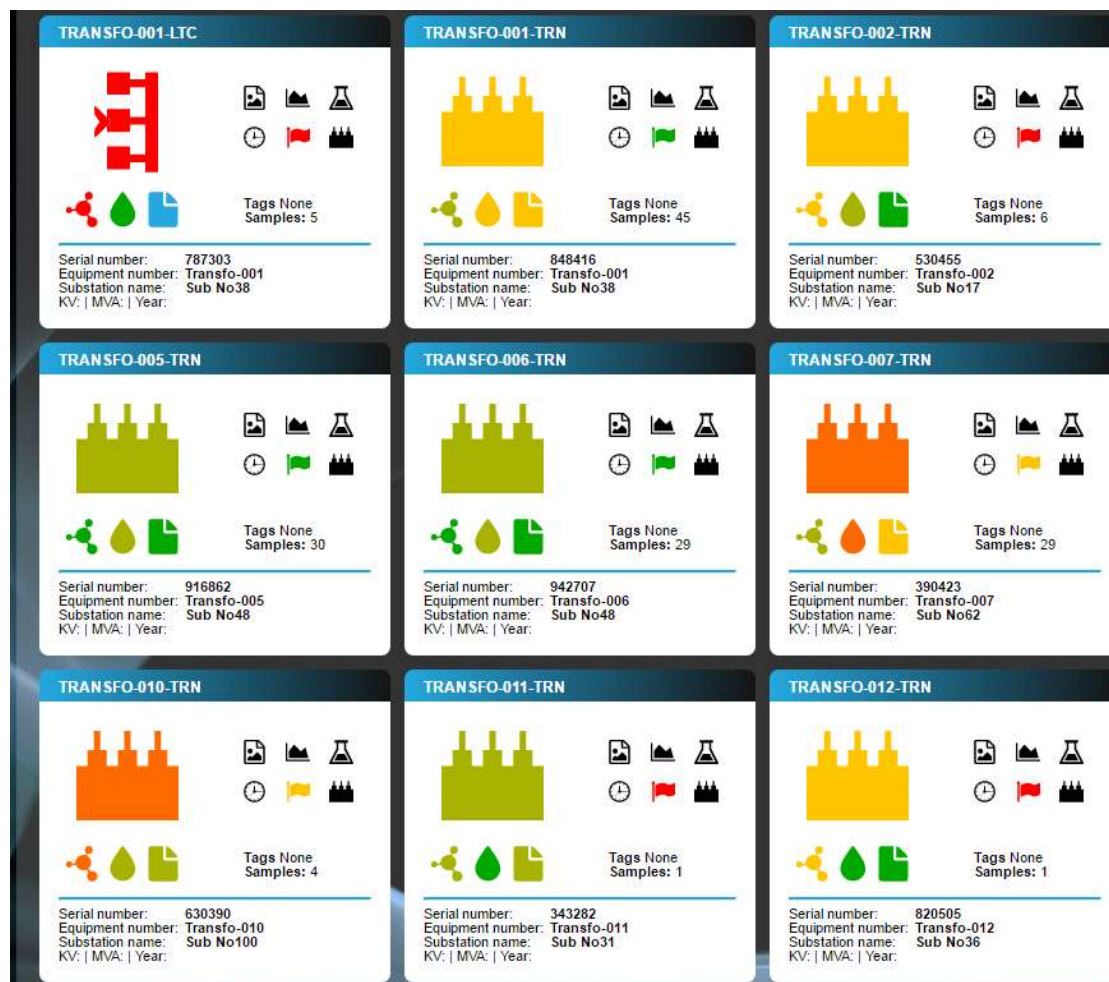
Análisis AGD



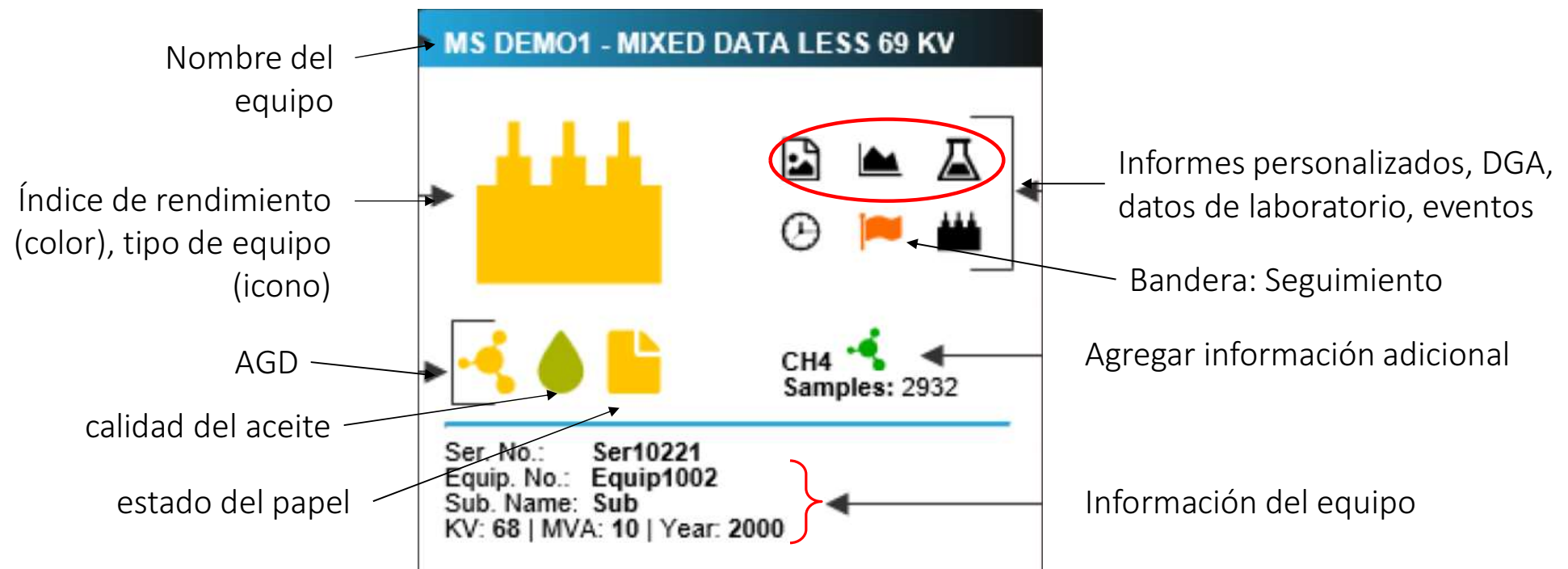
Vista de cuadrícula de activos

Manage Tile view Status Follow-up report Evaluate Tags: H2 No Filter													
			Name	Samples	Serial number	Equipment number	Alarm set	Location	Substation name	Equipment type	Equip. Mfg.	Description	Oil Type
			3	102252	5	FOZ_TR2	TR2	IEC60422 Category B	FOZ	Transformer (XFMR)	INCOESA	T III 132/20/120 20 O...	Mineral Oil (ASTM 3612)
			5	105602	18	105602	T3 PV2	Demo - Alarm Set for TRN	TS 400/220/110 k...	Transformer (TRN)	ATDCTN-125000/220/...		Mineral Oil (ASTM 3612)
			14	105649	5	105649	#3 TX OLTC	Demo - Alarm Set for LTC	SUB HT	Oil Type On-Load Tap ...	FULLER		Mineral Oil (ASTM 3612)
			12	105650	4	105650	#1 TX OLTC	Demo - Alarm Set for LTC	SUB HT	Oil Type On-Load Tap ...	FULLER		Mineral Oil (ASTM 3612)
			3	106428	7	PORZUN_TR1	TR1	IEC60422 Category B	PORZUN	Transformer (XFMR)	INCOESA	T III 132/30-20/11 30 ...	Mineral Oil (ASTM 3612)
