

23/05/2024

SEÑORES: TRANSPORTADORA DE GAS DEL SUR / Planta: PLANTA TRATAYEN

- - Buenos Aires

INFORME DE ENSAYO

Equipo: **606-A - VMC - 255**

Componente: **Compresor**

Muestra Nro 24041357 - Informe Nro 060988 v.1 Final

OBJETO DEL ESTUDIO

- Evaluar las propiedades del lubricante en servicio.
- Evaluar la condición tribológica del compresor.

CÓDIGO DE ESTADO : REGULAR

COMENTARIOS

1. El estado general del lubricante es regular. La calidad del lubricante es adecuada, pero su contaminación repercute en el desgaste del equipo, aun incipiente.
2. En función de las temperaturas y presiones del declaradas, la dilución con propano en el lubricante es del 8%, resultado en una viscosidad del fluido en servicio de 16,5 cSt, un valor aceptable para proteger los rodamientos.
3. Las condiciones de presión y temperatura están alejadas de las condiciones favorables para condensación de propano líquido.
4. Una vez degasado, el sistema recupera propiedades fisicoquímicas cercanas al valor de referencia para el lubricante. Indica que no hay acumulación de hidrocarburos pesados en el lubricante (buena pureza del LPG).
5. Las demás propiedades físicas del lubricante son normales.
6. La aditivación es adecuada. Llama la atención el elevado contenido de Fósforo respecto al lubricante sin uso.
7. La estabilidad química del lubricante es normal. La acidez y pH son aceptables. El lubricante no posee característica corrosivas.

8. La capacidad antidesgaste del lubricante es excelente y de acuerdo al lubricante sin uso.
9. La condición de degradación del lubricante es muy buena. El lubricante posee antioxidantes, y su potencial para formar barnices es muy bajo, MPC = 5.
10. La humedad del sistema es excelente. El lubricante presenta 680 ppm de humedad, un valor muy bueno para este tipo de fluido sintético.
11. El grado de contaminantes sólidos particulados es pobre. El código ISO del sistema es 22/20/15, muy por encima del máximo sugerido para la operación confiable de un compresor a tornillo. El código ISO objetivo es 16/14/12 ; unas 60 veces mas limpio que el nivel actual.
12. Los contaminantes son de origen ambiental, partículas de desgaste, partículas carbonosas y herrumbre.
13. Así mismo los contaminantes presentes en el sistema son los responsables del desgaste detectado en el sistema.
14. Se detecta desgaste ferroso incipiente en el lubricante.
15. El análisis de desgaste por microscopía electrónica muestra la presencia de partículas laminares de aceros de baja aleación de hasta 60µm. Los modos de desgaste presentados son por adhesión y fatiga.
 1. La adhesión se da por contacto metal-metal cuando la película lubricante no es suficientemente resistente, por baja viscosidad. Esto puede darse en condiciones de servicio con mayores presiones, donde el propano disuelto disminuye la viscosidad del lubricante.
 2. La fatiga es consecuencia de los elevados contaminantes en el lubricante que provocan golpes repetitivos entre superficies metálicas, con fracturas subsuperficiales que se propagan hasta expulsar partículas metálicas.
 3. Se detectan asimismo escasas virutas de Cobre 100%. Podrían provenir de jaulas de rodamiento, o eventualmente de cojinete (extraño no detectar Plomo, Estaño, Plata).
 4. Llama la atención que los metales de desgaste son de aceros sin contenidos de aleantes, por lo que su procedencia no parece ser de las pistas o bolillas del rodamiento. Podrían provenir de componentes de la jaula, o de los rotores.
16. Se sugiere realizar estudios de vibraciones sobre los rodamientos para evaluar su grado de deterioro y una inspección boroscópica sobre las crestas de los tornillos (rotores).
17. Quedamos a disposición de TRANSPORTADORA DE GAS DEL SUR para discutir y ampliar el presente informe. Se espera entregar el INFORME FINAL para el final de la semana en curso.

Acción

Filtrar el lubricante según recomendaciones del informe
Inspeccionar la válvula reguladora de presión de aceite
Realizar análisis de vibraciones sobre los rodamientos.
Realizar boroscopia sobre los rotores

Tipo

Correctiva
Correctiva
Proactiva
Proactiva

Plazo

Corto
Corto
Mediano
Mediano



Dr. Andrés Lantos
Vicepresidente
Ciencia y Tecnología

INFORME DE ENSAYO

23/05/2024

SEÑORES: TRANSPORTADORA DE GAS DEL SUR / Planta: PLANTA TRATAYEN

-- Buenos Aires

Equipo: **606-A - VMC - 255**

Componente: **Compresor**

Información suministrada por el cliente:

Descripción			
Lubricante	CPI CP 1516-150	hs lub.	
Muestra Extraída	Sin info (Realizado por el cliente)	hs eq.	14616
Rótulo	-	L agregados	

Observaciones: **Datos actualizados: Presión de succión: 5 Bar Presión de descarga: 11.4Bar T° Descarga 65.4°C**

Muestra Nro	24041357
Informe Nro	060988 v.1 Final
Muestra Recibida	23/04/2024
Realización de Ensayos	23/04/2024 al 23/05/2024

