

21/02/2022

**SEÑORES: TRANSPORTADORA DE GAS DEL SUR / Planta: PLANTA COMPRESORA BELISLE**

Ruta Nac. 22, Km 1026,5  
8368 - Belisle - Rio Negro

### INFORME DE ENSAYO

Equipo: **TC-1 - FRUNZE - NK-14**  
Componente: **Sistema De Lubricación**

**Muestra Nro 22020227 - Informe Nro 017909 v.1 Final**

### OBJETO DEL ESTUDIO

Evaluar las propiedades del lubricante en servicio.  
Evaluar la condición de oxidación del lubricante.  
Evaluar la condición tribológica de la Turbina.  
Evaluar las propiedades del producto comercial Mobil DTE 746 vs. ciclos anteriores de YPF R46 a 3000h de servicio

### **CÓDIGO DE ESTADO : BUENO**



En el informe de resultados a continuación se muestran los siguientes datos:  
Columna 1: Mobil DTE 746 en servicio 3000h (muestra actual)  
Columna 2: YPF Turbina R46 en servicio 3000h (21025077 - Febrero 2021)  
Columna 3: Mobil DTE 746 sin uso, como referencia.

### COMENTARIOS

1. El estado general de la carga lubricante es aceptable, aunque la carga lubricante ya demuestra signos fuertes de deterioro por oxidación.
2. Las Propiedades Físicas del aceite son normales. Su color es algo intenso, L5.0 en la escala ASTM D1500. Su viscosidad responde al grado ISO VG 46.
3. Los aditivos están activos y protegen a la Turbina.
4. La Estabilidad Química de la base lubricante es satisfactoria. El nivel de oxidación y la acidez son aún normales.

5. La Condición de Oxidación del lubricante es aún aceptable, sin embargo la vida útil remanente (RUL) se ha reducido considerablemente. Se estima un RUL = 45% considerando los parámetros a continuación.

Los antioxidantes se han consumido apreciablemente

El antioxidante amínico se encuentra al 66% de su valor inicial

El antioxidante fenólico se encuentra al 31% de su valor inicial

Su resistencia a la oxidación, a través del RPVOT ha disminuído significativamente

El RPVOT según ASTM D2272 es de 357 minutos, un 33% del valor inicial

El ensayo interno Dry RPVOT es de 494 minutos, un 52% del valor inicial.

La formación de lacas y barnices está aún bajo control, presentando un valor de MPC de 14,7, aún en la zona de confiabilidad

Es interesante la comparación del lubricante Mobil DTE 746 vs. ciclos anteriores con 3000h de servicio del YPF Turbina R46:

Ensayo	22020227 (Mobil DTE 746 - 3000h)	21025077 (YPF Turbina R46 - 3000h)	Beneficio Mobil / YPF
AO Amínicos (u.a.)	1841	1186	155%
AO Fenólicos (u.a.)	0,09	0,04	225%
RPVOT	357	175	204%
MPC	14,7	31,4	213%

El servicio equivalentes para el YPF Turbina la formación de depósitos era muy superior y ponía a la turbina fuera de un estado de confiabilidad, recomendándose una cambio total de carga lubricante, previo Flushing. En instancias inmediatamente posteriores el MPC se elevaba a valores de 60 produciendo obturación en los enfriadores y formación masiva de carbonilla (informes 21080786).

Los resultados muestran el beneficio del Mobil DTE 746 en el orden de lo predicho por el estudio de Performance y Selección de Lubricantes.

Los resultados experimentales verifican el modelo experimental (DRY RPVOT) escogido en el estudio de la oxidación de lubricantes en la turbina. Es un dato de valor pues permite extender el estudio de performance a nuevos productos comerciales, en búsqueda de productos que permitan tener una vida en servicio más larga.

	Predicción Estudio Performance (Informe Final pág. 19 a 24)	Resultados Experimentales (22020227)
DRY RPVOT remanente	47%	52%
Antioxidantes Remanentnes	53%	49%
Potencial de Barniz MPC ( $\Delta E$ )	16	14,7

En las condiciones actuales, el lubricante esta apto para continuar en servicio durante aproximadamente 1000 horas más. Se sugiere terminar el ciclo operativo a las 4000h y evaluar la condición del lubricante en esa instancia. En caso de conservar vida útil remanente suficiente se puede evaluar incrementar el ciclo aun más en próximos ciclos de lubricante.

