



CONGRESO DE MANTENIMIENTO & CONFIABILIDAD M É X I C O



ORGANIZADO POR:





Esteban Lantos - Sebastián Lauria

CEO - Jefe de Laboratorio - Laboratorio Dr. Lantos

MANTENIMIENTO PROACTIVO DE TRANSFORMADORES

La función del personal de mantenimiento



- ✓ Identificar fallas potenciales
- ✓ Tomar decisiones de mantenimiento
- ✓ Desviar la tendencia

Seguridad y Confiabilidad del Transformador

**Propiedades
del aceite**

**Propiedades
del aislante
sólido**

**Buena salud
eléctrica del
transfor-
mador**

El aceite dieléctrico debe:

- ✓ Aislar bobinados
- ✓ Disipar calor
- ✓ Proteger la aislación sólida
- ✓ Asegurar una larga vida en servicio
- ✓ Servir como herramienta de diagnóstico

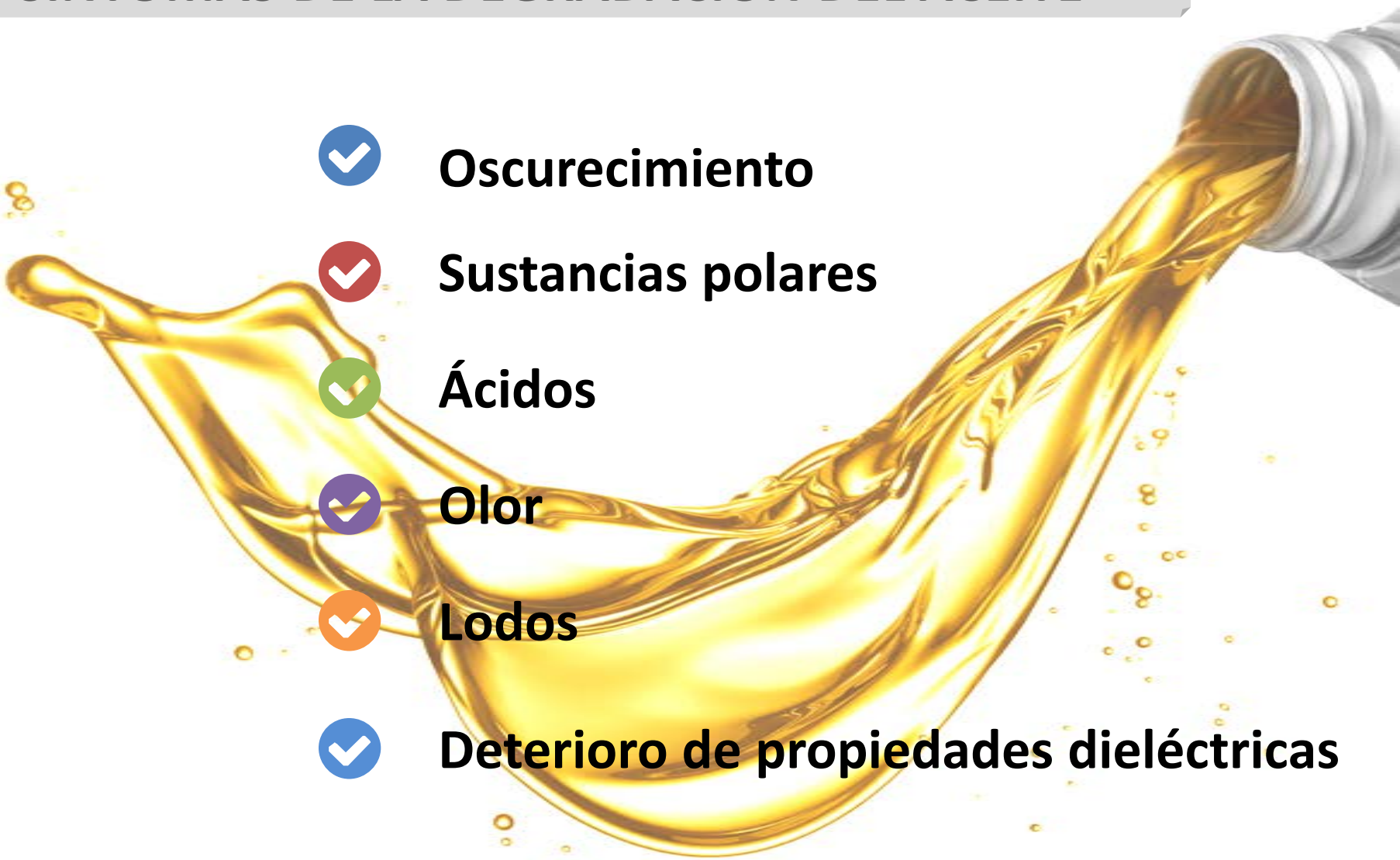
¿Qué es un aceite de Transformador?