			4	108184	7	FOZ_TR1	TR1	IEC60422 Category B	FOZ	Transformer (XFMR)	INCOESA	T III 132/20/11 20 ONAF	Mineral Oil (ASTM 3612)
			9	109945	5	FONSAGRADA_TR3	TR3	IEC60422 Category B	FONSAGRADA	Transformer (XFMR)	IMEFY	T III 132/20/12 20 ONAF	Mineral Oil (ASTM 3612)
			12	110929	3	RIBADEO_TR2	TR2	IEC60422 Category B	RIBADEO	Transformer (XFMR)	IMEFY	T III 132/20/12 40 ONAF	Mineral Oil (ASTM 3612)
			98	11206B	5	MOREDA_TR1	TR1	IEC60422 Category C	MOREDA	Transformer (XFMR)	OASA	T III 30/12 6 ONAN	Mineral Oil (ASTM 3612)
			87	11207B	9	MELGAR_TR2	TR2	IEC60422 Category C	MELGAR	Transformer (XFMR)	OASA	T III 30/12 6 ONAN	Mineral Oil (ASTM 3612)
			81	11208B	10	OSORNO_TR3	TR3	IEC60422 Category C	OSORNO	Transformer (XFMR)	OASA	T III 30/12 6 ONAN	Mineral Oil (ASTM 3612)
			16	112638	7	MEIRA_TR2	TR2	IEC60422 Category B	MEIRA	Transformer (XFMR)	INCOESA	T III 132/20/10 40 ONAF	Mineral Oil (ASTM 3612)
			2.7	112898-XFMR	1	112898	HRY SP2 2AET10	Doble XFMR Mineral MiddleKV	Hryggstekkur	Transformer (XFMR)	HYUND	Design Type: Core Ty...	Mineral Oil (ASTM 3612)