6. Las Propiedades Funcionales son satisfactorias. Se observa una mejora notable en las propiedades aceite-aire para el Mobil DTE 746 respecto al YPF Turbina R46.

Rompe emulsiones con agua completamente.  
Inhibe la formación de espumas eficientemente y libera el aire ocluido rápidamente.  
Provee adecuada protección anticorrosiva.

7. No se detecta contaminación con agua.

8. El estado de limpieza del aceite es regular. Los contaminantes presentes son principalmente herrumbre, fibras, partículas carbonosas, partículas metálicas, cristales, materia resinosa e impurezas no identificadas.

- Nivel de limpieza según Código ISO 4406/99: 18/16/13 (algo elevado)

9. La Condición Tribológica de la Turbina es satisfactoria, aunque la ferrografía analítica muestra eventos de desgaste que deben vigilarse

- La presencia de metales de desgaste disueltos es mínima. El PQ Índice (densidad ferrosa gruesa) es nulo.

- Se observan escasas partículas metálicas ferrosas azuladas, indicando
  - contactos metal-metal de alta temperatura por contacto de 2 o 3 cuerpos.

10. La carga lubricante es apta para continuar en servicio hasta las 4000 horas totales, bajo control.
11. Recomiéndase purificar el aceite por recirculación permanente, a través de un elemento filtrante de poro 5  $\mu\text{m}$  "absolutos" ( $\beta_5 > 1000$ , eficiencia 99,9 %).
12. Sugiérese cambiar la carga lubricante a las 4000hs y enviar al laboratorio para evaluar la vida útil remanente.

Quedamos a disposición de TRANSPORTADORA DE GAS DEL SUR para toda consulta.

#### **Acción**

Mantener el lubricante en servicio hasta las 4000hs, luego realizar un cambio completo de carga lubricante.  
Analizar el lubricante a las 4000h para conocer su vida útil remanente y evaluar extder para ciclos operativos futuros.  
Purificar el lubricante.  
Evaluar el costo-beneficio del primer ciclo del nuevo producto comercial

#### **Tipo**

Proactiva

Proactiva

Correctiva

Proactiva

#### **Plazo**

Corto

Corto

Corto

Mediano



**Dr. Andrés Lantos**  
Vicepresidente  
Ciencia y Tecnología

**INFORME DE ENSAYO**
**21/02/2022**
**SEÑORES: TRANSPORTADORA DE GAS DEL SUR / Planta: PLANTA COMPRESORA BELISLE**

 Ruta Nac. 22, Km 1026,5  
 8368 - Belisle - Rio Negro

 Equipo: **TC-1 - FRUNZE - NK-14**  
 Componente: **Sistema De Lubricación**
*Información suministrada por el cliente:*

Descripción		hs lub.
Lubricante	Mobil DTE 746	hs eq.
Muestra Extraída	28/01/2022 (Realizado por el cliente)	L agregados
Rótulo	-	

Muestra Nro	22020227
Informe Nro	017909 v.1 Final
Muestra Recibida	04/02/2022
Realización de Ensayos	07/02/2022 al 21/02/2022

			Análisis anterior	Mobil DTE 746	
			22020227	21025077	
<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>					
Viscosidad a 100°C	ASTM D7279	mm²/s (cSt)	6,586	6,733	6,664
Viscosidad a 40°C	ASTM D7279	mm²/s (cSt)	43,63	45,48	41,75
Índice de viscosidad	ASTM D2270		102	101	113
Grado ISO VG	ISO 3448		46	46	46
Densidad a 15°C	ASTM D4052	g/ml	0,8588	0,8708	0,8577
Punto de Inflamación	ASTM D92-18	°C	233	233	238
<b>ESTABILIDAD QUÍMICA</b>					
			22020227	21025077	
TAN	ASTM D974	mgKOH/g	0,17	0,28	0,1
TAN - pH inicial	ASTM D974		5,3	3,5	6,2
TAN - Acidez mineral	ASTM D974		-	-	-
Color	ASTM D1500		L 5,0	L 6,0	L 0,5
Sustancias oxidadas	Blotter test		vestigios	Vestigios	Ausencia
Sólidos insolubles	Blotter test		ausentes	Ausencia	Ausencia