CAUSAS DEL ENVEJECIMIENTO DEL ACEITE

- ✓ Oxígeno
- ✓ Alta temperatura
- ✓ Agua
- ✓ Metales catalizadores
- ✓ Sustancias polares: autocatalíticas
- ✓ Otros: celulosa, stress eléctrico

SÍNTOMAS DE LA DEGRADACIÓN DEL ACEITE

- 
- ✓ Oscurecimiento
 - ✓ Sustancias polares
 - ✓ Ácidos
 - ✓ Olor
 - ✓ Lodos
 - ✓ Deterioro de propiedades dieléctricas

PROPIEDADES BÁSICAS DEL ACEITE

Rigidez dieléctrica

ASTM D 1816 / 877 – IEC 60156

Acidez (AN)

ASTM D 974 / 664

Tensión interfacial

ASTM D 2285 / 971

Aditivo antioxidante

IEC 60666 – ASTM D 4768 / 2668

Agua

ASTM D 1533

Factor de potencia

ASTM D 924 – IEC 60247

RIGIDEZ DIELÉCTRICA

- ✓ Voltaje de una descarga entre 2 electrodos
- ✓ Emula la condición en servicio del aceite

Categoría (kV)	Aceites nuevos (kV)	Aceites en servicio (kV)		
		Buena	Regular	Mala
$U > 170$	> 60	> 60	50 a 60	< 50
$72,5 \leq 170$	> 60	> 50	40 a 50	< 40
$U < 72,5$	> 55	> 40	30 a 40	< 30

ACIDEZ (AN)

Mide la degradación del aceite.

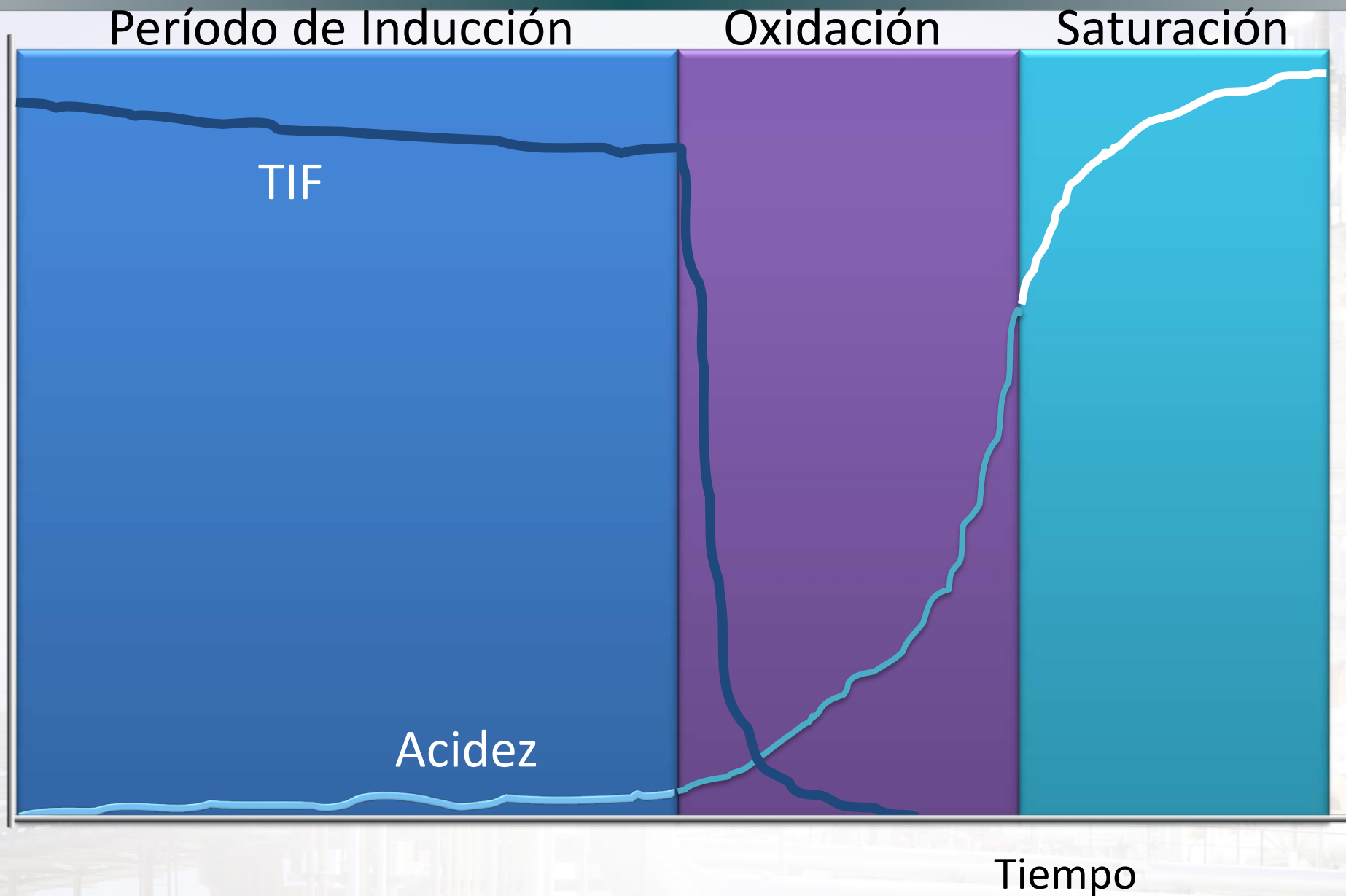
Cantidad de base necesaria para neutralizar la acidez en un gramo de aceite.

