

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

“REDISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DE LUBRICACIÓN CENTRALIZADA, PARA LOS SISTEMAS REEL, CHUMACERAS Y REDUCTOR YANKEE, EN LA MAQUINA DE PAPEL 5 (MP5), PERTENECIENTE A LA EMPRESA PRODUCTOS FAMILIA DEL ECUADOR”

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO ELECTROMECÁNICO.

**CORRALES OSORIO JOFFRE ISRAEL
LEMA ALANGASI LUIS VLADIMIR**

**DIRECTOR: ING. FREDDY SALAZAR
CODIRECTOR: ING. MARCO PILATASIG**

Lasso, 21 de Agosto del 2015



RESUMEN

OBJETIVO:

Optimizar los sistemas de lubricación existentes en la máquina de Papel 5 (MP5), garantizando la dosificación de lubricante en los puntos móviles con mayor fricción y temperatura.

LUBRICACIÓN
CENTRALIZADA
ES:

Lubricación
automática en
los puntos
requeridos

Mediante una bomba y
un deposito se distribuye
el lubricante

POR QUE SE REALIZO EL
REDISEÑO?

Confiabilidad de operación para
una velocidad hasta 1400 m/min,

Incremento de Producción



DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO



OBJETIVO GENERAL.

Rediseñar y construir un sistema de supervisión y control de lubricación centralizada, para los sistemas Reel, chumaceras y Reductor Yankee, en la maquina de papel 5 (MP5), perteneciente a la Empresa Productos Familia Del Ecuador.

ESPECÍFICO.

- Recolectar la información y parámetros de operación necesarios para el sistema de lubricación centralizada.
- Diseñar un sistema de lubricación centralizada en la Maquina de Papel 5.
- Realizar un sistema de supervisión que permitirá monitorear y registrar el estado del sistema.
- Diseñar un Diagrama de Proceso e Instrumentación (P&D) del sistema, que permitirá entender de mejor manera el funcionamiento.
- Seleccionar los elementos y equipos que se implementaran en el proyecto, entre ellos: Válvulas, Bomba, Tubing, Accesorios, PLC, etc.
- Determinar las cantidades y tipo de lubricante que se utilizara en el sistema.
- Realizar las pruebas de funcionamiento y calibración de los puntos de medida en el sistema



FUNDAMENTOS TEÓRICOS

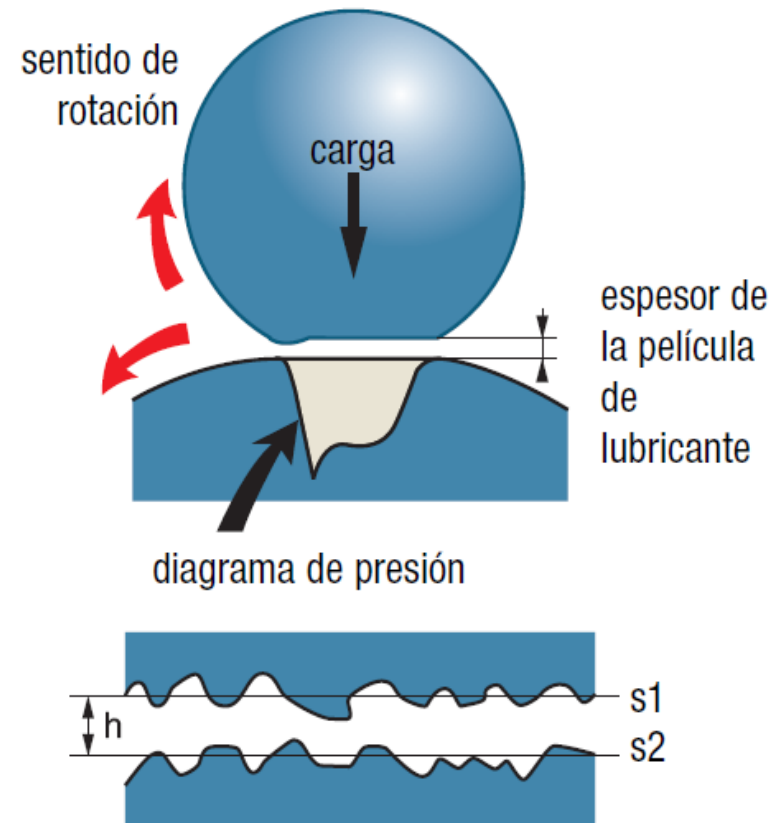


LUBRICACIÓN

La lubricación tiene por objetivo interponer una película de lubricante (llamada película de aceite) entre los cuerpos rodantes y la pista de rodadura, con el fin de evitar el desgaste de los elementos en contacto.

La lubricación es un elemento esencial para el buen funcionamiento del rodamiento.

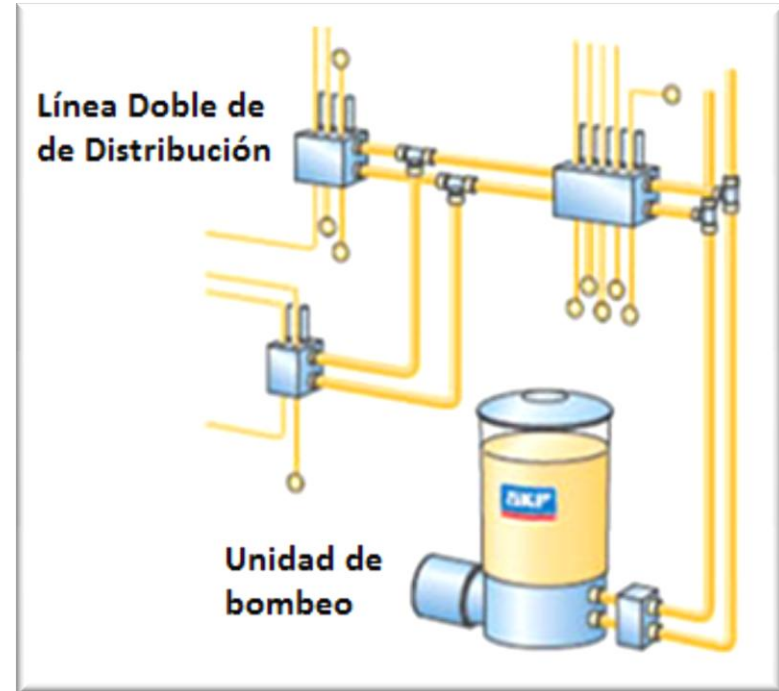
El 70% de las averías de los rodamientos se debe a problemas de lubricación.