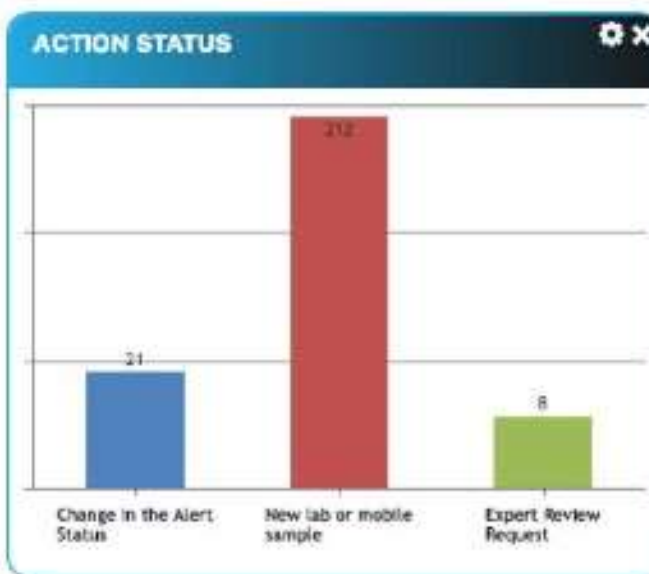
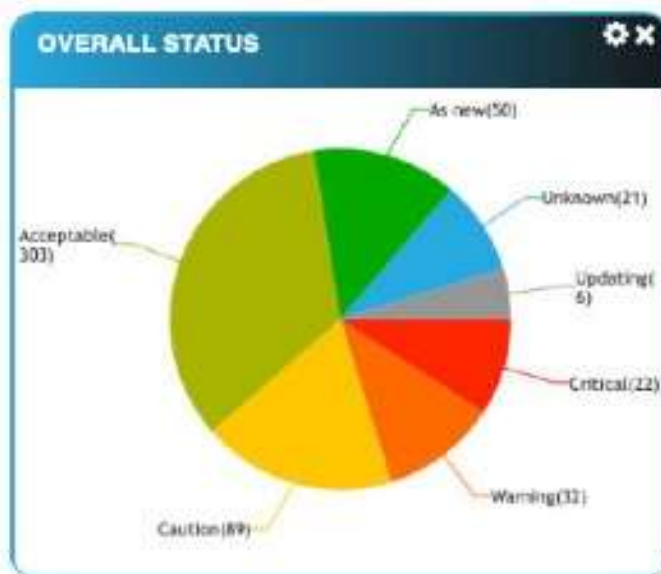
Vista de mosaico de activos



