



Flushing Oleohidráulico de Alta Velocidad. Aplicación para Remoción de Barnices

Roberto Francisco Romero- Director Lubritech Argentina
4 de Mayo de 2016

Colfax Corporation

Colfax es una Compañía que facture \$ 5bUSD con 17.000 empleados en el mundo. Somos líderes en proveer servicios y soluciones innovadoras en equipo crítico



World leader in the development, engineering, manufacturing, distribution, service and support of fluid-handling systems for critical applications in key industries.



Excellence in welding and cutting solutions for manufacturing, fabrication and maintenance applications across a broad spectrum of industries.



Precision air and gas handling equipment for challenging applications, from heavy duty fans to rotary heat exchangers to process gas compressors.



◆ Sistemas y Equipos

- Sistemas de lubricación por niebla de aceite LubriMist®
- Sistemas de purificación y acondicionamiento de lubricante THERMOJET®
- Sistemas centralizados de grasa SICELUB®
- Sistemas automáticos de distribución de lubricante.
- Sistemas de recirculación de aceite bajo normatividad ISO 10438 / API 610 y API 614, capítulos II y III.

Confiabilidad en Procesos

Confiabilidad en Sistemas y Equipos

Confiabilidad en Fluidos

◆ Procesos en Sitio

- Programa de Alta Dirección en Lubricación Integral.
- Flushing químico oleohidráulico.
- Decapado químico.
- Acondicionamiento de lubricante.
- Eliminación: Agua, sólidos, gases y barnices.
- Flushing y filtración a sistemas térmicos.
- Análisis de aceite turbina, hidráulico y dieléctrico.
- Acondicionamiento de diesel.

◆ Fluidos

- Aceites hidrofraccionados y sintéticos.
- Estaciones de lubricación, (Procedimientos y elementos de mejores prácticas para manejo del lubricante)
- Lubricadores automáticos.
- Analizadores de aceite en cárter.
- Filtros de alta eficiencia.
- Grasas teflonadas.