PROPIEDADES FÍSICAS

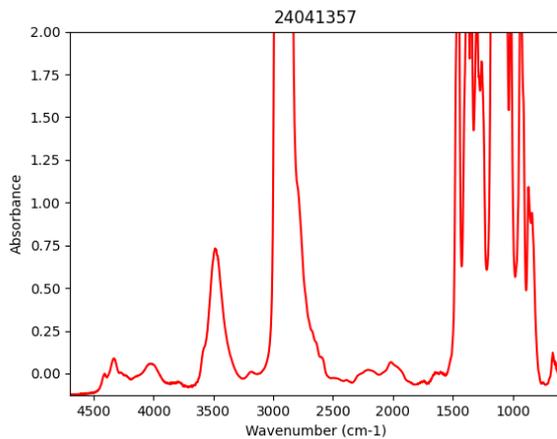
			<u>24041357</u>	
Viscosidad a 100°C	ASTM D7279	mm²/s (cSt)	22,46	22,31
Viscosidad a 40°C	ASTM D7279	mm²/s (cSt)	142,3	145,2
Índice de viscosidad	ASTM D2270		187	182
Grado ISO VG	ISO 3448		15	150
Densidad a 15°C	ASTM D4052	g/ml	1,0132	1,0064
Punto de Inflamación	ASTM D92-18	°C	>230	>230
Punto de Ecurrimiento	ASTM D97	°C	-30	-30
Temperatura en servicio	MI024	°C	65	
Presión en servicio	MI024	bar·g	11,6	
Dilución con hidrocarburo (FPAG)	MI038	g/100g (%)	< 1,0	0,0
Dilución con hidrocarburo (FPAG)	MI023	%		
Viscosidad en condiciones de servicio	MI024	mm²/s (cSt)	16,5	
Análisis espectrométrico (aditivos)				
Magnesio - Mg	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	1	< 1
Zinc - Zn	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	3	< 1
Fósforo - P	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	137	35

Calcio - Ca	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	< 1	< 1
Boro - B	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	< 1	< 1
Molibdeno - Mo	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	1	< 1

24041357

ESTABILIDAD QUÍMICA

Número Ácido - TAN	ASTM D974	mgKOH/g	0,15	0,05
pH inicial	ASTM D974		5,10	6,30
TAN - Acidez mineral	ASTM D974		-	-
Oxidación	ASTM E2412	Abs/0,1mm	0,00	0,00
Nitración	ASTM E2412	Abs/0,1mm	1,50	2,90
Color	ASTM D1500		L 0,5	L 1,0

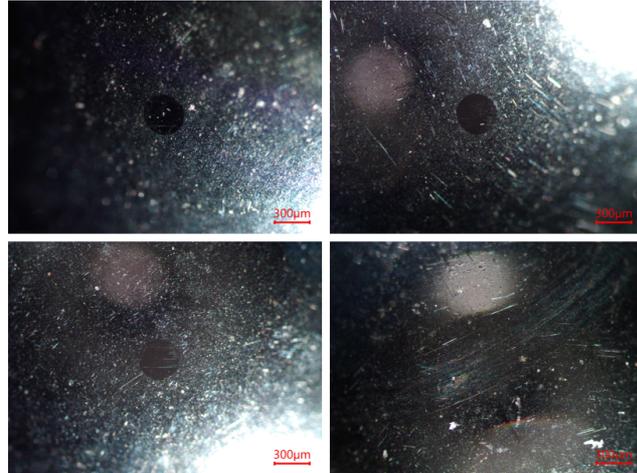
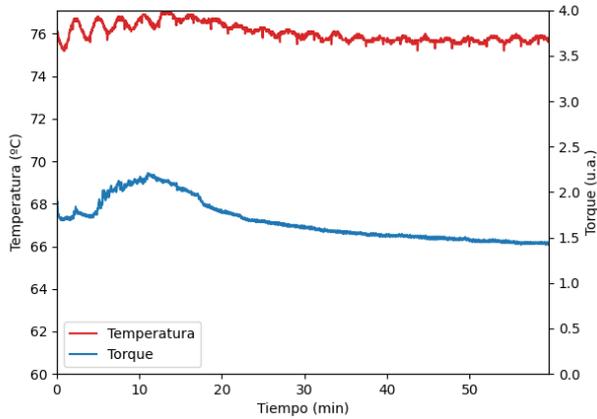


24041357

PROPIEDADES TRIBOLÓGICAS

Capacidad antidesgaste - Prueba 4 bolas AW

Diámetro promedio	ASTM D4172	mm	0,37	0,37
Pista bolilla giratoria	ASTM D4172	mm	0,54	0,67
Torque fricción máximo	ASTM D4172	kgf	2,21	1,91
Diámetro de impronta 1	ASTM D4172	mm	0,37	0,38
Diámetro de impronta 2	ASTM D4172	mm	0,37	0,35
Diámetro de impronta 3	ASTM D4172	mm	0,38	0,37
Desvío estándar diámetro	ASTM D4172	mm	0,00	0,02



Presenta:
 Presenta Forma: redonda
 Presenta Bordes: definidos regulares
 Presenta Superficie: suave