Equipo de un vistazo



Tablero de activos

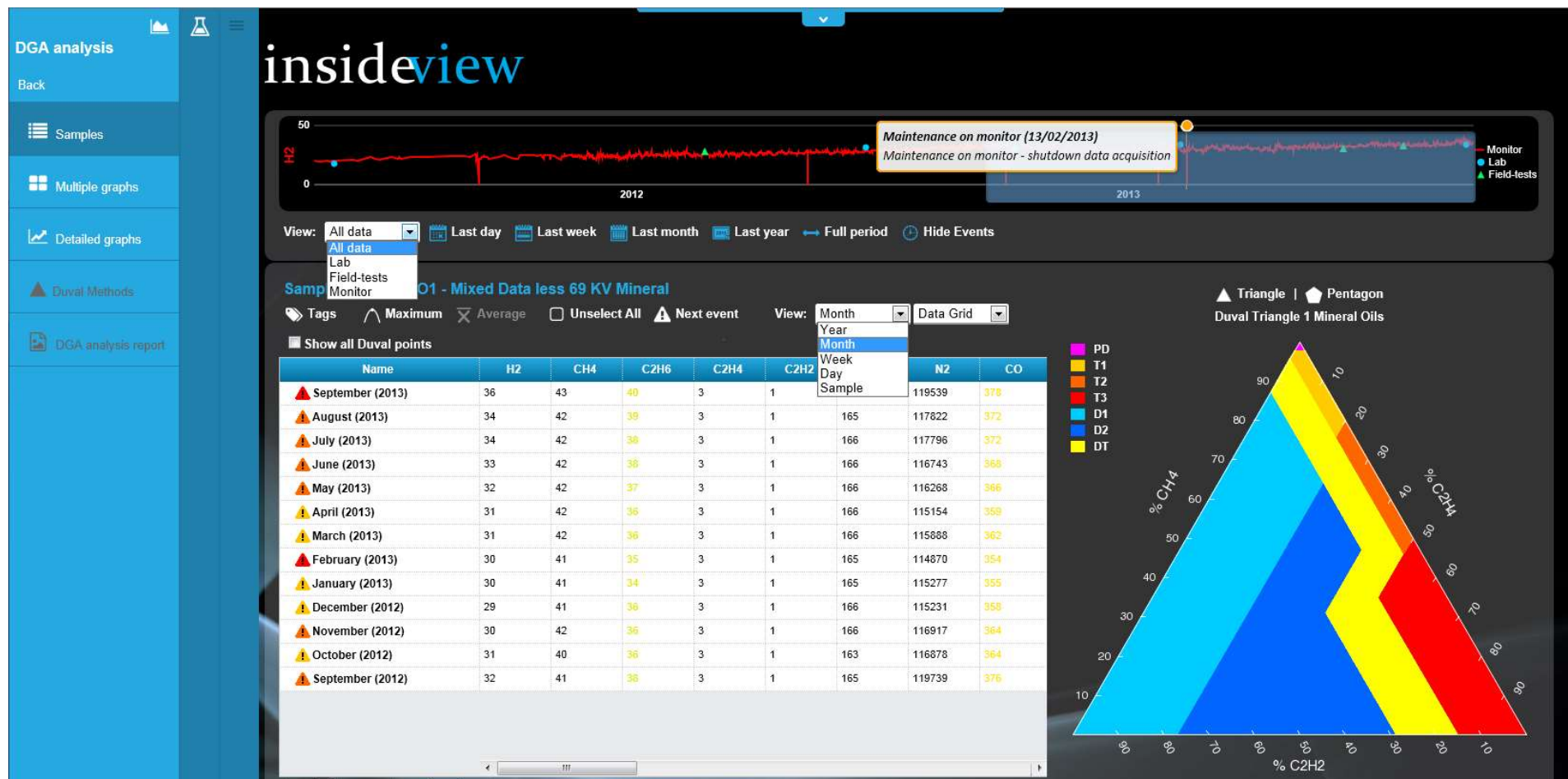


Grupos de alarmas

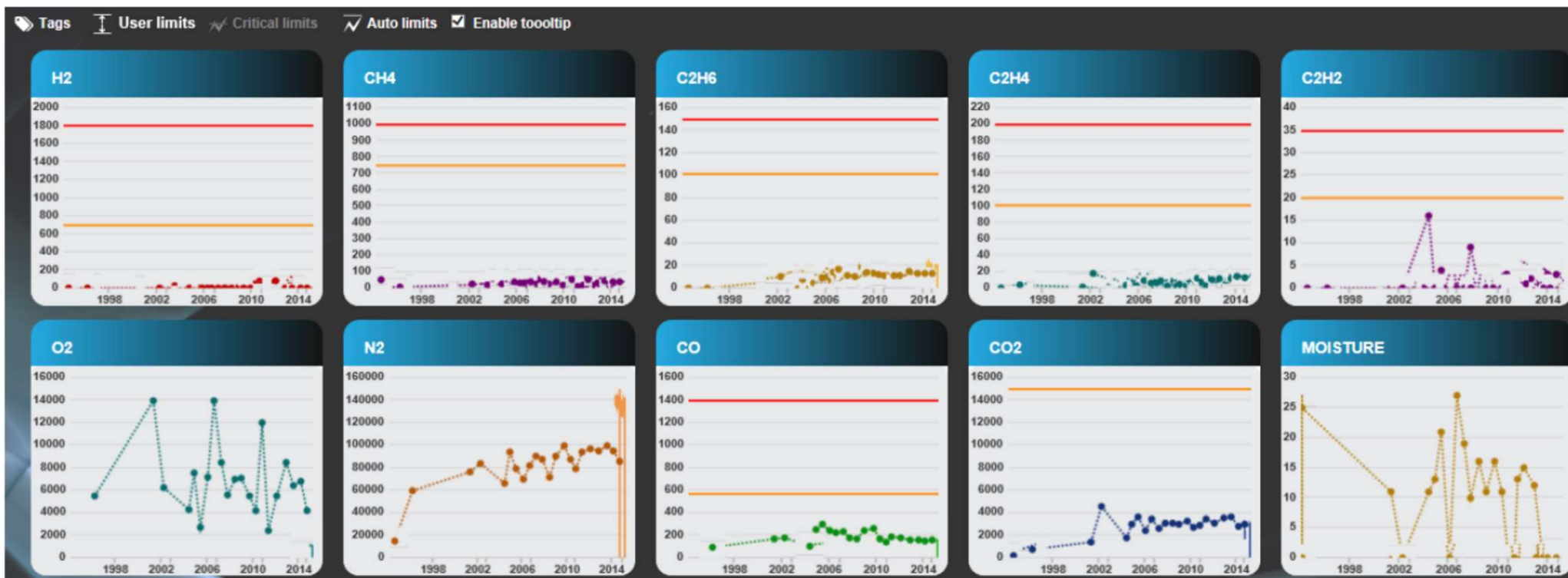
- Los grupos de alarmas determinan cómo se califican sus datos
- Inside View tiene los más comunes incorporados para diferentes tipos de activos
- Otros grupos de alarma están disponibles solo pregunte
- El usuario puede crear grupos de alarma personalizados

Tags Save Close												
Name Demo - Alarm Set for LTC												
Copy from Overall evaluation MS Health Index LTC DGA analysis grid MS LTC DGA Index Oil quality analysis grid MS LTC Oil Quality Index Paper degradation analysis grid												
Alarm type	H2	CH4	C2H6	C2H4	C2H2	CO	CO2	Moisture	TDCG	Furan (tol)	Ox. Inh. Total	
General - 1 Item(s)												
1 Notify User	☒	☒	☒	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
Step up change - 1 Item(s)												
2 Step up change	50	50										
High level - 4 Item(s)												
3 High level 4	10000	1500	1000	2000	10000	1400		30	20000	4000		
4 High level 3						571	13000		5000	2300		
5 High level 2						351	10000	25	2500	800		
6 High level 1	100	50	8	250	1800	175	1800		360	100		
Positive Variation - 4 Item(s)												
7 Positive Variation 4						500						
8 Positive Variation 3												
9 Positive Variation 2						350	2500			25		
10 Positive Variation 1												
Rate of change up - 4 Item(s)												
11 Rate of change up 4					0.5							
12 Rate of change up 3												