LUBRICACIÓN CENTRALIZADA

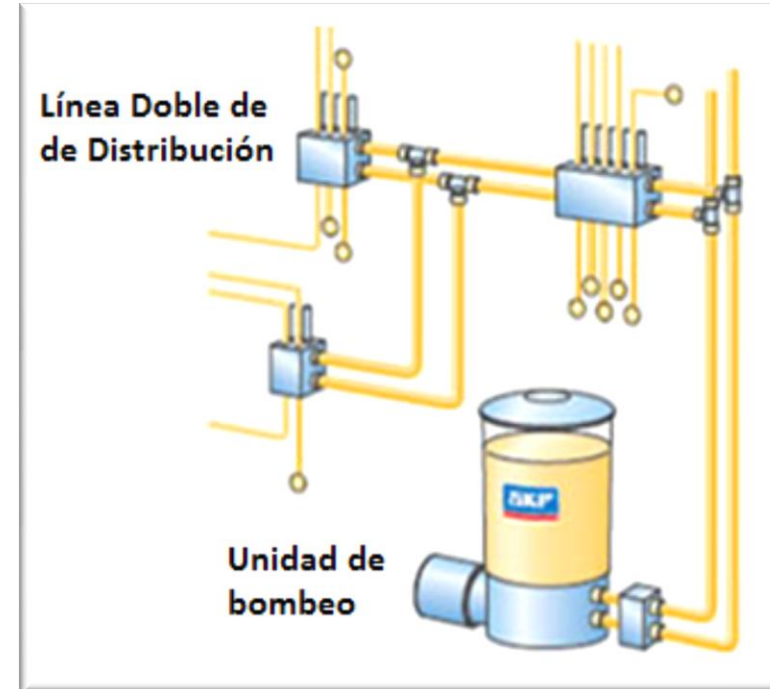
Consiste en utilizar una bomba para repartir grasa o aceite desde un depósito central hacia los puntos de lubricación de forma completamente automática.

Todos los puntos de lubricación alcanzan a recibir el suministro óptimo de lubricante, reduciendo el desgaste.



VENTAJAS DE LA LUBRICACIÓN CENTRALIZADA

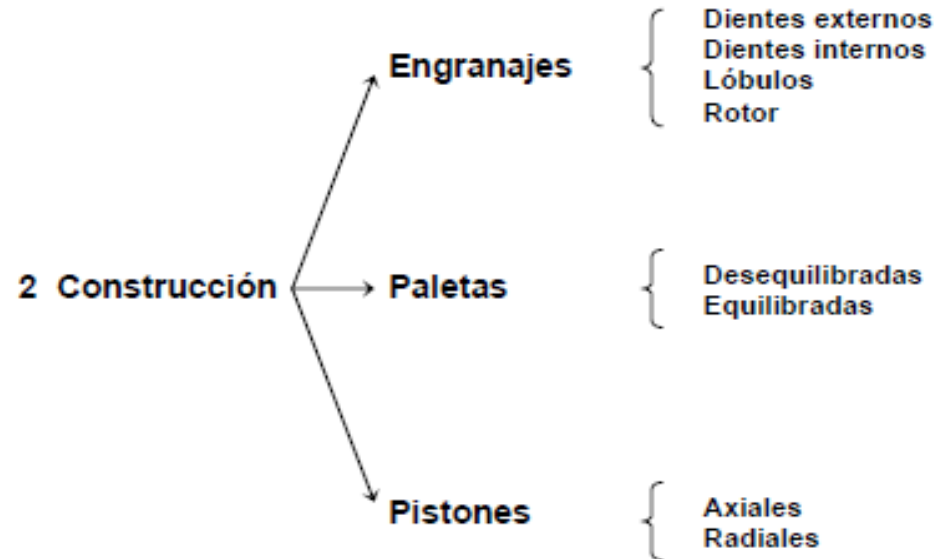
- El lubricante es aún más beneficioso, dado que transfiere fuerzas y amortigua vibraciones.
- Elimina las partículas abrasivas de los puntos de fricción.
- Estabiliza la temperatura (enfriado o calentamiento) en esos puntos.
- Evita la corrosión y elimina agua condensada y de proceso.



ELEMENTOS Y ACCESORIOS HIDRÁULICOS

BOMBAS

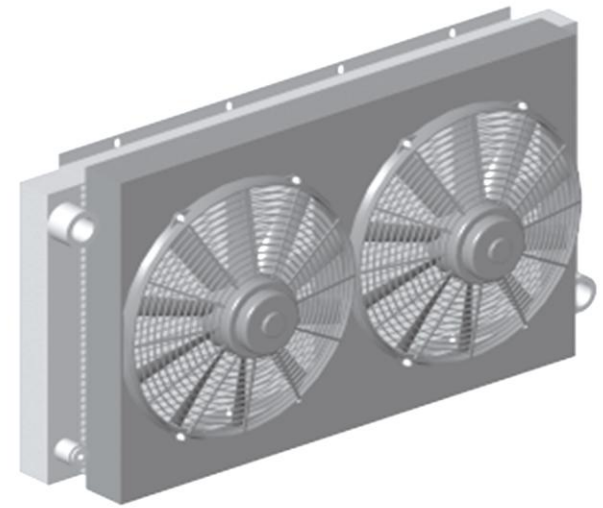
Impulsa el aceite o líquido hidráulico, transformando la energía mecánica rotatoria en energía hidráulica.