Colfax Reliability Services

Estamos presentes en las principales Industrias



Refining & Chemical



**Midstream &
LNG**



**Offshore &
Marine**



Power



Wind



**Manufacturing,
Pulp & Paper, &
Mining**

Presencia Internacional



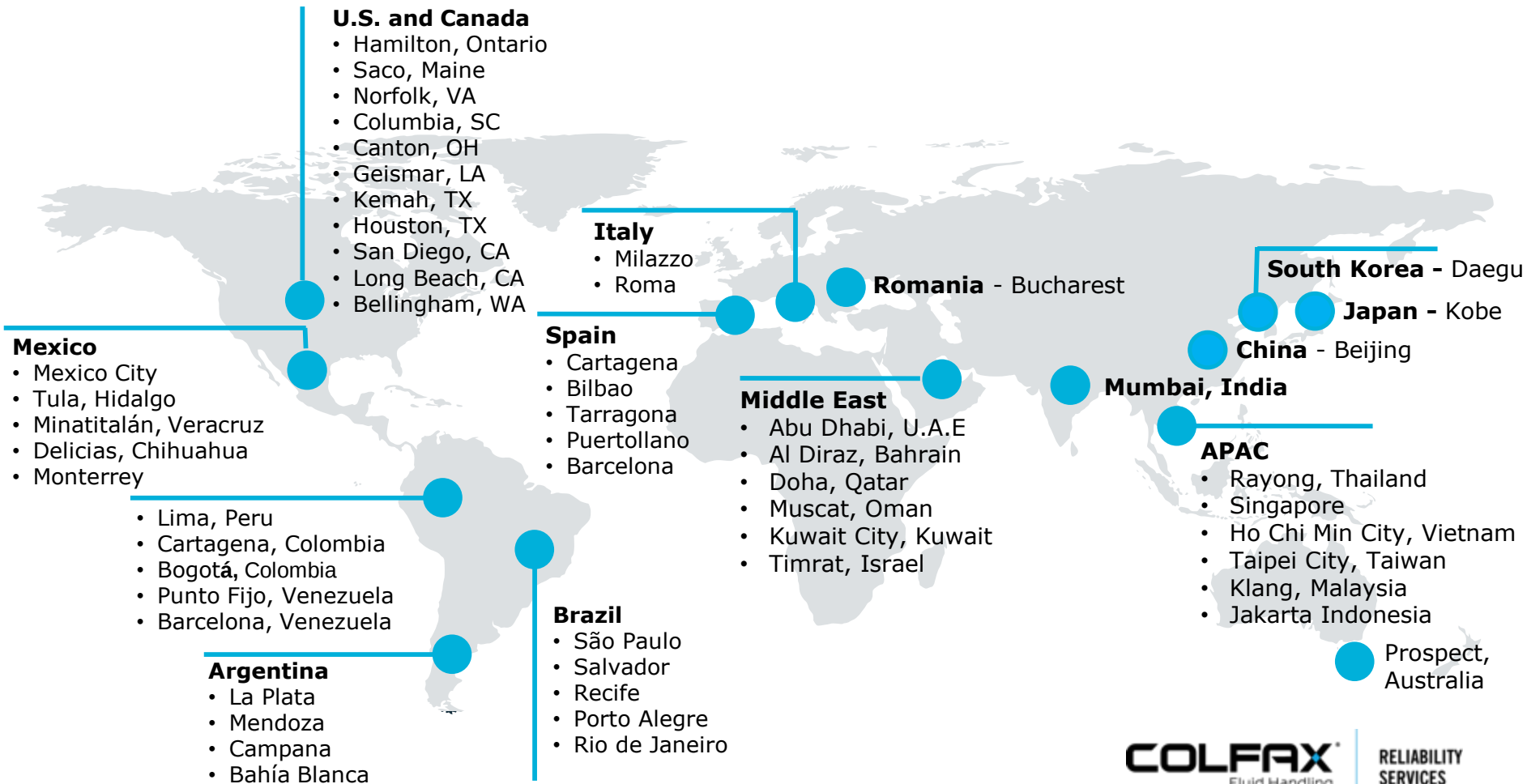
600 colaboradores



+55 oficinas



+15 Acuerdos marco



Flushing de Alta Velocidad

Impacto Operativo de la Lubricación



19%

De los Problemas de Salidas de Operación de Turbogeneradores fueron por Problemas en el Sistema de Lubricación.

Fuente: GE 1991 "Contributors to Costly Forced Outage Study"



54%

De las Salidas de Operación a reparación de Turbomaquinaria en Estados Unidos, por Lubricación tienen como Causa Raíz, Contaminación en el Sistema.

Fuente: Electric Power Research Institute



50%

De fallos en rodamientos están asociados con contaminación y deficiente lubricación

Fuente: SKF

Impacto Negativo en Vida de los Equipos por mala lubricación y contaminación con partículas.

COLFAX[®]
Fluid Handling

SICELUB[®]
LUBRITECH[®]

Espesores de Película Lubrificante.

Table D.2 — Typical dynamic film thickness for equipment

Component		Thickness μm
Roller bearings		0,4 to 1
Ball bearings		0,1 to 0,7
Journal bearings		0,5 to 25
Gears		0,1 to 1
Seals		0,05 to 0,5
Servo valves:	— orifice	130 to 450
	— flapper to wall	18 to 63
	— spool to sleeve	1 to 4
Hydraulic actuators		25 to 250

2 μ - Bacteria

5 μ - Glóbulo Rojo

40 μ - Visibilidad Humana

80 μ - Espesor Cabello

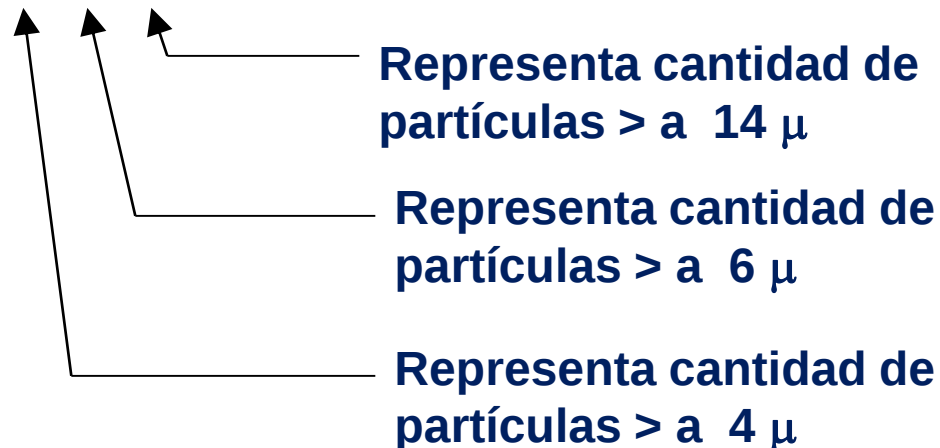
159 μ - Abertura Malla Metálica 100 Mesh

Código ISO de Limpieza

La NORMA ISO 4406, define una codificación para un conteo de partículas, determinado por la cantidad de las mismas contenidas en un mililitro de aceite.

CODIFICACION: Se definen tres dígitos, según la cantidad de partículas encontradas mayores a 4, 6, y 14 micrones; en 1 ml de aceite.

EJEMPLO: ISO 18/16/13



Flushing Oleohidráulico

Circulación de un líquido a través de un sistema de lubricación o componente, cuando el equipo no está operando, para remover contaminantes. Orientado a limpiar el Sistema.

Objetivos

Confiabilidad: Asegurar que se hallan retirado todas las Partículas Sólidas del Sistema para tener menos riesgos al momento del Arranque del Equipo y sufrir un Daño Severo Mayor.

Disponibilidad: Realizar la limpieza en el menor lapso posible, a fin de poder Arrancar el Equipo en menos Tiempo y poder disminuir el Tiempo de Paro Programado.



Apego a Normatividad



Designation: D 6439 – 99

An American National Standard

Standard Guide for Cleaning, Flushing, and Purification of Steam, Gas, and Hydroelectric Turbine Lubrication Systems¹

7. Flushing

7.1 If the equipment manufacturer has supplied detailed flushing procedures, they should take precedence over these recommendations.