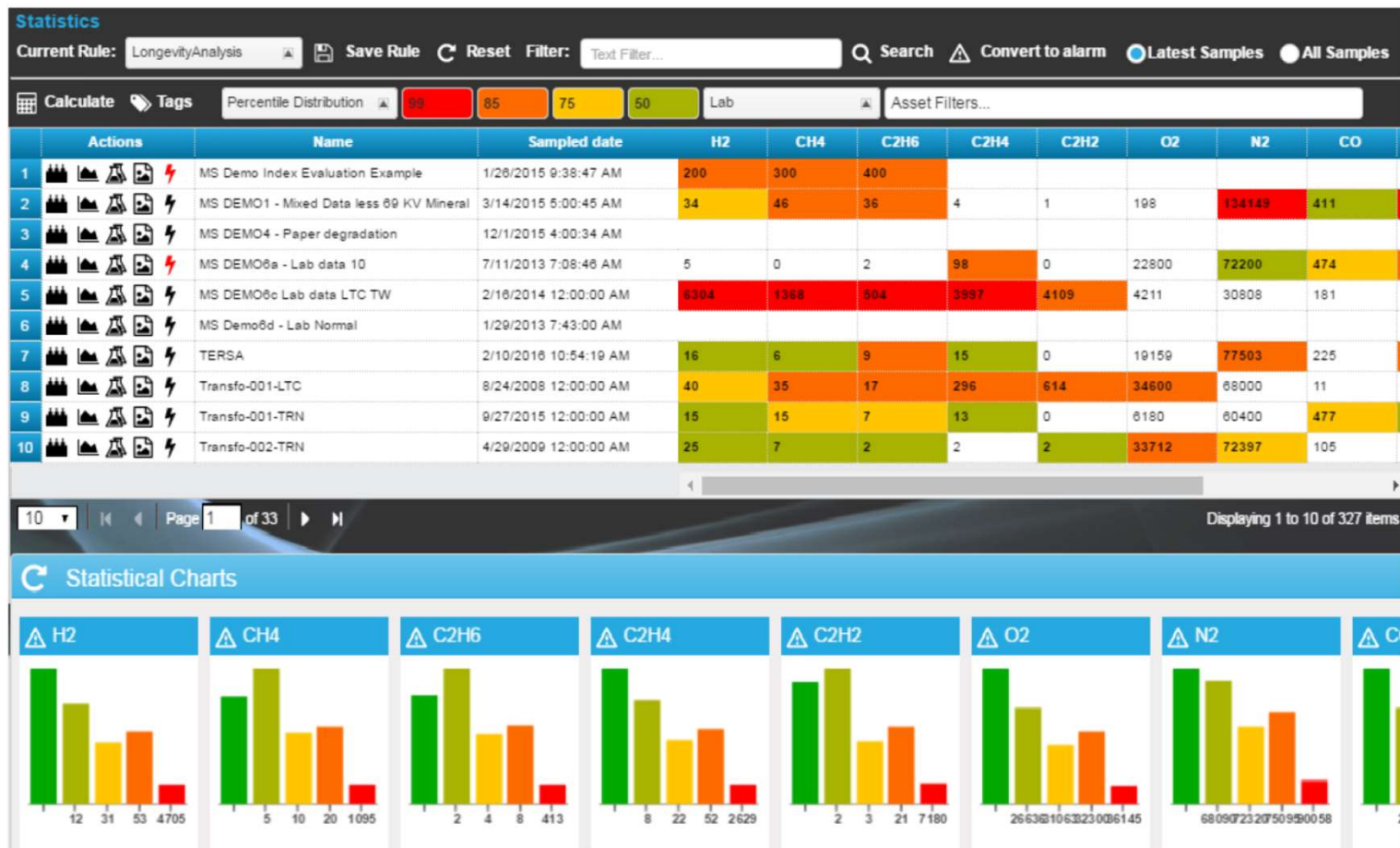
Análisis integral de datos



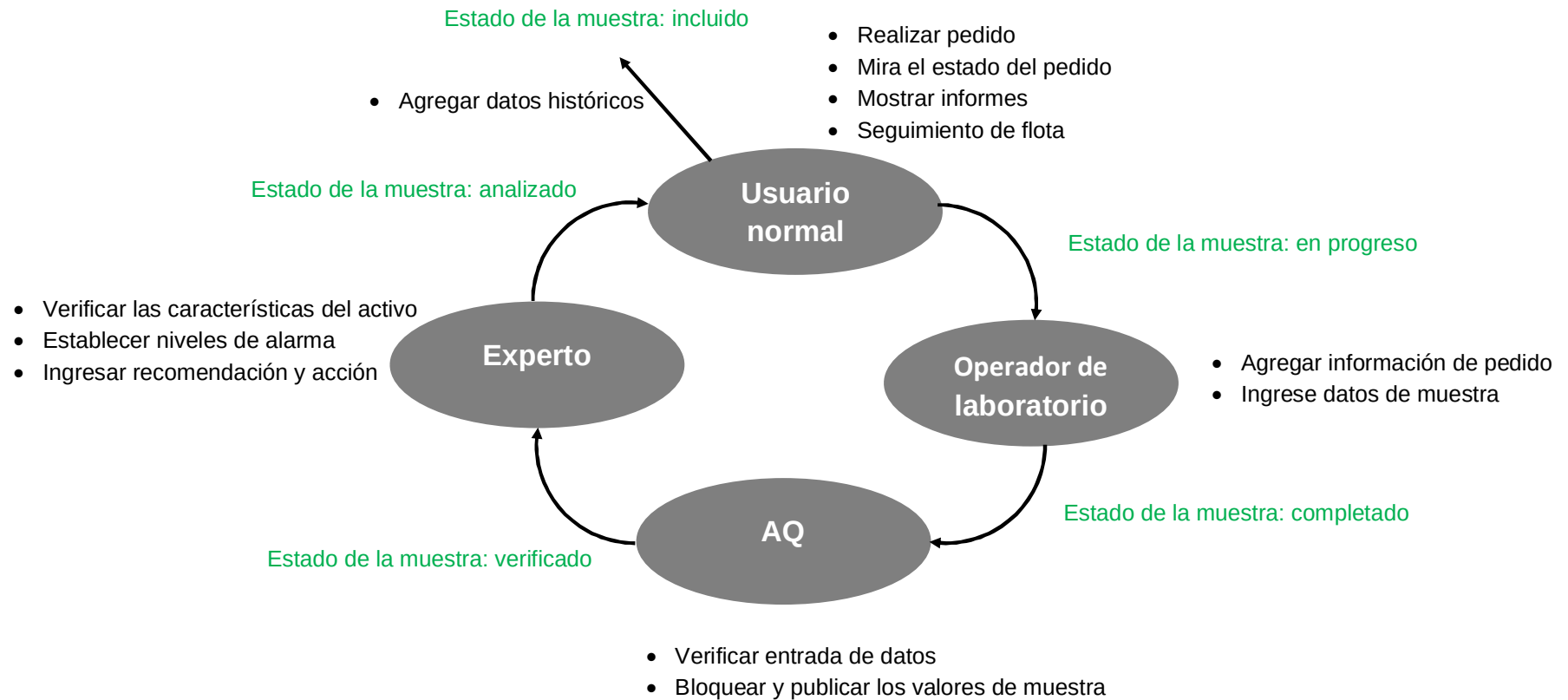
Gráficos de datos



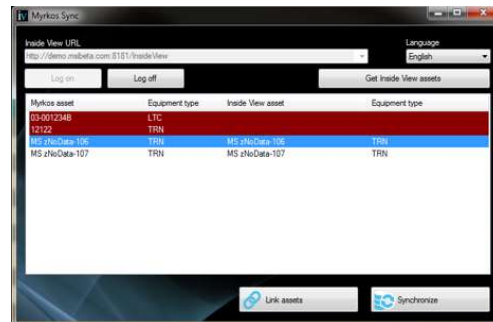
Estadísticas



Flujo de trabajo del módulo de laboratorio



Compatible con Myrkos



Myrkos Sync



- Myrkos Sync permite la transferencia de resultados de pruebas de Myrkos a INSIDEVIEW®.
- Instantáneamente pone la información a disposición del experto.
- Evaluación de activos y retroalimentación en campo.

Resumen

- Capacitar a ingenieros para tomar muestras
- Adquirir una buena muestra
- Complete todos los detalles de los activos y las pruebas requeridas
- Empaque bien
- Enviar a un buen laboratorio.
- Revisar los datos y crear un plan de acción
- Almacenar datos adecuadamente
- Obtenga asesoramiento de expertos cuando sea necesario
- En caso de duda, vuelva a muestrear
- Tomar acción



Gracias por su atención

Denis Lafrance, PhD, EMBA
Director – Servicios de laboratorio
dlafrance@doble.com