INTERCAMBIADORES DE CALOR ACEITE-AIRE

VENTAJAS:

- Es ecológico.
- Es imposible intercambiar agua/aceite
- Para la puesta en marcha sólo se requiere la energía eléctrica
- Ningún otro circuito para el medio refrigerante aire



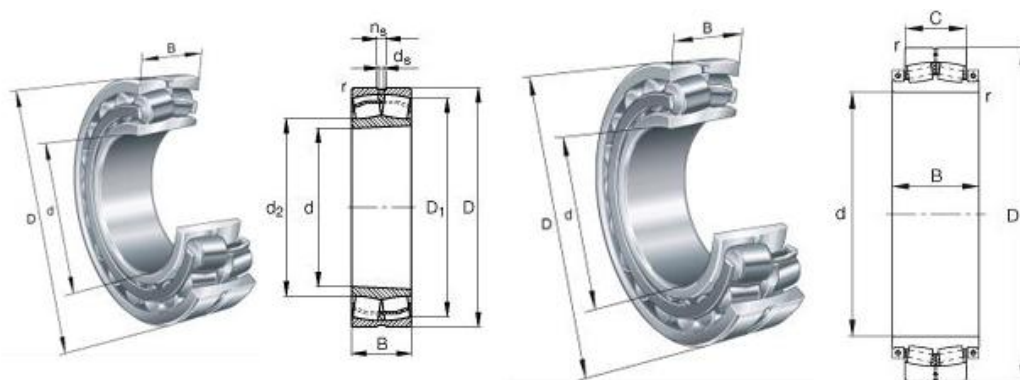
REQUISITOS DE DISEÑO Y PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACION PARA LA DEFENSA

PARÁMETROS DE DISEÑO CHUMACERAS YANKEE MP5

MODELO	SKF 23168 CC K/W33* RODAMIENTOS
TIPOS DE, CATEGORÍAS	RODAMIENTOS DE RODILLOS ESFÉRICOS
MARCA	SKF
DIÁMETRO INTERIOR (D)	340 mm
DIÁMETRO EXTERNO (D)	580 mm
ESPESOR (B)	190 mm



PARÁMETROS DE DISEÑO CHUMACERAS YANKEE MP5

SELECCIÓN DE ACEITE:

$$^{\circ}T_{Operación} = 80^{\circ}C$$

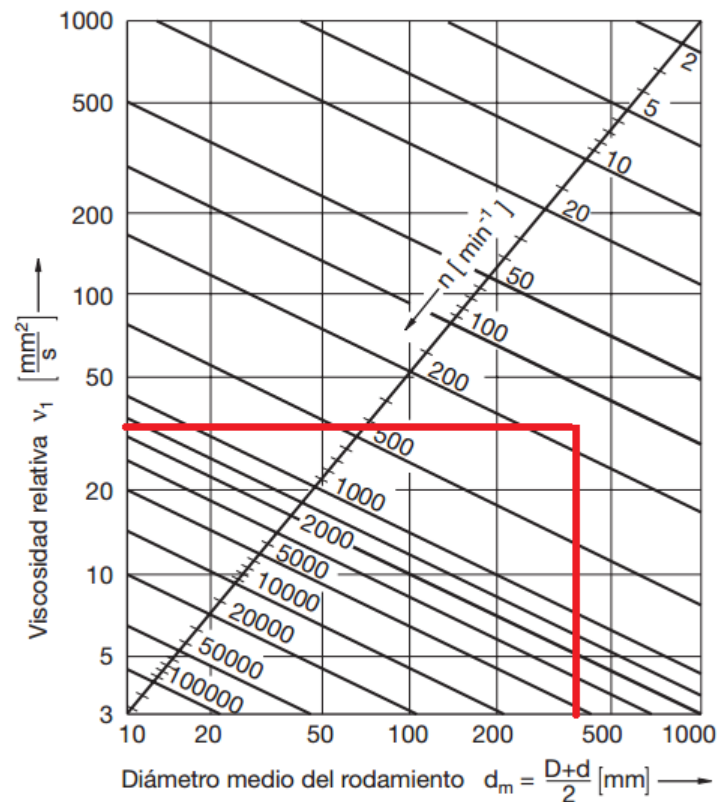
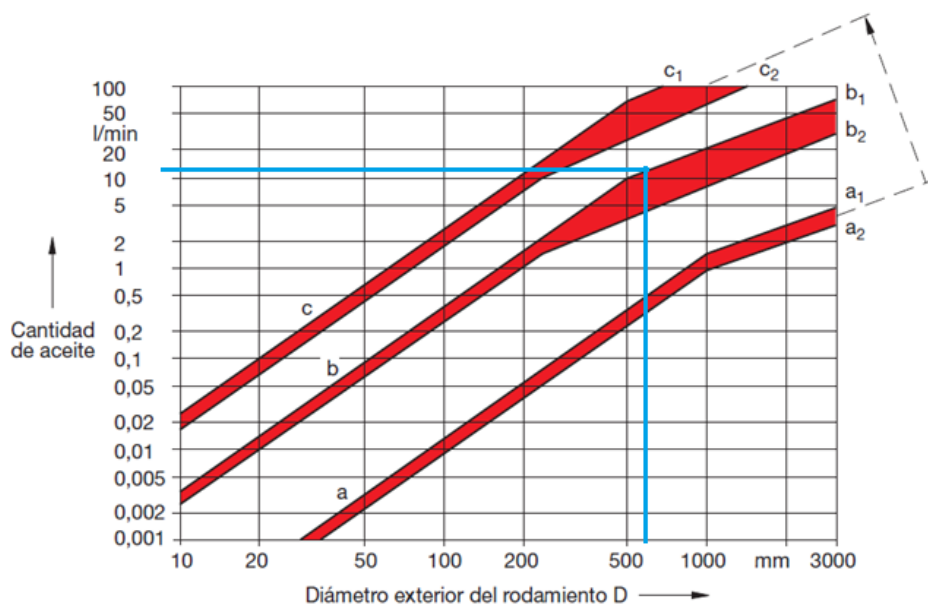
$$Velocidad_{Actual} = 1200 \text{ m/min}$$

$$Velocidad_{planeada} = 1400 \text{ m/min}$$

$$\varnothing \text{ Rodillo Yankee} = 3,2 \text{ m}$$

Conversión de m/min a RPM

$$1400 \frac{\text{m}}{\text{min}} * \frac{1 \text{ rev}}{\pi * 3,2 \text{ m}} = 139,26 \text{ RPM}$$



ESPE
UNIVERSIDAD DE LOS RIOS
INNOVACION PARA LA SOSTENIBILIDAD

PARÁMETROS DE DISEÑO CHUMACERAS YANKEE MP5

DATOS DE DISEÑO:

Viscosidad a 40°C = 180 mm²/s = 180 cSt

Viscosidad a 100°C = 14 mm²/s = 14 cSt

$$Q = 12 \text{ Lt}/\text{min}$$

DATOS DEL LUBRICANTE

Viscosidad a 40°C = 325 cSt

Viscosidad a 100°C 24,4 cSt

	Viscosity Grade	Viscosity cSt @ 40°C	Viscosity cSt @ 100°C	Viscosity Index	Pour Point°C
INDUSTRIAL					
Machine Shop Oils					
	ISO				
Mobil Vacuoline 1405	32	32	5.3	96	-12
Mobil Vactra Oil No 2	68	68	8.6	96	-33
Mobil Vactra Oil No 4	220	221	18.3	96	-3
Mobil Velocite Oil No 3	2	2	0.95	-	-36
Mobil Velocite Oil No 6	10	10	2.62	91	-27
Mobil Velocite Oil No 10	22	22	4.0	95	-36
Mill Lubricants					
	ISO				
Mobil Vacuoline 525	100	93	10.7	99	-21
Mobil Vacuoline 528	150	146	14.4	96	-21
Mobil Vacuoline 533	220	218	18.8	96	-18
Mobil Vacuoline 537	320	325	24.4	96	-12
Mobil Vacuoline 546	460	460	29.4	95	-15



PARÁMETROS DE DISEÑO CHUMACERAS YANKEE MP5

SELECCIÓN DE LA BOMBA

$$h_L = (K_e + K_v + K_c + K_f) \frac{v_s^2}{2g} + (K_v + K_c + K_t + K_f + K_F + K_s) \frac{v_d^2}{2g}$$

FLUJO	12 Lt/min				
ALTURA	3 m				
PRESION	3,2 BAR				
ϵ	1,5 x 10 ⁻⁶ m				
D	0,0252 M				
SUCCION					
Ke	Kc	Kf	Kv		
1	1,44	0,44	3.6		
DESCARGA					
Ks	Kf	Kt	Kc	Kv	Kf
1	2,25	1,92	2,52	7,2	1,25

$$h_L = 0,323m$$

$$h_A = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + h_L$$

$$h_A = 71,73 m$$



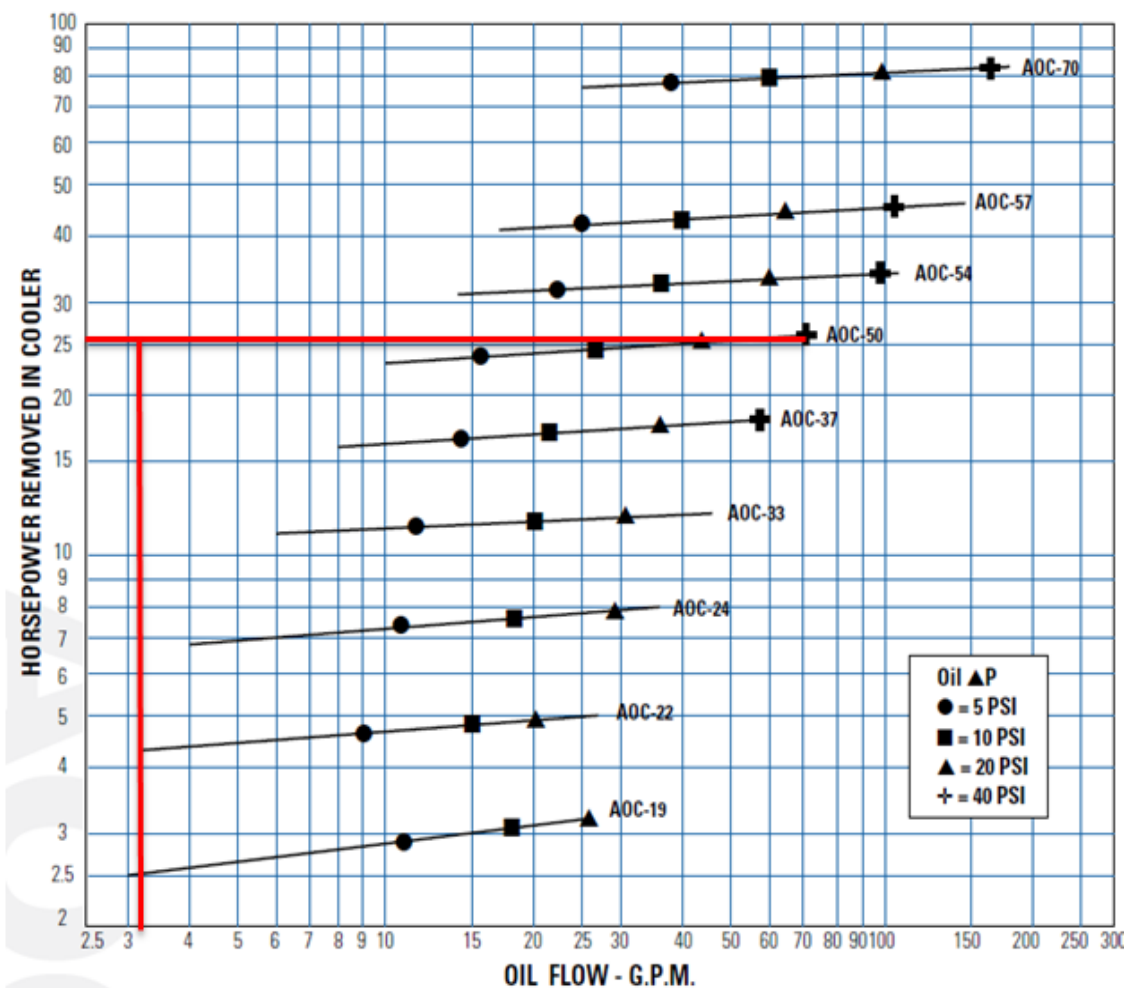
PARÁMETROS DE DISEÑO CHUMACERAS YANKEE MP5

SELECCIÓN DEL ENFRIADOR

FLUJO	12 L/min	3,17 GPM
T. TRABAJO	80°C	176°F
T.AMBIENTE	26°C	79°F
T SALIDA	45°C	113 °F
HP CARGA DE CALOR	1.046 HP	
ENFOQUE ACTUAL	34°F	
CV	1.77	
CURVA HP REMOVIDO	5,34	