7.2 General:

7.2.1 For a unit that is field assembled, keeping the lubrication and hydraulic control system piping clean enough so that flushing is not necessary is economically and practically impossible. Thus, it is generally recognized that an oil flush must take place after the piping has been installed and just before the turbine and its driven equipment go into operation. The success of this oil flush, however, depends to a large degree on the success of the efforts to keep dirt out initially and the proper conduct of the flush. A successful flush means that clean pipe and system components are obtained in a minimum of time and with a minimum of effort.

7.2.2 The cleaning and flushing of both new and used systems are accomplished by essentially the same procedure. (In the new systems, the emphasis is on the removal of contaminants introduced during the manufacture, storage, field fabrication, and installation. In used systems, the emphasis is on removal of contaminants that are generated during operation or are introduced to the system during overhaul.)

7.2.3 The primary requirement for a successful oil flush is a high oil velocity, at least two to three times normal system velocity, within the system. Wherever possible, turbulent flow should be achieved in system pipes. The use of outside pumps is recommended, if necessary, to achieve this flow. Elevated oil temperature, vibration, and so forth all contribute to the success of an oil flush. Hammering or vibration at pertinent points will promote loosening of solids in the system. Once solids are

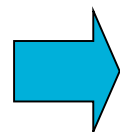
Necesidad de Régimen Turbulento (alta velocidad)

or devices that are assembled, cleaned, and sealed in the factory before shipment. Such equipment should be carefully protected against intrusion of contaminants, and in this flushing procedure, such equipment should be blanked off or bypassed until other systems are clean.

7.2.5 Even for assemblies that can be flushed through freely, the prescribed flushing procedure may not have the ability to flush out any and all conceivable kinds of contaminants. Much adverse experience testifies to this. Therefore, it is clear that great care should be exercised during the entire system installation to prevent unnecessary impurities from entering the oil systems that cannot be easily removed by flushing. Such contamination, when dislodged by turbine vibration or system operational effects, could cause problems in subsequent operations.

Se indica necesidad de realizar en
Comisionados y Paradas Programadas

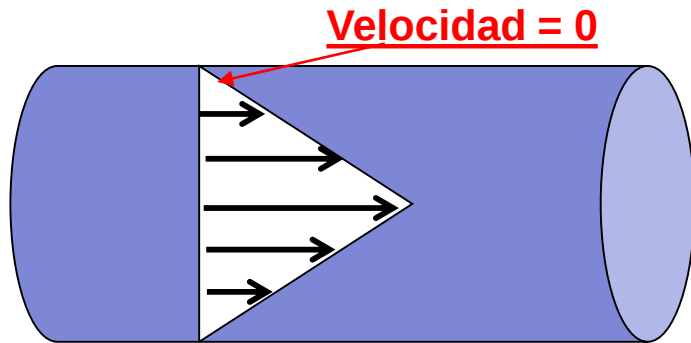
Ítem	Procedimiento Menos Efectivo. Tradicional.	Procedimiento Más Efectivo Acorde a Norma ASTM D-6439-05
Velocidad Circulación Aceite.	Normal del Sistema de Lubricación. 300 LPM aprox.	Mayor a 3 veces la Normal del Sistema. Hasta 5.000 LPM.



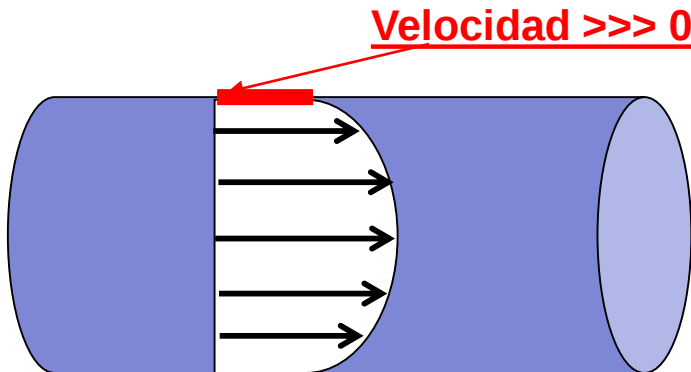
Bomba propia de Sistema

Equipo de Bombeo de alto caudal

¿Cómo obtener un Régimen Turbulento?



Régimen Laminar



Régimen Turbulento

$Re > 4.000$

Ej. Tubería de 8" (203,2mm),
usando ISO VG 32, a 40°C.
Cuál es el caudal mínimo
para asegurar un $Re > 4.000$?

$$R_e = 21.200 \times Q / (V \times d)$$

Q [lts/min]