Envejecimiento artificial - ASTM D130

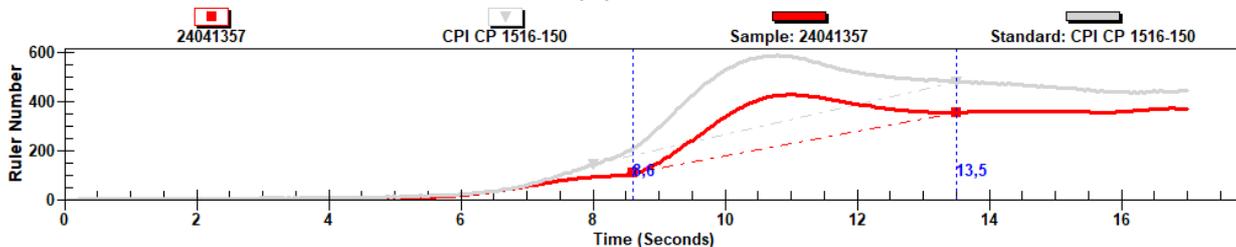
Corrosión al Cobre 3h 100°C	ASTM D130	1b	1b
Aspecto Inicial	ASTM D130	Normal	normal
Aspecto final	ASTM D130	Normal	normal
Color Estabilizado	ASTM D1500	L 0,5	L 1,0

CONDICIÓN DE OXIDACIÓN

Antioxidante amínico remanente	ASTM D6971	%	67,20	Adjunto
Antioxidante fenólico remanente	ASTM D6971	%	No aplica	100,00
MPC (72h)	ASTM D7843	ΔE	4,80	1,00

24041357

Equipment ID :



PROPIEDADES FUNCIONALES

Liberación de aire (Air release) a 75°C	ASTM D3427	min	8,70	5,00
Espuma				
[Tendencia / Estabilidad (min en desaparecer)]				
Secuencia 1 (24°C)	ASTM D892		70/0 (1min)	0/- (-)

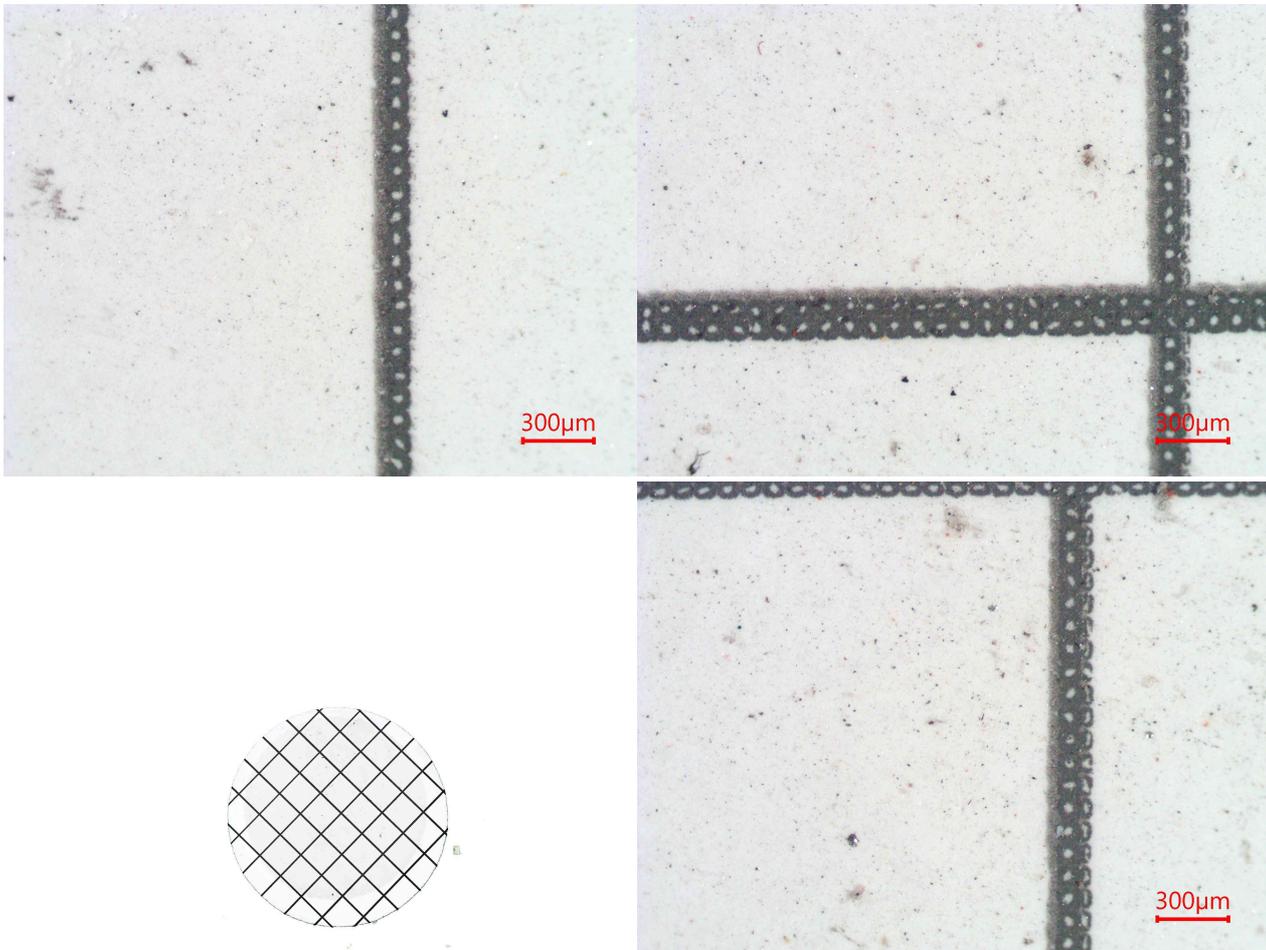
24041357

Secuencia 2 (93,5°C)	ASTM D892	130/0 (3min)	0/- (-)
Secuencia 3 (24°C, post Sec. 2)	ASTM D892	70/0 (1min)	0/- (-)