Seleccionamos la curva #6 la curva **AOC 50**

$$T_{FUNCIONAMIENTO} = 27^{\circ}C$$



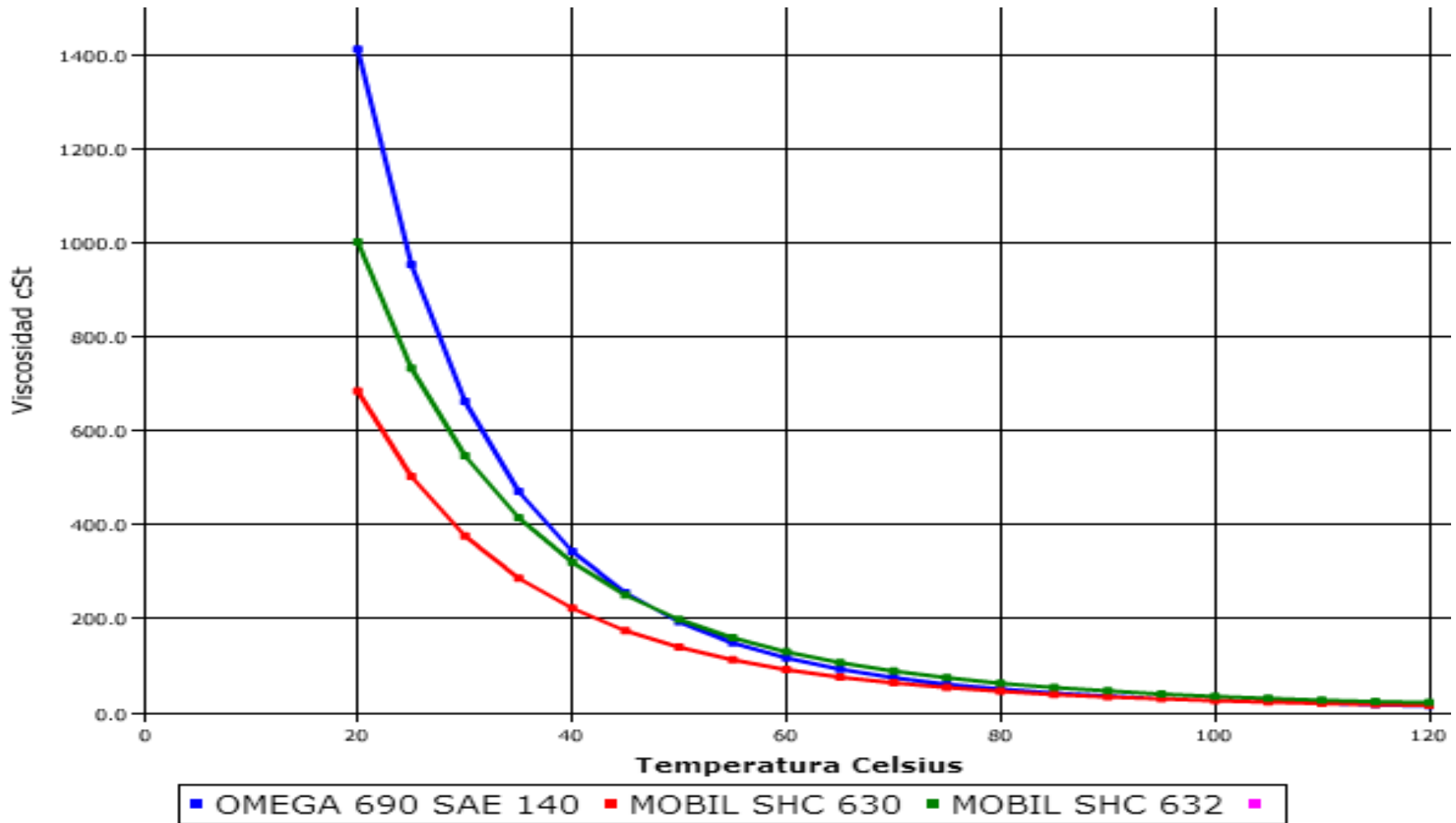
PARÁMETROS DE DISEÑO REDUCTOR YANKEE

MARCA	METSO DIVE
MODELO	K86978
TIPO	2TMG450
FLUJO	45 lt/min
PRESIÓN	0,5 – 1 BAR (7,25 – 14,5 psi)
TEMPERATURA DE TRABAJO	45° - 55°C
GRADO DE ACEITE	ISOVG220EP
RPM ENTRADA	1787
RPM SALIDA	143



PARÁMETROS DE DISEÑO REDUCTOR YANKEE

SELECCIÓN DE LUBRICANTE. MOBIL SHC 600



PARÁMETROS DE DISEÑO REDUCTOR YANKEE

SELECCIÓN DE LA BOMBA

$$h_L = (K_e + K_v + K_c + K_f) \frac{v_s^2}{2g} + (K_v + K_c + K_t + K_f + K_s) \frac{v_d^2}{2g}$$

FLUJO	45 Lt/min				
ALTURA	3 m				
PRESION	1 BAR				
ε	1,5 x 10 ⁻⁶ m				
D	0,0252 M				
SUCCION					
Ke	Kc	Kf	Kv		
1	1,44	0,6	3,6		
DESCARGA					
Ks	Kf	Kt	Kc	Kv	Kf
1	2,65	1,92	6,12	7,2	1,25