**Envejecimiento artificial**

			1b	1a	1b
Corrosión al Cobre	ASTM D130		normal	Normal	Normal
Aspecto Inicial	ASTM D130		normal	Normal	Normal
Aspecto final	ASTM D130		normal	Normal	Normal
Color Estabilizado	ASTM D1500		5,0	L 6,0	L 0,5

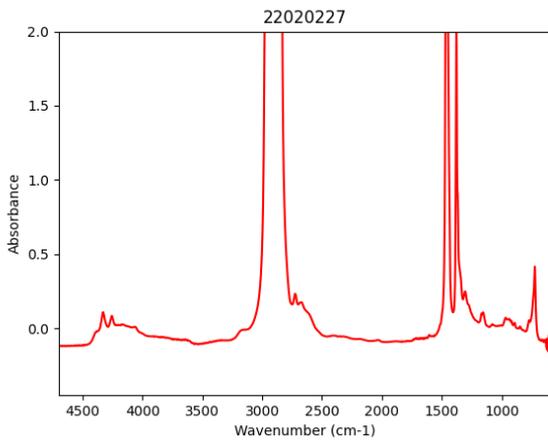
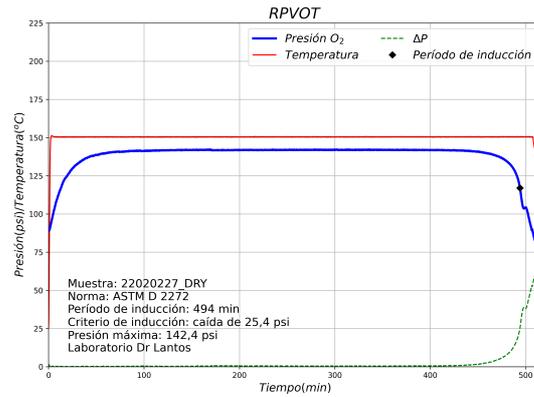
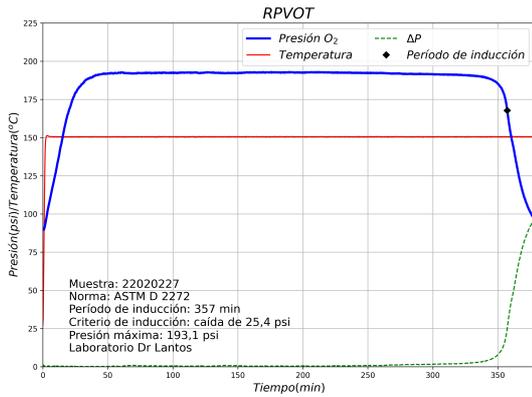
**Análisis espectrométrico (aditivos)**

Magnesio - Mg	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	< 1	< 1	3
Zinc - Zn	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	14	< 1	4
Fósforo - P	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	13	29	13
Calcio - Ca	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	24	2	3
Boro - B	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	< 1	< 1	< 1
Molibdeno - Mo	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	< 1	< 1	< 1

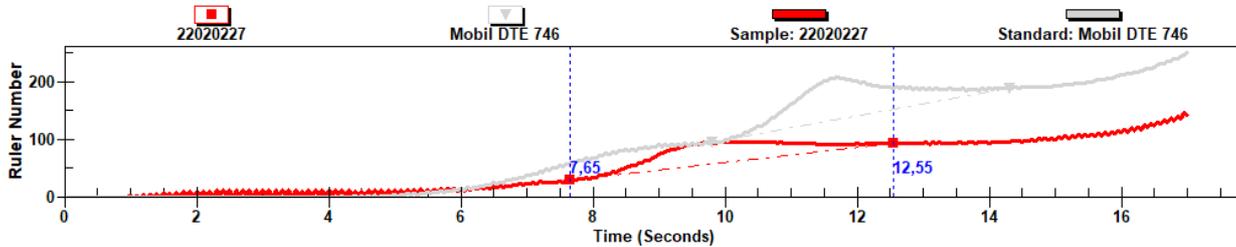
**CONDICIÓN DE OXIDACIÓN**

			<u>22020227</u>	<u>21025077</u>	
Oxidación	ASTM E2412	Abs/0,1mm	2,1	2,2	1,5
Nitración	ASTM E2412	Abs/0,1mm	1,6	2,2	1,5
RPVOT	ASTM D2272	min	357	175	1080
Dry RPVOT	M.I. 60-120	min	494		959
Antioxidante amínico remanente	ASTM D6971	%	66,2	62,0	100,0