24041357

CONTAMINANTES

Agua (Karl Fischer)	ASTM D6304(b)	mg/kg (ppm)	682,6	1917,7
Densidad Ferrosa - PQI	ASTM D8184		29	0
Sedimentos (0,8µm)	ISO 4405	mg/100ml	10,80	3,20
Volumen Filtrado	ISO 4405	ml	25	25



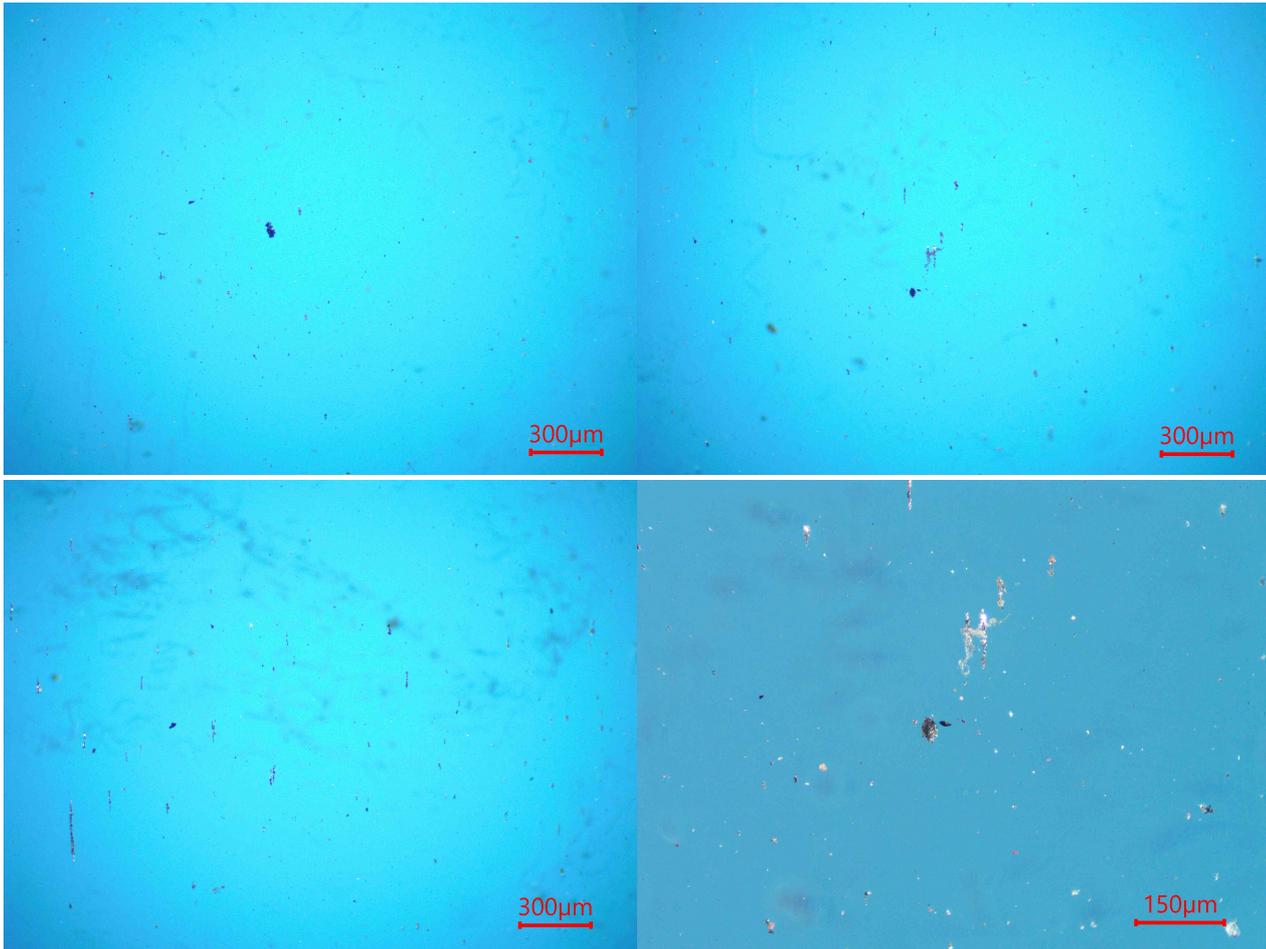
Presenta:

- Apreciables partículas metálicas ferrosas tipo láminas (adhesión) de hasta 60µm.
- Apreciables partículas metálicas ferrosas tipo plaquetas (fatiga) de hasta 60µm.
- Escaso hollín.
- Escasas partículas cristalinas de hasta 30µm.
- Impurezas no identificadas.