$$h_L = 3,05 \text{ m}$$

$$h_A = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + h_L$$

$$h_A = 88,3 \text{ m}$$



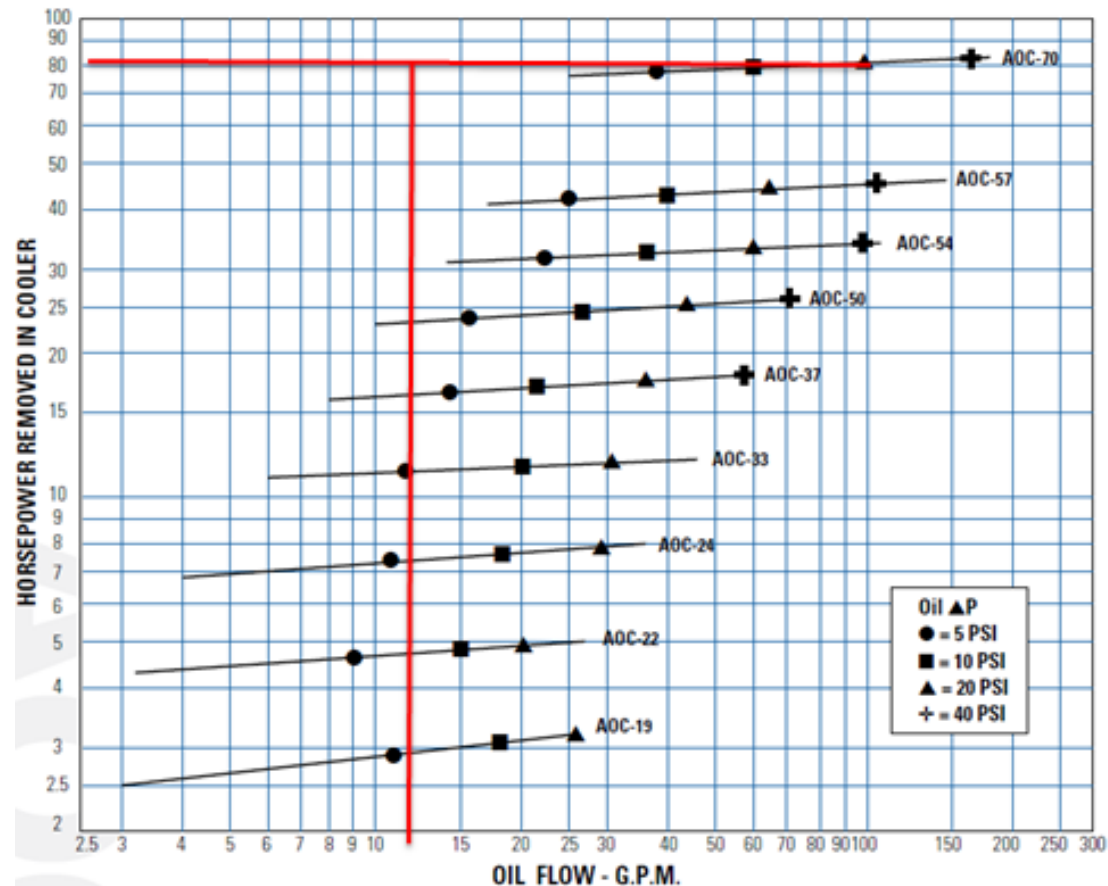
PARÁMETROS DE DISEÑO REDUCTOR YANKEE

SELECCIÓN DEL ENFRIADOR

FLUJO	45 Lt/min	11,89 GPM
T. TRABAJO	80°C	176°F
T.AMBIENTE	26°C	79°F
T SALIDA	45°C	113 °F
HP CARGA DE CALOR	3,92 HP	
ENFOQUE ACTUAL	34°F	
CV	1.14	
CURVA HP REMOVIDO	10,9	

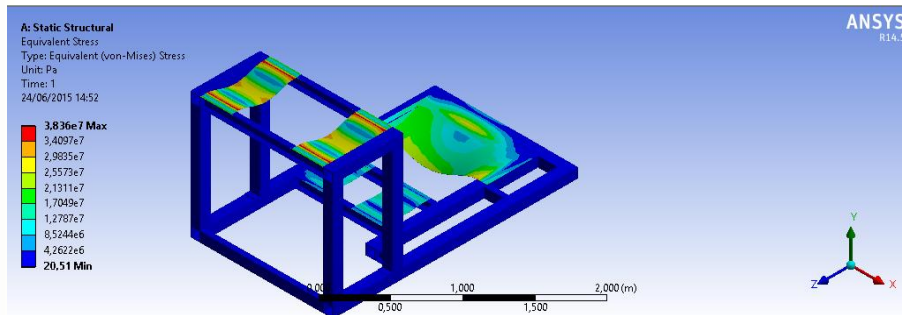
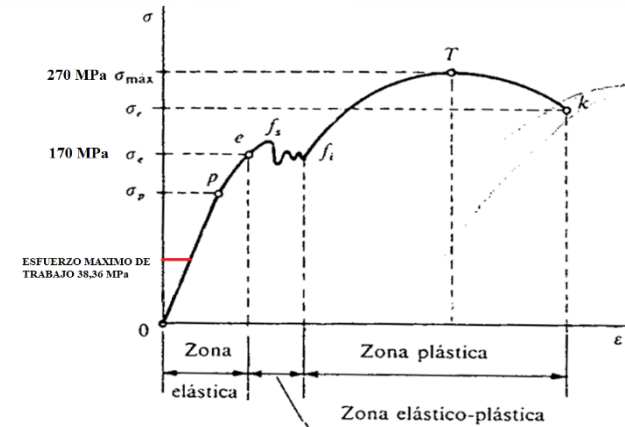
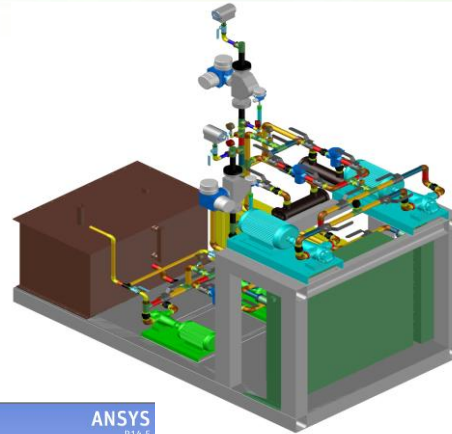
Seleccionamos la curva #9 la curva **AOC 70**

$$T_{FUNCIONAMIENTO} = 35^{\circ}\text{C}$$

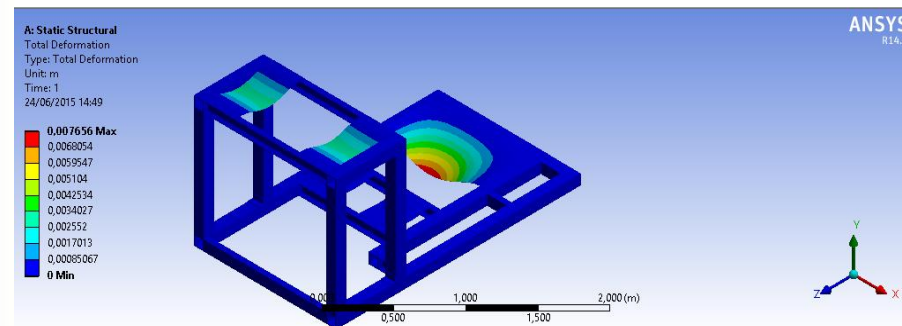


ANÁLISIS ESTRUCTURAL

COMPONENTE	MASA (Kg)	FUERZA (N)
ENFRIADOR CHUMACERAS	54	529,2
ENFRIADOR REDUCTOR	146	1430,8
BOMBAS CHUMACERAS	42	411,6
BOMBAS REDUCTOR	62	607,6
TRANSMISORES	6	58,8
TUBERÍAS Y ACCESORIOS	12	117,6
TANQUE DE ACEITE	300	2940
TOTAL	622	6095,6



Se obtiene un valor máximo de tensión de 38,36 MPa , pero al ser esta tensión menor que el limite de fluencia del acero al Carbón AISI 1045, el sistema puede resistir la tensión máxima sin falla.