Categoría (kV)	Aceites nuevos (mg KOH/g)	Aceites en servicio (mg KOH/g)		
		Buena	Regular	Mala
$U > 170$	máx. 0,03	$< 0,10$	0,10 a 0,15	$> 0,15$
$72,5 < U \leq 170$	máx. 0,03	$< 0,10$	0,10 a 0,20	$> 0,20$
$U < 72,5$	máx. 0,03	$< 0,15$	0,15 a 0,30	$> 0,30$

TENSIÓN INTERFACIAL

- ✓ **Parámetro relacionado con la estabilidad química del aceite.**
- ✓ **Permite detectar sustancias oxidadas solubles.**

Categoría (kV)	Tipo de aceite	Aceites nuevos (mN/m)	Aceites en servicio (mN/m)		
			Buena	Regular	Mala
Todos	inhibidos	mín. 35	> 28	22 a 28	< 22
Todos	no inhibidos	mín. 35	> 25	20 a 25	< 20



INHIBIDOR DE OXIDACIÓN



Categoría (kV)	Aceites en servicio (%)		
	Buena	Regular	Mala
Todos	> 60 % del valor original	40 % a 60 % del valor original	< 40 % del valor original

AGUA

FUENTES

Aceite húmedo



Aire húmedo



Degradación



Toma de muestra



CAUSAS

Agregado de aceite no tratado

Saturación de sílica-gel

Envejecimiento

Contaminación

Categoría(kV)	Aceites nuevos (mg/kg)	Aceites en servicio (mg/kg)		
		Buena	Regular	Mala
$U > 170$	< 10	< 15	15 a 20	> 20
$72,5 < U \leq 170$	< 10	< 20	20 a 30	> 30
$U < 72,5$	< 20	< 30	30 a 40	> 40

FACTOR DE POTENCIA

- ✓ Relacionado con pérdidas dieléctricas causadas por el aceite
- ✓ Detección anticipada de cambios

Categoría (kV)	Aceites nuevos	Aceites en servicio (a 90 °C, 40 - 60 Hz)		
		Buena	Regular	Mala
$U > 170$	máx. 0,010	$< 0,10$	0,10 a 0,20	$> 0,20$
$72,5 < U \leq 170$	máx. 0,015	$< 0,10$	0,10 a 0,50	$> 0,50$
$U < 72,5$	máx. 0,015	$< 0,10$	0,10 a 0,50	$> 0,50$