Análisis espectrométrico (desgaste)

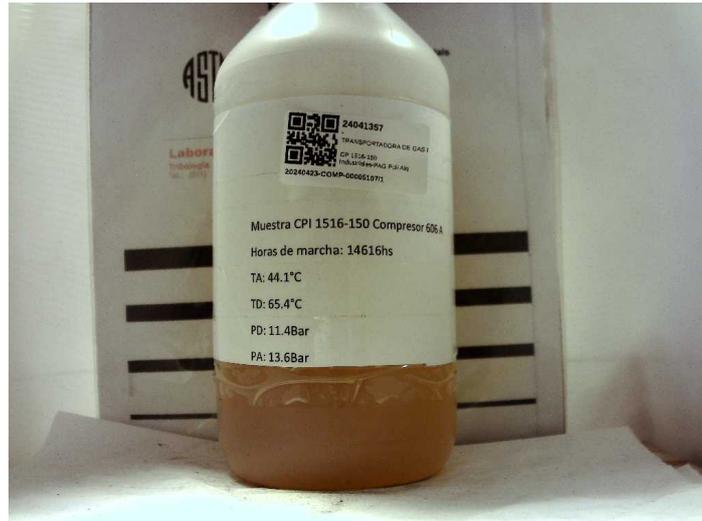
Cobre - Cu	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	< 1	< 1
Hierro - Fe	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	2	< 1
Cromo - Cr	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	< 1	< 1
Níquel - Ni	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	< 1	< 1

Estaño - Sn	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	< 1	< 1
Plomo - Pb	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	1	< 1
Plata - Ag	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	< 1	< 1
Aluminio - Al	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	< 1	< 1
Análisis espectrométrico				
(contaminantes)				
Silicio - Si	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	3	15
Sodio - Na	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	1	< 1
Bario - Ba	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	< 1	< 1
Titanio - Ti	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	< 1	< 1
Vanadio - V	ASTM D6595	mg/kg (ppm)	< 1	< 1
Conteo de partículas por ml				
> 04µm	ASTM D7647	en 1 ml	28577	41079
> 06µm	ASTM D7647	en 1 ml	5208	5918
> 10µm	ASTM D7647	en 1 ml	783	571
> 14µm	ASTM D7647	en 1 ml	224	124
> 21µm	ASTM D7647	en 1 ml	56	25
> 38µm	ASTM D7647	en 1 ml	1,4	1,5
> 70µm	ASTM D7647	en 1 ml	0,3	1,0
> 100µm	ASTM D7647	en 1 ml	0,20	0,90
Código ISO de limpieza	ISO 4406		22/20/15	23/20/14
Código AS 4059 (Diferencial)	AS 4059		11/9/10/7/7	12/8/9/5/9
Clase AS 4059 (Diferencial)	AS 4059		11	12
Filtrografía analítica				
Análisis SEM - EDS	MI008		Adjunto	
			<u>24041357</u>	
<u>ENSAYOS ADICIONALES</u>				
Ferrografía analítica	MI026		Adjunta	



Presenta:

- Escasas partículas metálicas ferrosas de hasta 10µm.
- Escasas partículas metálicas ferrosas tipo plaquetas (fatiga) de hasta 50µm.
- Impurezas no identificadas.



Dr. Andrés Lantos
Vicepresidente
Ciencia y Tecnología

Los datos informados se refieren a la muestra analizada, como fue recibida. El Laboratorio no se responsabiliza por la información suministrada por el cliente. Se autoriza solamente la reproducción total del presente informe. El Laboratorio no se responsabiliza por la Impresión ni uso posterior de la información del mismo.

Toda información surgida a partir del análisis de la muestra en cuestión, es de carácter confidencial entre el cliente y el Laboratorio, según la Ley N°24.766. No se divulgará ninguna información acerca de la misma, solo con el consentimiento del cliente. Cualquier otra información se considera información del propietario y se considerará confidencial. Ante requerimientos legales, el cliente será debidamente informado, excepto que dicha acción se encuentre prohibida por ley.

***** FIN DEL INFORME *****

SEM-EDS ANALYSIS

06 de Mayo, 2024

TRANSPORTADORA DE GAS DEL SUR		Equipo	606-A [PLANTA TRATAYEN]
Nro. Análisis	24041357	Observaciones:	-
Fecha Extracción	-		
Fecha Recepción	23/04/2024		
Fecha Ensayos	03/05/2024		

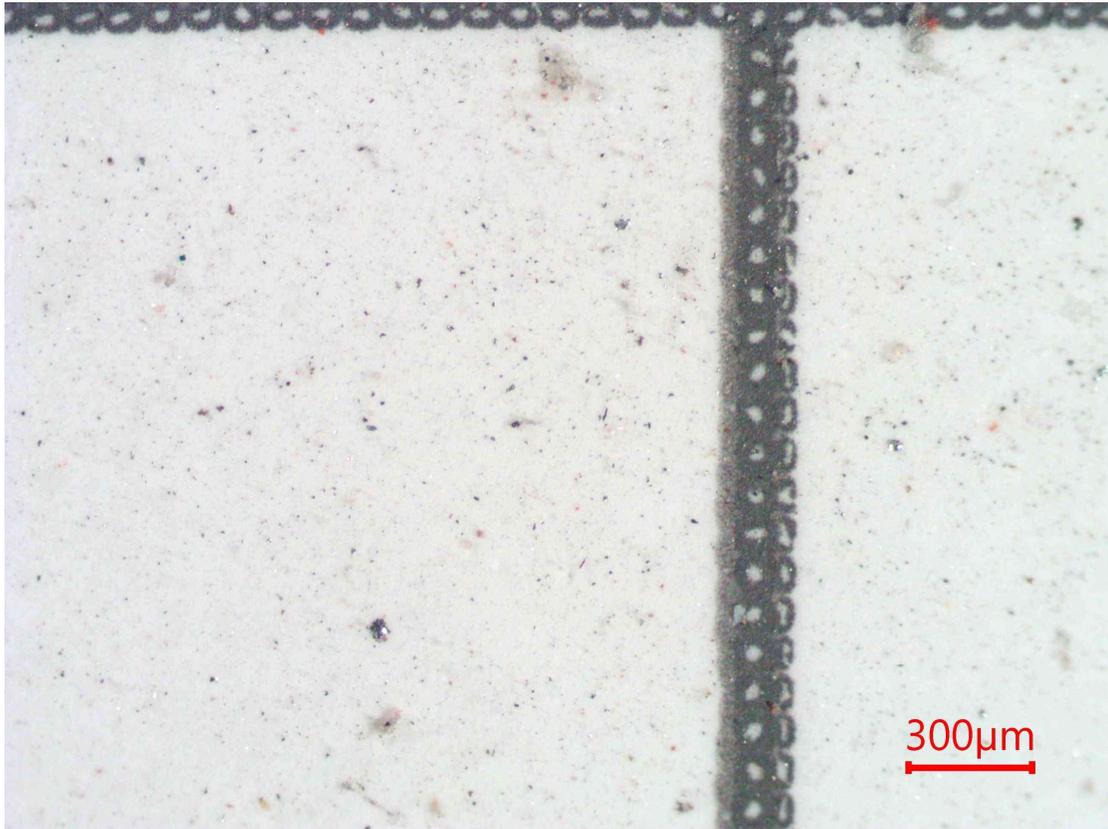
Comentarios:

- Bajo microscopio óptico se encuentran apreciables partículas metálicas ferrosas de morfología mayormente laminar de hasta 60 micrones, escaso hollín y escasas partículas cristalinas de hasta 30 micrones.
- Bajo microscopio electrónico se determina que las partículas ferrosas corresponden mayormente a un acero al carbono, sin contenido de elementos aleantes. Estas partículas poseen morfología de láminas, correspondientes a desgaste adhesivo, y plaquetas, correspondientes a desgaste por fatiga de material.
- Se encuentran escasas virutas de hasta 40 micrones correspondiente a aleación de cobre.
- Se encuentran partículas con un alto contenido de cinc, el cual pudiera pertenecer a algún componente galvanizado.

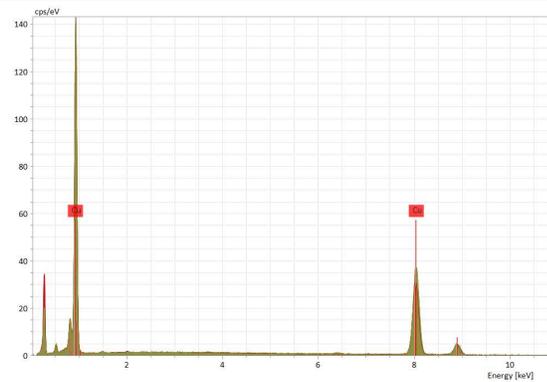
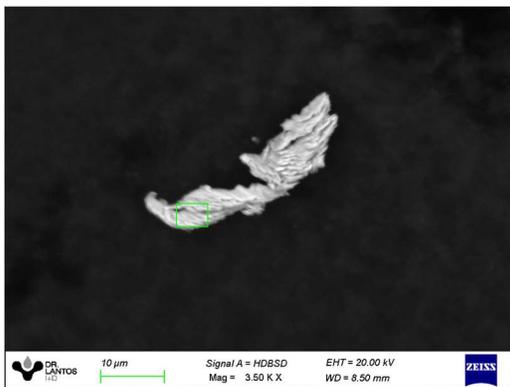


Agustin Avalos
Diagnosticador
Investigación y Desarrollo

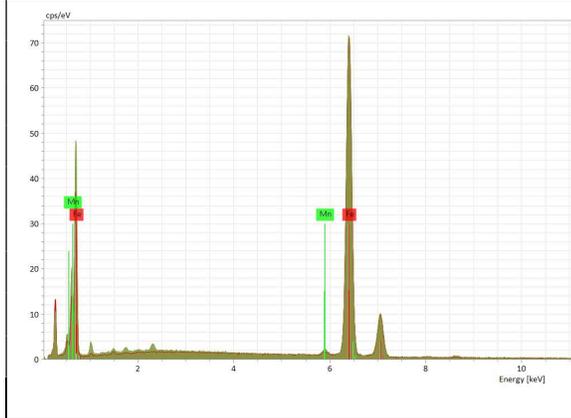
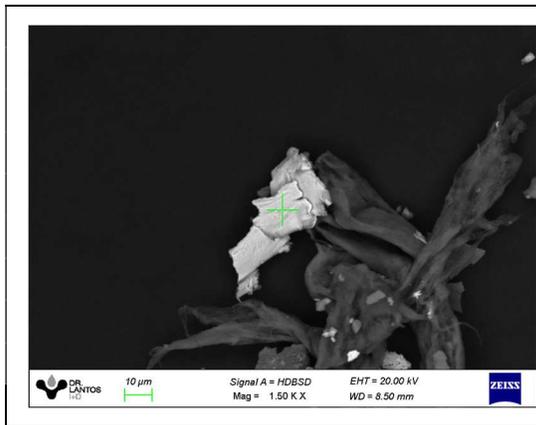
Magnificación de microscopía óptica