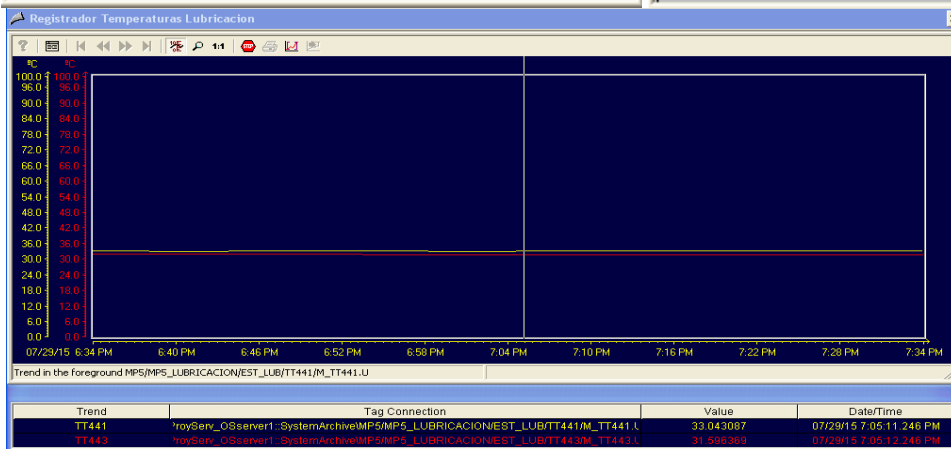
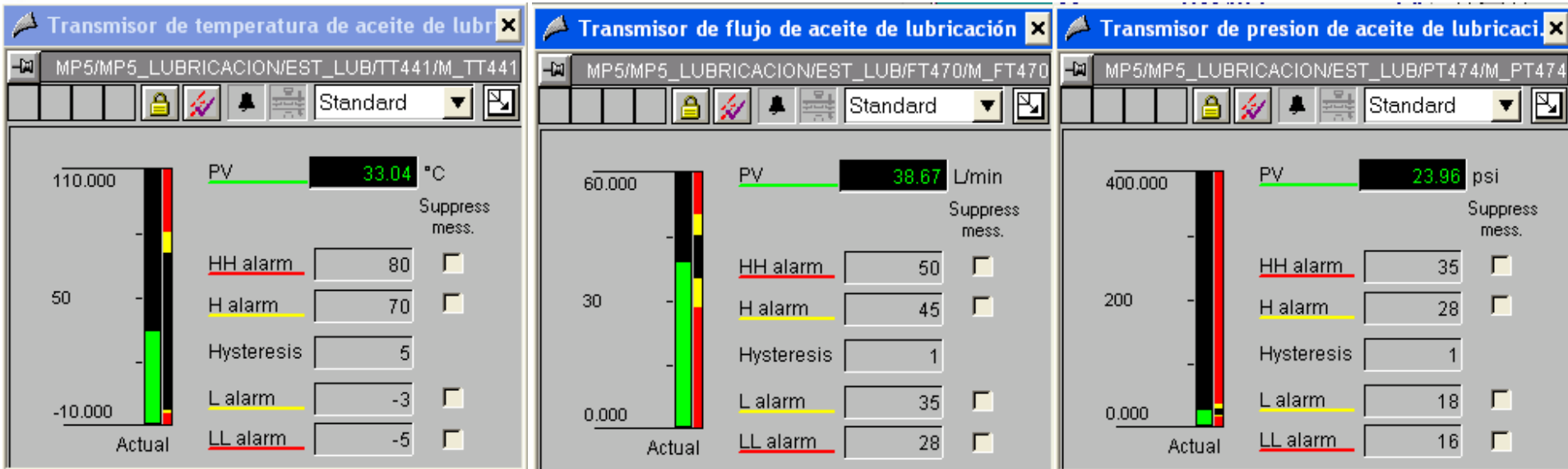


Se determina que los máximos desplazamientos en la estructura se produce en la zona que se encuentra ubicado el Tanque de lubricante de las Chumaceras Yankee, siendo un valor de 0,0076 m, sin embargo, al ser estos valores muy pequeños, no afecta el funcionamiento normal del sistema.