Antioxidante fenólico remanente	ASTM D6971	%	31,0	20,0	100,0
MPC (72h)	ASTM D7843	ΔE	14,7	31,4	0,9



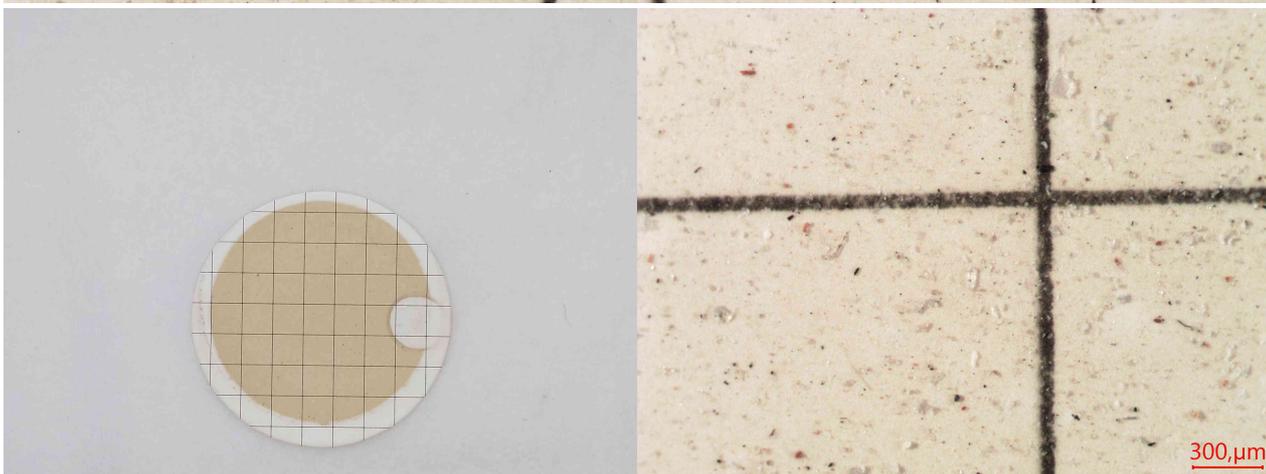
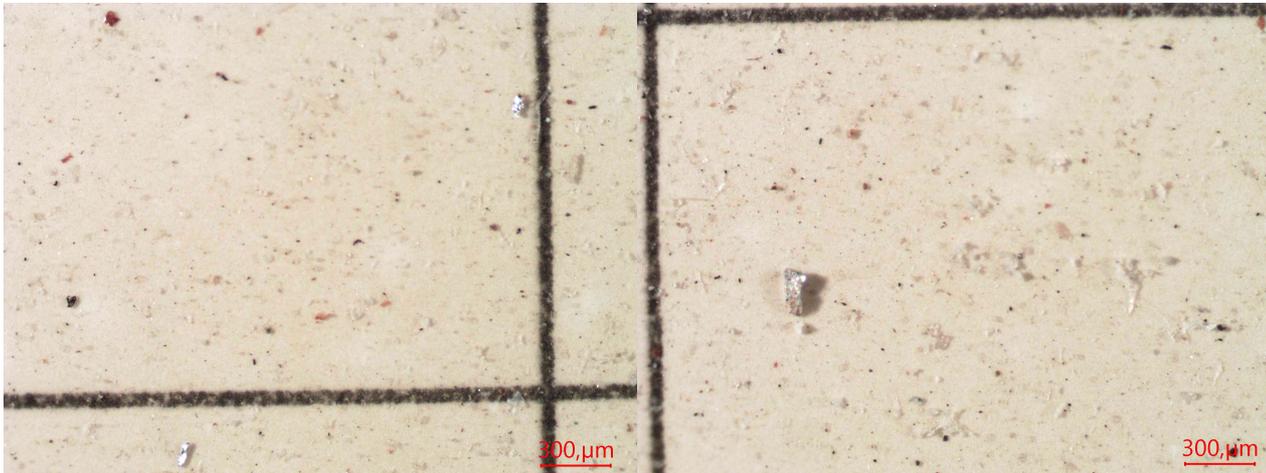
Equipment ID :