Aislante sólido

Aceite

Muestreo periódico

Relación

$\frac{\text{CO}_2}{\text{CO}}$

Furanos

Papel

**Desencubando
el transformador**

***Tracción
*Grado de
polimerización**

Salud eléctrica del transformador

**Monitoreo
continuo
de gases**



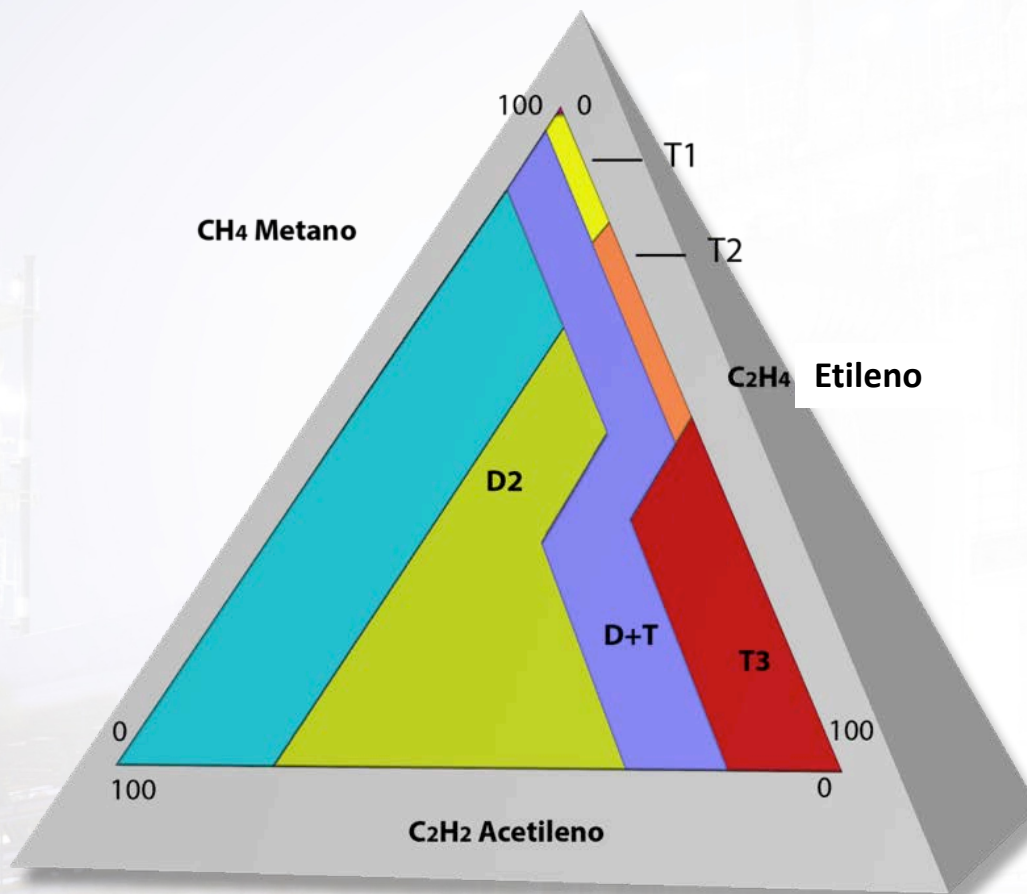
**Muestreo
periódico**



**DGA
ASTM D 3612
IEC 60567**



DIAGNÓSTICO - Triángulo de Duval



DP	Descargas parciales
D1	Descargas baja energía
D2	Descargas alta energía
T1	Sobrecalentamiento, $t < 300\text{ }^{\circ}\text{C}$
T2	Sobrecalentamiento, $300\text{ }^{\circ}\text{C} < t < 700\text{ }^{\circ}\text{C}$
T3	Sobrecalentamiento, $t > 700\text{ }^{\circ}\text{C}$
D+T	Descargas + sobrecalentamiento