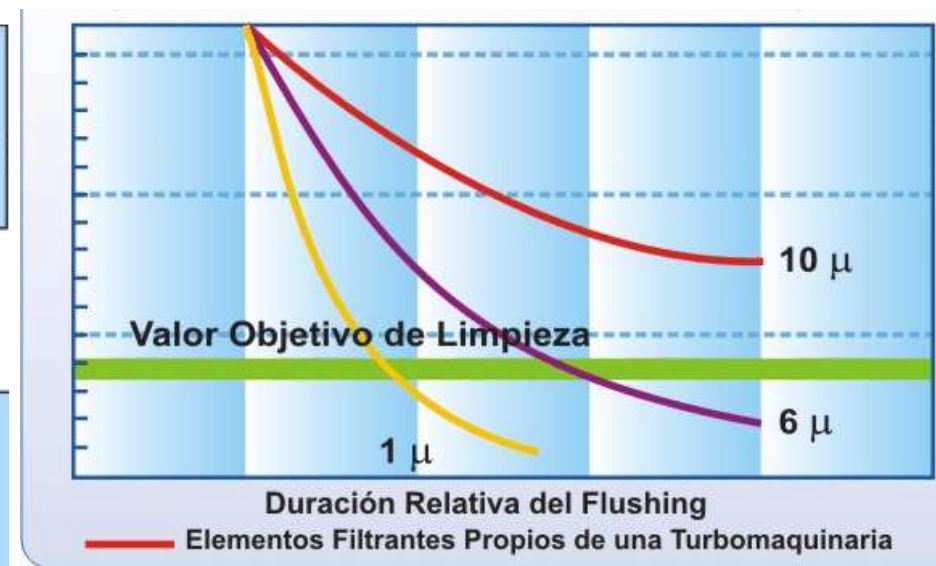
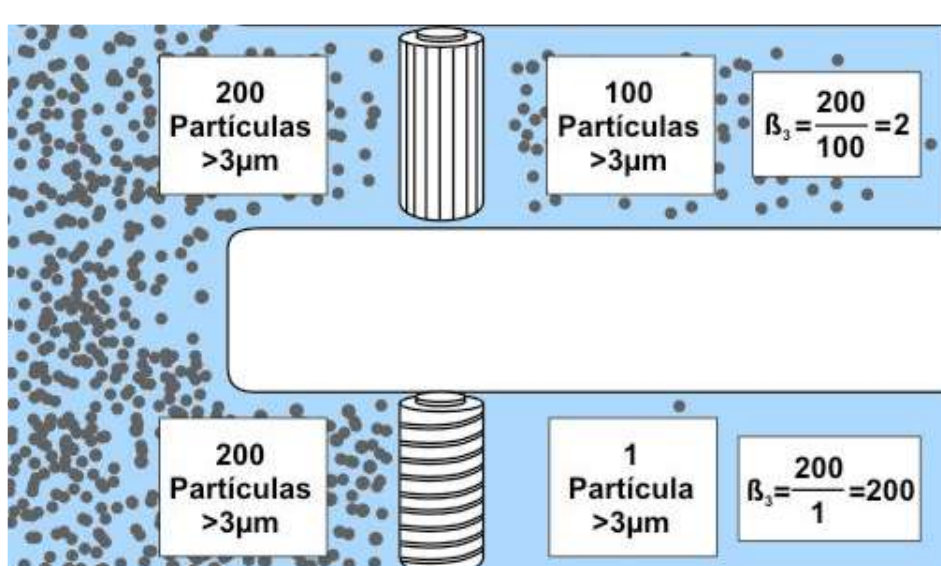
V [Cts], a la t° de trabajo

d [mm]

Despejando Q, obtenemos;

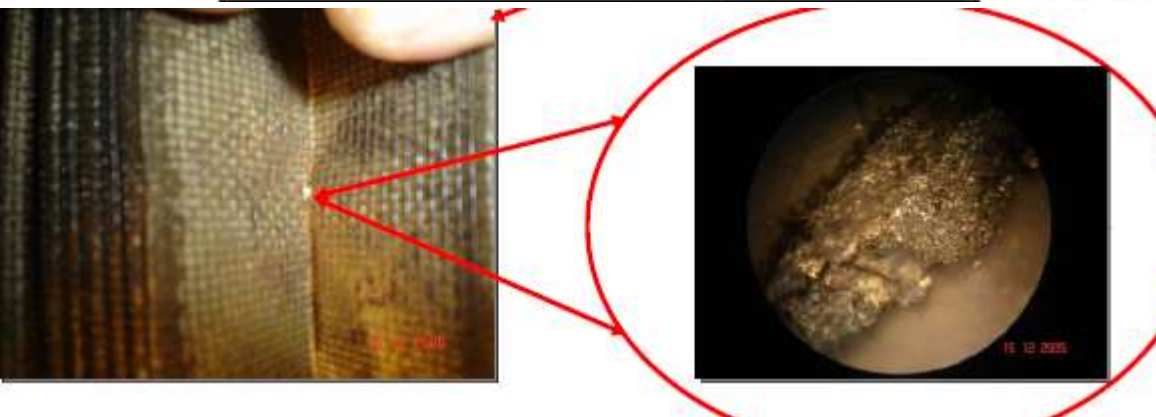
$Q = 1.230$ lts/min

Ítem	Procedimiento Menos Efectivo. Tradicional.	Procedimiento Más Efectivo Acorde a Norma ASTM D-6439-05
Elementos de Retención de Suciedad.	Mallas Metálicas Ultrafinas (100 Mesh = 159 μ). Elementos Filtrantes Propios del Sistema (10-25 μ).	Elementos Filtrantes de Alta Eficiencia de 3 μ o menor.



Utilizar Elementos Filtrantes $\beta_3 > 200$; Eficiencia 99,5%

Ítem	Procedimiento Menos Efectivo. Tradicional.	Procedimiento Más Efectivo Acorde a Norma ASTM D-6439-05
Finalización Proceso de Limpieza.	Cuando no se detecta suciedad a simple vista en las mallas metálicas (Límite Visibilidad Humana 40 μ).	Cuando el Análisis de Conteo de Partículas en Sitio determina que se alcanza ISO 16/14/12 ó menor.