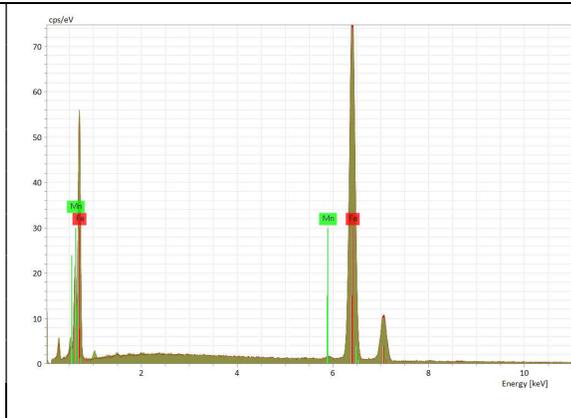
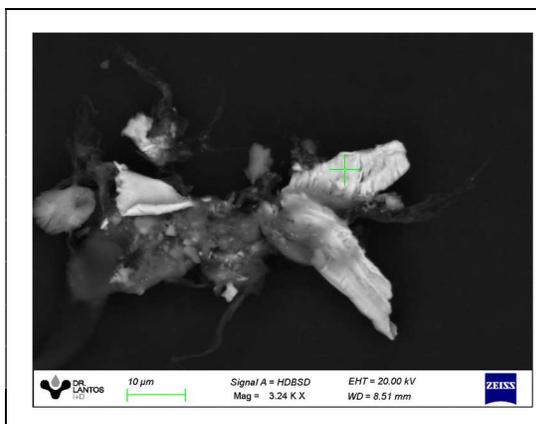
Análisis SEM-EDS



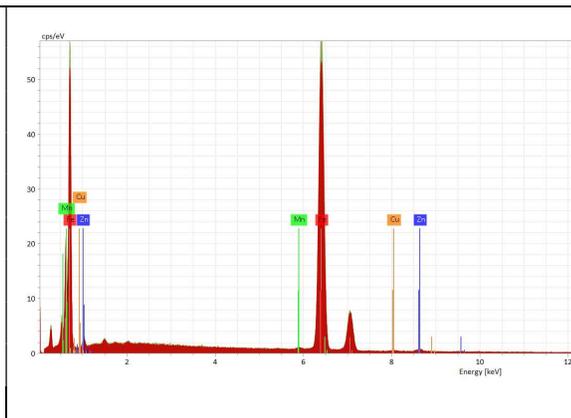
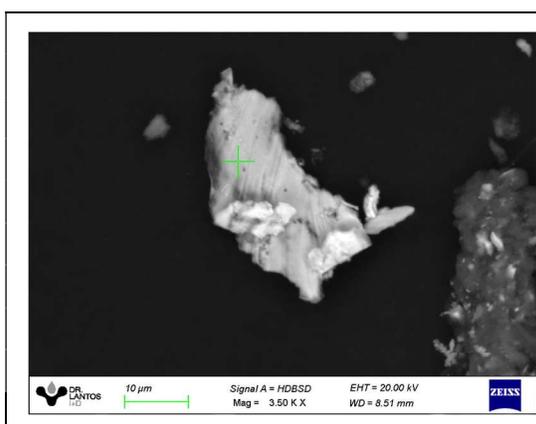
Element	Wt.%	St.Dev
Copper	100	0