**PROPIEDADES FUNCIONALES**

Liberación de aire (Air release) a 50°C	ASTM D3427	min	4,2	6,8	2,5
Demulsibilidad					
[Aceite - Agua - Emulsión (min de estabilización)]					
Resultado a 54°C	ASTM D1401		40-40-0 (20min)	40-40-0 (15min)	40-40-0 (15min)

Aspecto de emulsión	ASTM D1401		Fluida	fluida	fluida
Espuma					
[Tendencia / Estabilidad (min en desaparecer)]					
Secuencia 1 (24°C)	ASTM D892		210/0 (1min 38s)	760/0 (5min49s)	50/0 (49s)
Secuencia 2 (93,5°C)	ASTM D892		40/0 (27s)	90/0 (54s)	10/0 (04s)
Secuencia 3 (24°C, post Sec. 2)	ASTM D892		180/0 (1min 06s)	520/0 (3min46s)	40/0 (34s)
Herrumbre					
Procedimiento A - Agua dulce	ASTM D665		pasa	Pasa	Pasa
			<u>22020227</u>	<u>21025077</u>	
<b><u>CONTAMINANTES</u></b>					
Agua (Karl Fischer)	ASTM D6304(a)	mg/kg (ppm)	23	32	33
Agua	ASTM D6304(a)	g/100g (%)	0,0023	0,0032	0,0034
Densidad Ferrosa - PQI	ASTM D8184		0	0	0
Sedimentos (0,8µm)	ISO 4405	mg/100ml	2,4	3,2	6,8
Volumen Filtrado	ISO 4405	ml	25,0	25,0	25,0



Escasas partículas metálicas ferrosas azuladas tipo láminas de hasta 200µm. Escasa herrumbre. No se observa hollín. Escasas partículas carbonosas de hasta 50µm. Escasas partículas cristalinas de hasta 100µm. Escasas fibras. Apreciable materia resinosa coloidal. Impurezas no identificadas.

**Análisis espectrométrico (desgaste)**

Cobre - Cu	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	< 1	< 1	< 1
Hierro - Fe	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	< 1	< 1	< 1
Cromo - Cr	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	< 1	< 1	< 1
Níquel - Ni	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	< 1	< 1	< 1
Manganeso - Mn	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	< 1		
Estaño - Sn	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	< 1	< 1	< 1
Plomo - Pb	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	< 1	< 1	< 1
Plata - Ag	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	< 1	< 1	< 1
Aluminio - Al	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	< 1	< 1	< 1

**Análisis espectrométrico  
(contaminantes)**

Silicio - Si	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	< 1	1	< 1
Sodio - Na	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	< 1	< 1	< 1
Litio - Li	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	< 1		
Potasio - K	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	< 1		
Bario- Ba	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	< 1	< 1	< 1
Titanio - Ti	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	< 1	< 1	< 1
Vanadio - V	ASTM D5185	mg/kg (ppm)	< 1	< 1	< 1

**Conteo de partículas por ml**

> 04µm	ASTM D7647	en 1 ml	1728	402	648
> 06µm	ASTM D7647	en 1 ml	505	100	181
> 10µm	ASTM D7647	en 1 ml	136	23	53
> 14µm	ASTM D7647	en 1 ml	51	7	16
> 21µm	ASTM D7647	en 1 ml	13	2	4
> 38µm	ASTM D7647	en 1 ml	1	0	0
> 70µm	ASTM D7647	en 1 ml	0	0	0
> 100µm	ASTM D7647	en 1 ml	0	0	0
Código ISO de limpieza	ISO 4406		18/16/13	16/14/10	17/15/11
Código AS 4059 (Diferencial)	AS 4059		8/7/8/6/8	6/4/5/00/1	7/5/6/3/6
Clase AS 4059 (Diferencial)	AS 4059		8	6	7



**Dr. Andrés Lantos**  
Vicepresidente  
Ciencia y Tecnología

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 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 \*\*\***