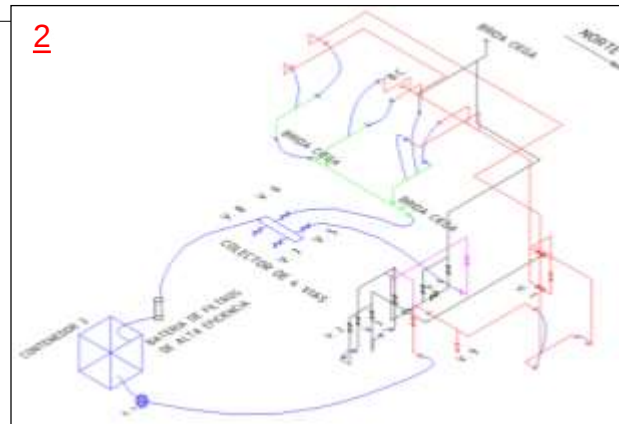
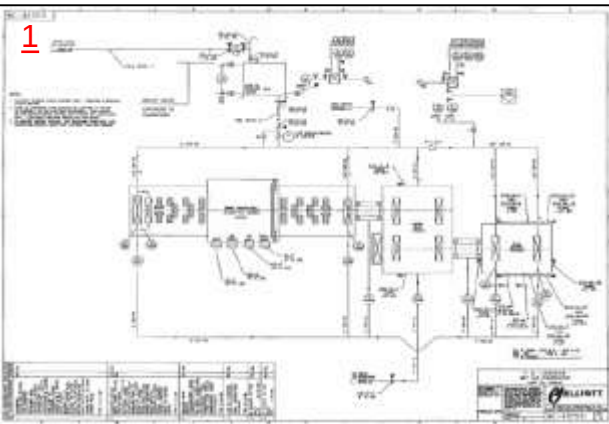


Conteo de Partículas bajo microscopio. Evolución de Membranas



Análisis de partículas encontradas en Sistema

Proceso de Flushing



Equipos de Flushing



Equipo de Bombeo de Desplazamiento Positivo. Caudal de 2.000 lts/min. Carcasa de 4 elementos filtrantes de 39", $\beta_3 > 200$

Fotografías de Armado de Bypasses



Identificaciones antes del proceso

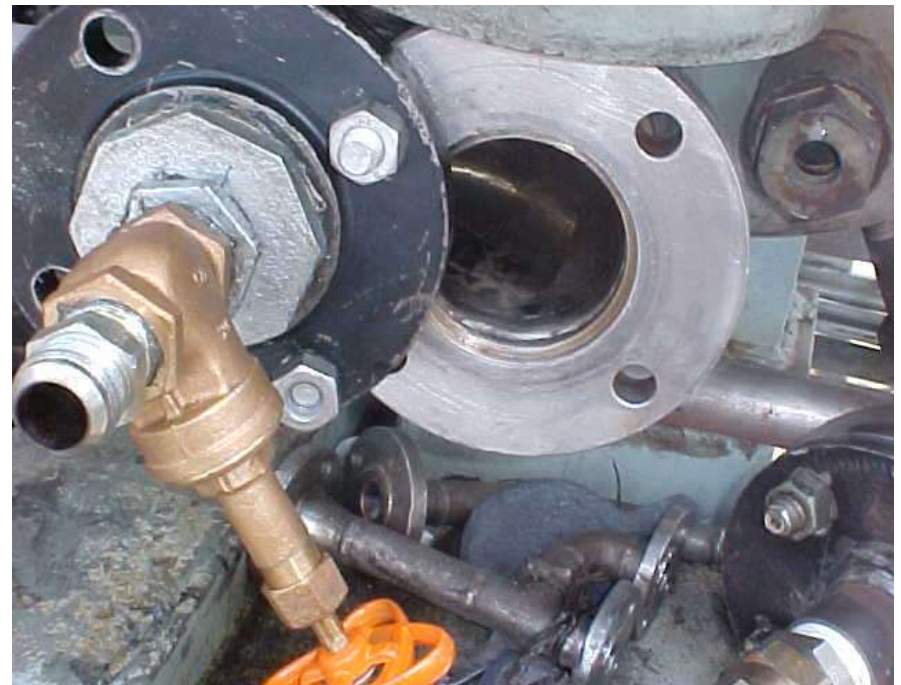


Identificaciones durante el proceso

Bypasses con Válvulas



Conexiones Especiales para el armado de Lazos



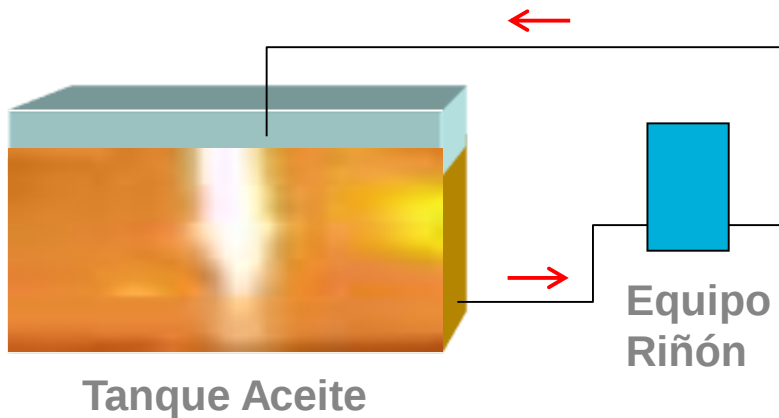
Confusión de Concepto Flushing con Filtración

También conocida como filtración con equipo riñón. Sirve de apoyo para remover partículas, cuando los elementos filtrantes propios del sistema no son suficientes. Orientado a limpiar el aceite.