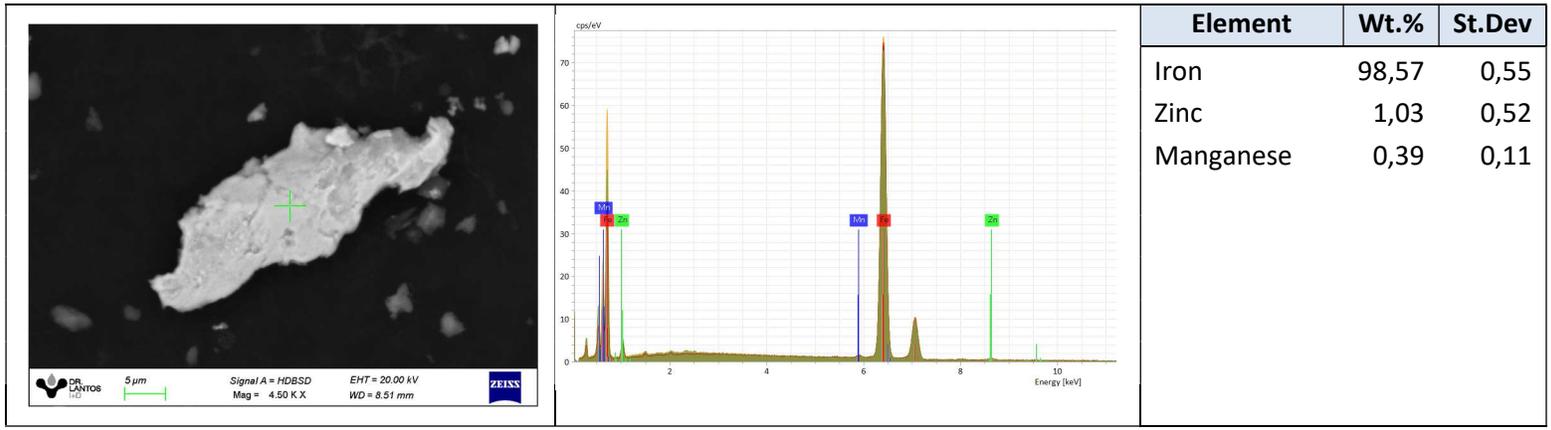
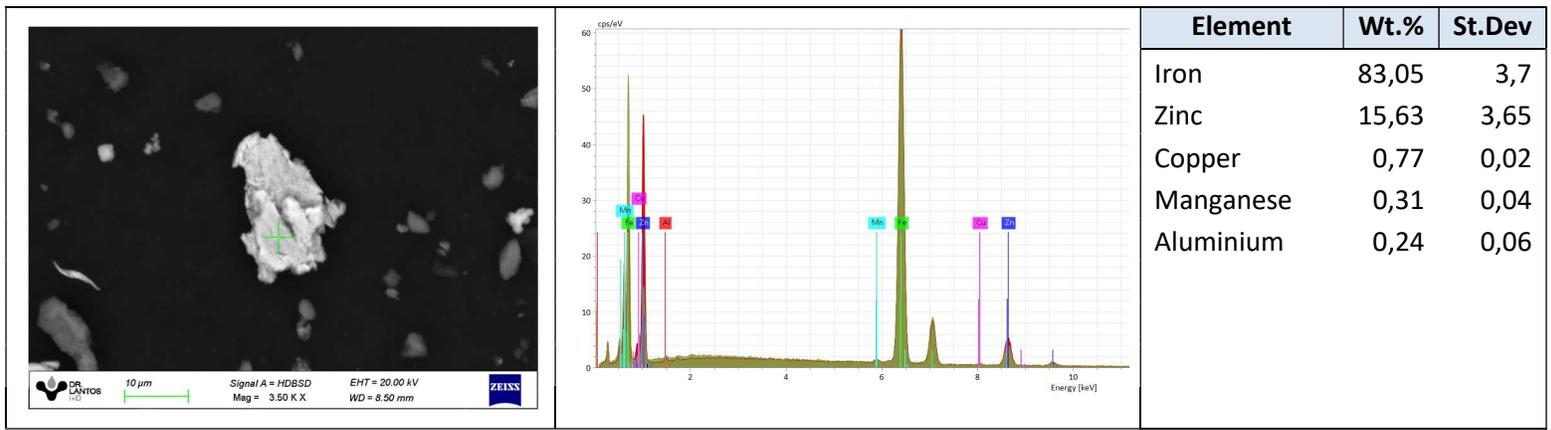
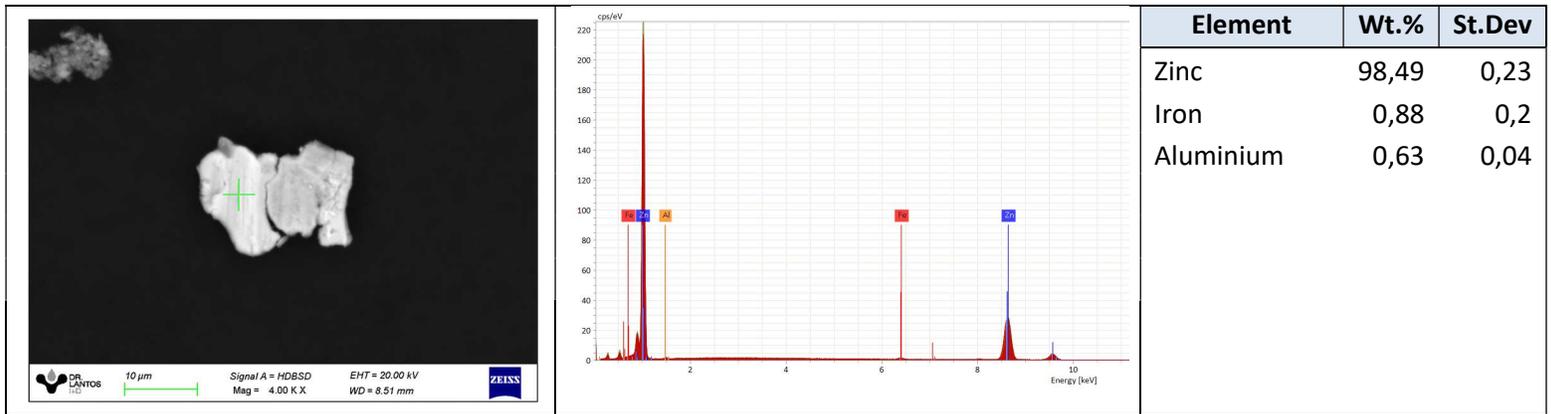
Element	Wt.%	St.Dev
Iron	99,14	0,42
Manganese	0,86	0,42



Element	Wt.%	St.Dev
Iron	99,62	0,17
Manganese	0,38	0,17



Element	Wt.%	St.Dev
Iron	96,93	0,28
Zinc	1,99	0,27
Copper	0,69	0,01
Manganese	0,39	0,01



Se devuelve el remanente de muestras y elementos de Análisis para su disposición final, o en su defecto se conserva en el Laboratorio durante 3 meses.

Los datos informados se refieren a la muestra analizada, como fue recibida. El Laboratorio no se responsabiliza por la información suministrada por el cliente. Para cada determinación, la incertidumbre corresponde a la norma específica. Se autoriza solamente la reproducción total del presente informe. El Laboratorio no se responsabiliza por la Impresión ni uso posterior de la información del mismo.

Toda información surgida a partir del análisis de la muestra en cuestión, es de carácter confidencial entre el cliente y el Laboratorio, según la Ley Nº24.766. No se divulgará ninguna información acerca de la misma, solo con el consentimiento del cliente. Cualquier otra información se considera información del propietario y se considerará confidencial. Ante requerimientos legales, el cliente será debidamente informado, excepto que dicha acción se encuentre prohibida por ley.

*** FIN DE INFORME ***