CASO DE ESTUDIO

Transformador
40 MVA



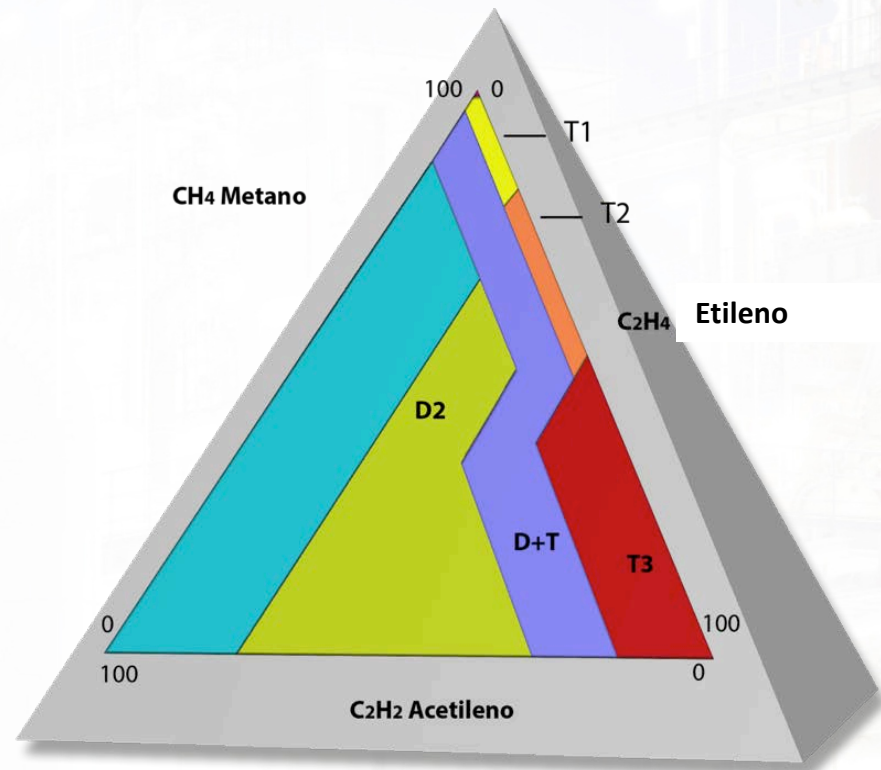
CASO DE ESTUDIO - Transformador 40 MVA

GASES DISUELTOS		05/2007	03/2008	03/2009	03/2010	03/2010	04/2010
		NUEVO	10 meses	24 meses	34 meses	34 ½ meses	35 meses
Metano	ppm	6	36	200	1900	4000	3700
Etileno	ppm	29	100	290	2200	3200	3900
Etano	ppm	7	8	51	370	630	910
Acetileno	ppm	1	0	0	2	5	5
Hidrógeno	ppm	12	20	25	630	1500	1650
Monóxido de carbono	ppm	500	570	560	480	650	560
Dióxido de carbono	ppm	1500	2300	2600	2700	4700	8000
Oxígeno	ppm	19700	14100	19600	19200	19200	20200
Nitrógeno	ppm	73700	59700	73700	58000	67700	66200
Gases combustibles	ppm	555	734	1226	5582	9335	10725
Gases totales	%v	9.5	7.7	9.7	8.5	10.2	10.5

CASO DE ESTUDIO - Diagnóstico Método de Duval

DIAGNOSTICO:

- ✓ Falla térmica -
Sobrecalentamiento
- ✓ Temperatura $> 700\text{ }^{\circ}\text{C}$



CONEXIÓN DE TERMINAL FLOJO, CARBONIZADO (FALTABA UN TORNILLO PASANTE)



VISTA DE LA CONEXIÓN CAMBIADOR - NÚCLEO. FALTA EL TORNILLO ALLEN Y EL TERMINAL ESTÁ FLOJO



CASO DE ESTUDIO - Transformador 40 MVA

GASES DISUELTOS		05/2007	03/2008	03/2009	03/2010	03/2010	04/2010	04/2010 Reparación
		NUEVO	10 meses	24 meses	34 meses	34 ½ meses	35 meses	35 ½ meses
Metano	ppm	6	36	200	1900	4000	3700	3
Etileno	ppm	29	100	290	2200	3200	3900	30
Etano	ppm	7	8	51	370	630	910	4
Acetileno	ppm	1	0	0	2	5	5	0
Hidrógeno	ppm	12	20	25	630	1500	1650	19
Monóxido de carbono	ppm	500	570	560	480	650	560	23
Dióxido de carbono	ppm	1500	2300	2600	2700	4700	8000	440
Oxígeno	ppm	19700	14100	19600	19200	19200	20200	6500
Nitrógeno	ppm	73700	59700	73700	58000	67700	66200	22500
Gases combustibles	ppm	555	734	1226	5582	9335	10725	79
Gases totales	%v	9.5	7.7	9.7	8.5	10.2	10.5	2.9

Acción Proactiva

DETECTE PRODUCTOS DE DEGRADACIÓN TEMPRANA

IDENTIFÍQUELOS ANTES QUE DAÑEN AL EQUIPO

HERRAMIENTAS DE DIAGNÓSTICO

ENSAYOS ELÉCTRICOS

MEJORE LA CONDICIÓN DEL TRANSFORMADOR



CONGRESO DE
MANTENIMIENTO
& CONFIABILIDAD
M É X I C O

¡GRACIAS!



ORGANIZADO POR:





Esteban Lantos - Sebastián Lauria

CEO - Jefe de laboratorio - Laboratorio Dr. Lantos

**SI TIENES PREGUNTAS
O COMENTARIOS...**
¡No dudes en acercarte!