Bajo Caudal: Se aplica durante la operación de la máquina, y se necesita evitar la turbulencia en el tanque de aceite.

Filtros Alta Eficiencia: Se recomienda utilizar $\beta > 200$ (Eficiencia 99,5%).

Reposición de Aceite: Se recomienda utilizar equipos riñones para carga y reposición de aceite.



Comparación de Flushing vs Filtración

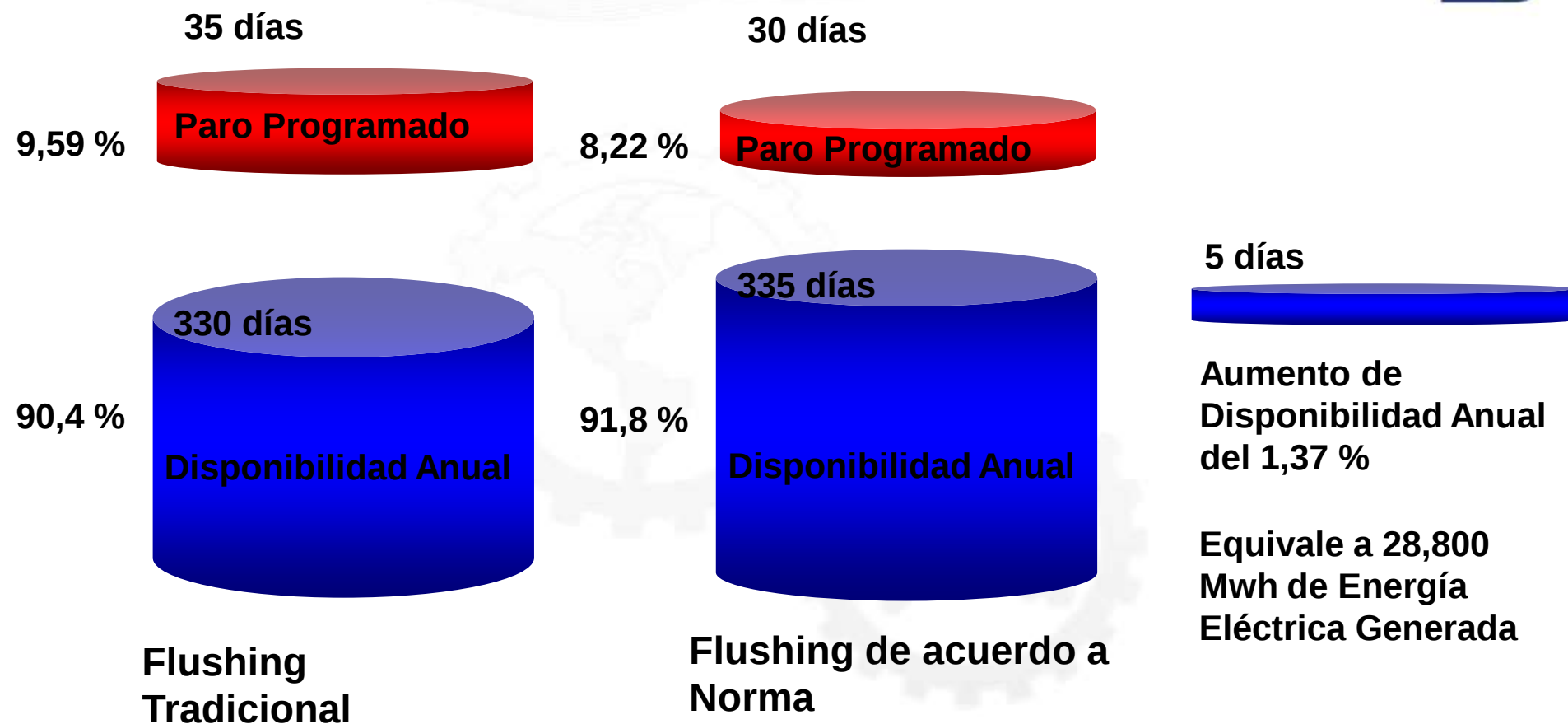
	Flushing Alta Velocidad	Filtración Externa
Objetivo	Limpiar Sistema	Limpiar Aceite
¿Cuándo?	Arranque o Parada Programada	Operación Máquina
Eficiencia Filtración	Alta ($\beta > 200$)	Alta ($\beta > 200$)
Caudales	Muy Altos (500-5.000 lts/min)	Bajos (20-100 lts/min)



COLFAX[®]
Fluid Handling

SICELUB[®]
LUBRITECH[®]

Incremento Disponibilidad con Flushing



Turbogenerador Mitsubishi 300 Mw potencia, 33.000 lts aceite, CT Francisco Ríos, Tula, México

Flushing para remover Lacas y Barnices

Formación de barnices

- Uno de los resultados de la degradación de los aceites de turbinas es la generación de subproductos insolubles llamados contaminantes suaves. De tamaño típicamente por debajo de la micra, por lo que no es posible removerlos con sistemas de filtración mecánica convencional. Existen dos categorías:
 - Solubles en el Aceite: son de naturaleza no-polar y quedan en suspensión en el lubricante oscureciendo su color.
 - Insolubles en el Aceite: son de naturaleza polar e inestables en el aceite (no polar). Se combinan y se absorben sobre superficies di-polares metálicas formando barnices. Se aglomeran en cuerpos de válvulas y guías.

Formación de barnices

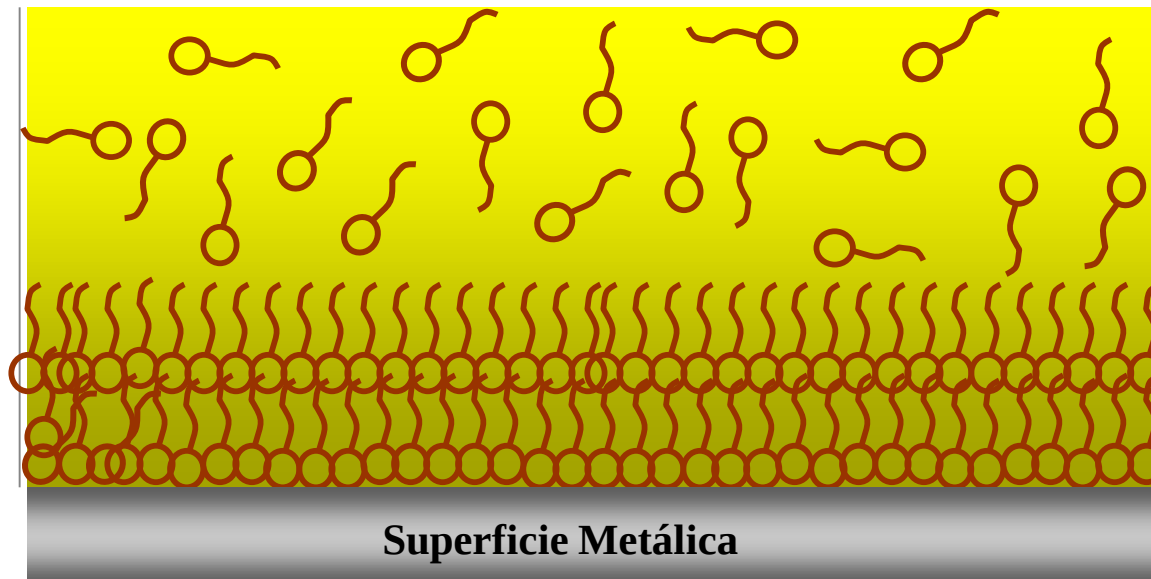


Variador de Velocidad – Turbogenerador



Cojinete Radial en Turbina de Gas

Formación de barnices

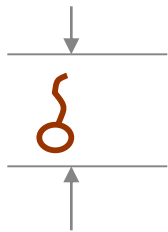


- **Contaminantes blandos** se depositan unos sobre otros y generan una capa visible

- **Contaminantes blandos** precipitan sobre partes metálicas



< 1
micrón



Contaminantes Blandos, son partículas polares submicrónicas

Posibles Efectos sobre el lubricante:

- Aumento repentino del color
- Posible aumento del TAN
- Posible aumento de la viscosidad
- Generación de insolubles sub-micrónicos

Posibles Efectos sobre la maquinaria:

- Barniz + Partículas = Lija = Abrasión
- Barniz: aislante: menor disipación del calor
- Menor espesor de películas lubricante
- Atascamiento de servo válvulas
- Colapso prematuro de filtros

Análisis de aceite

- El hecho de que la mayoría de los contaminantes insolubles tengan un tamaño inferior a una micra, hace que la detección mediante las técnicas analíticas tradicionales sea virtualmente imposible.
- Por lo que lo ideal es manejar el siguiente paquete;
 - Kinematic Viscosity @ 40C (D-445)
 - Karl Fischer Water (D-1744)
 - TAN (D-664)
 - Particle Count (ISO 4406)
 - Metals (D-6595)
 - RPVOT (D-2272)
 - Color (D-1500)
 - Ultracentrifuge (MM-1169)
 - Membrane Patch Colorimetry (ASTM D7843)
 - Pentane Insolubles by Membrane Filtration (D-4055)
 - RULER, Inhibitor Additives (D6971 / D6810)

Prueba de Ultracentrífuga

- Otro método popular para determinar el potencial de barniz se llama ultracentrífuga (UC). La prueba de UC somete la muestra de aceite en un tubo de ensayo a alta velocidad de giro (aproximadamente 18.000 rpm) durante 30 minutos para impulsar a los contaminantes insolubles en la parte inferior del tubo de ensayo. Para esta técnica, la gravedad es la fuerza impulsora.

Flushing de barnices

Remoción efectiva de barnices del sistema

- Si bien existen Tecnologías de Purificación; las mismas son efectivas para prevenir la formación de barnices (enfoque preventivo); pero no lo son tanto; para retirar los barnices del sistema; una vez que se han depositado.
- Es por ello; que el Procedimiento de Flushing de Barnices, se vuelve vital durante una Parada Programada; a fin de dejar el sistema completamente limpio de Barnices.
- Es indispensable el uso de un producto químico, especialmente desarrollado para remover y disolver los barnices del sistema.

Colfax System Cleaner (CSC)

- Limpiador libre de disolvente soluble en aceite que contiene emulsionantes, dispersantes e inhibidores de herrumbre. Es seguro para el uso con todos los metales ferrosos y no ferrosos utilizados en equipos industriales. Se recomienda por lo general la concentración al 5% del volumen total del aceite del sistema.
- El producto limpiador empieza hacer efecto a partir de los 48° C por lo que se recomienda tener una temperatura de operación de 60 a 65 ° C.

Principios del Flushing de barnices

- Es un servicio que se realiza con bombas externas de alto caudal (2-3 veces caudal normal de operación).
- Se agrega el Producto CSC en proporciones adecuadas.
- Se conecta equipo de filtración.
- Se usan calentadores del sistema si cuenta con estos o se anexan calentadores externos para alcanzar la temperatura de trabajo.
- Las válvulas de 3 vías se colocan en posición neutral (Enfriadores y Portafiltros).
- Se requiere dos cargas nuevas de elementos filtrantes del sistema;
 1. Se usa la carga existente para la fase de flushing
 2. Se usa una carga nueva para la fase de purga
 3. Se usa una carga nueva para dejar el sistema en operación normal
- Se toman 3 muestras de aceite cada 12 horas de la fase 1 a la fase 4.

Fases del flushing de barnices

- 1^{ra} Fase "Recirculación con el aceite de carga"
- 2^{da} Fase "Drenado del sistema y limpieza de carter"
- 3^{ra} Fase "Recirculación con el aceite de purga"
- 4^{ta} Fase "Drenado del sistema y limpieza de carter"
- 5^{ta} Fase "Carga del aceite de operación"

Análisis de MPC durante todo el proceso.

Casos Prácticos

Trabajos realizados en Argentina

- Se han realizado más de 100 servicios en América.
- En Argentina; se realizaron Servicios de Flushing para Barnices en Termoandes (Salta); Río Turbio (Santa Cruz).
- A continuación, se pueden ver resultados puntuales de estos trabajos. Todos ellos; fueron satisfactorios.

Trabajos realizados en Argentina

Turbina de Gas 1

Puntos de inspección de TG1, antes de iniciar con la limpieza:

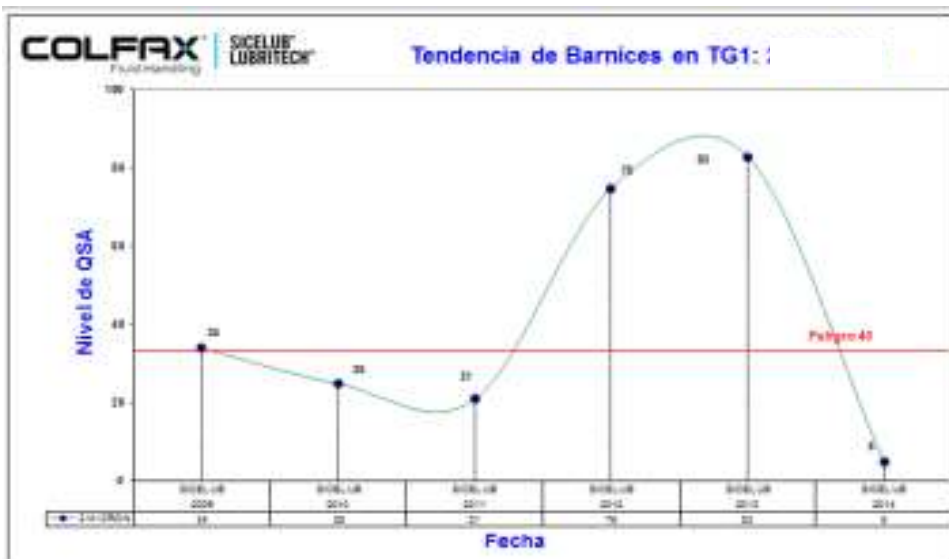


Puntos de inspección de TG1, Después de terminar con la limpieza:



Trabajos realizados en Argentina

- Se anexa imagen de la evolución en la coloración en las diferentes fases de la limpieza TG1, TG2 y TV3:



Evolución de Análisis MPC durante el proceso

Trabajos realizados en Argentina



Imagen: análisis de MPC con laboratorio de campo

Evolución del MPC en TG1:



Conclusiones

- Lubritech Argentina y el Grupo Colfax han desarrollado este Procedimiento específicamente para resolver los casos de formación de barnices en Turbinas.
- Se ha demostrado que este procedimiento es el único efectivo 100% para resolver el problema.
- Existen tecnologías preventivas para evitar la formación o retrasar su propagación; pero no solucionan el problema una vez presente.