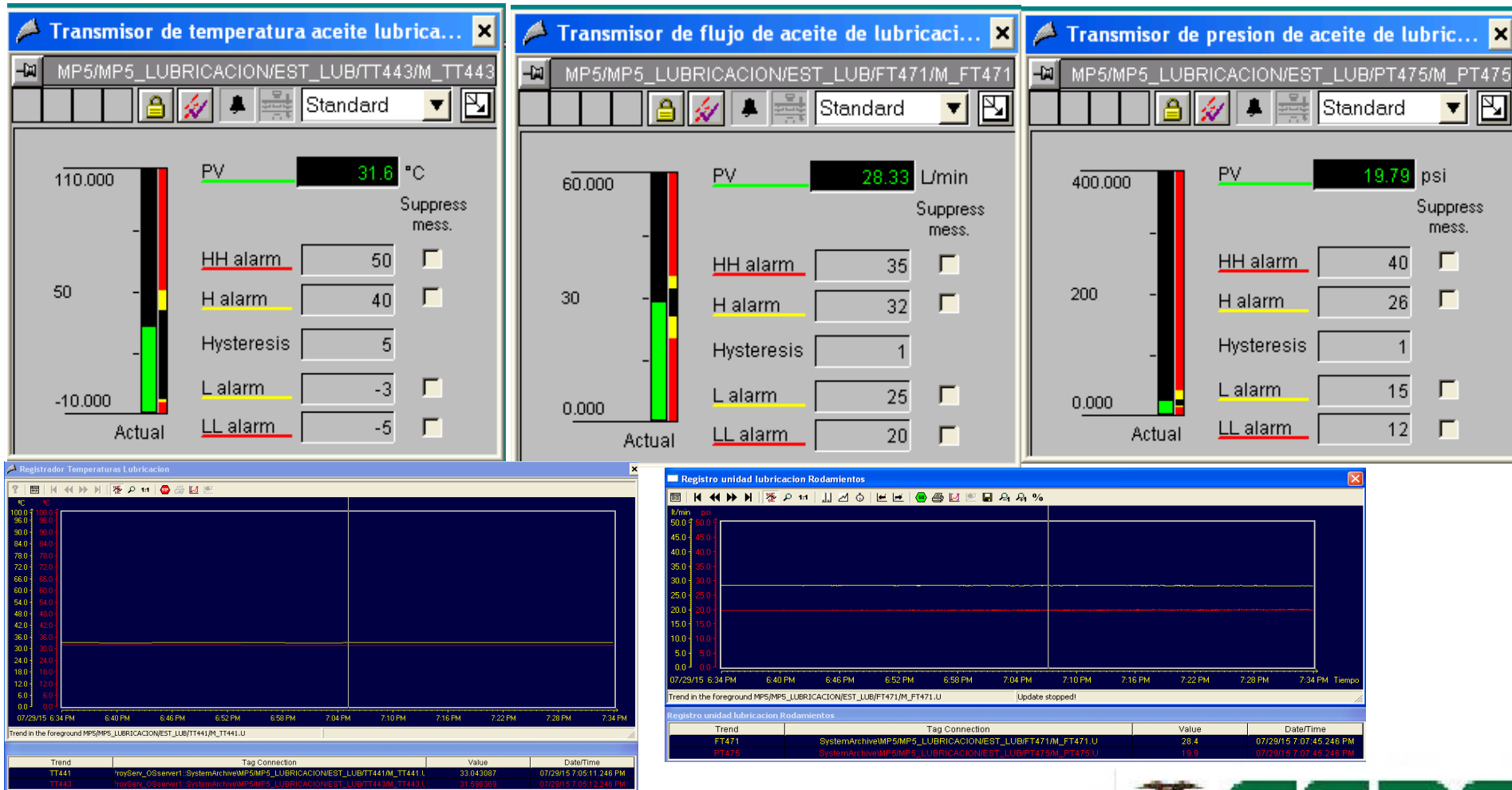
CALIBRACIÓN DE TRANSMISORES

SISTEMA REDUCTOR YANKEE MP5



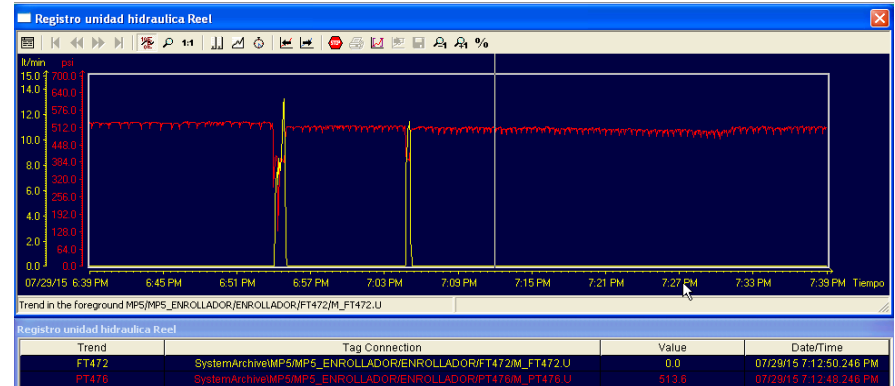
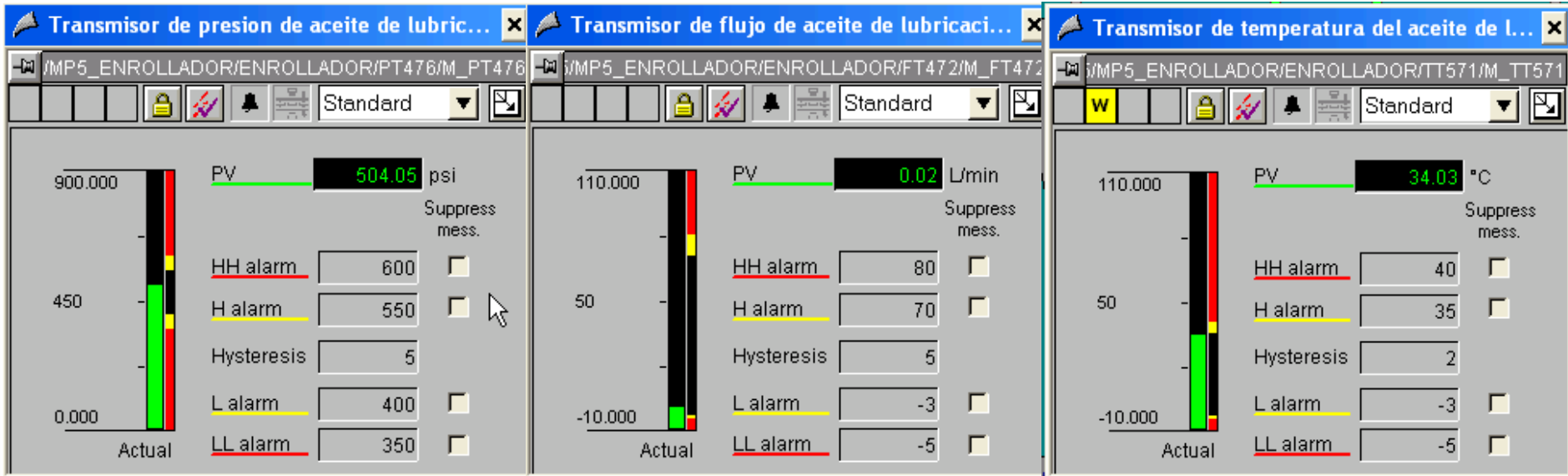
CALIBRACIÓN DE TRANSMISORES

SISTEMA CHUMACERAS YANKEE MP5

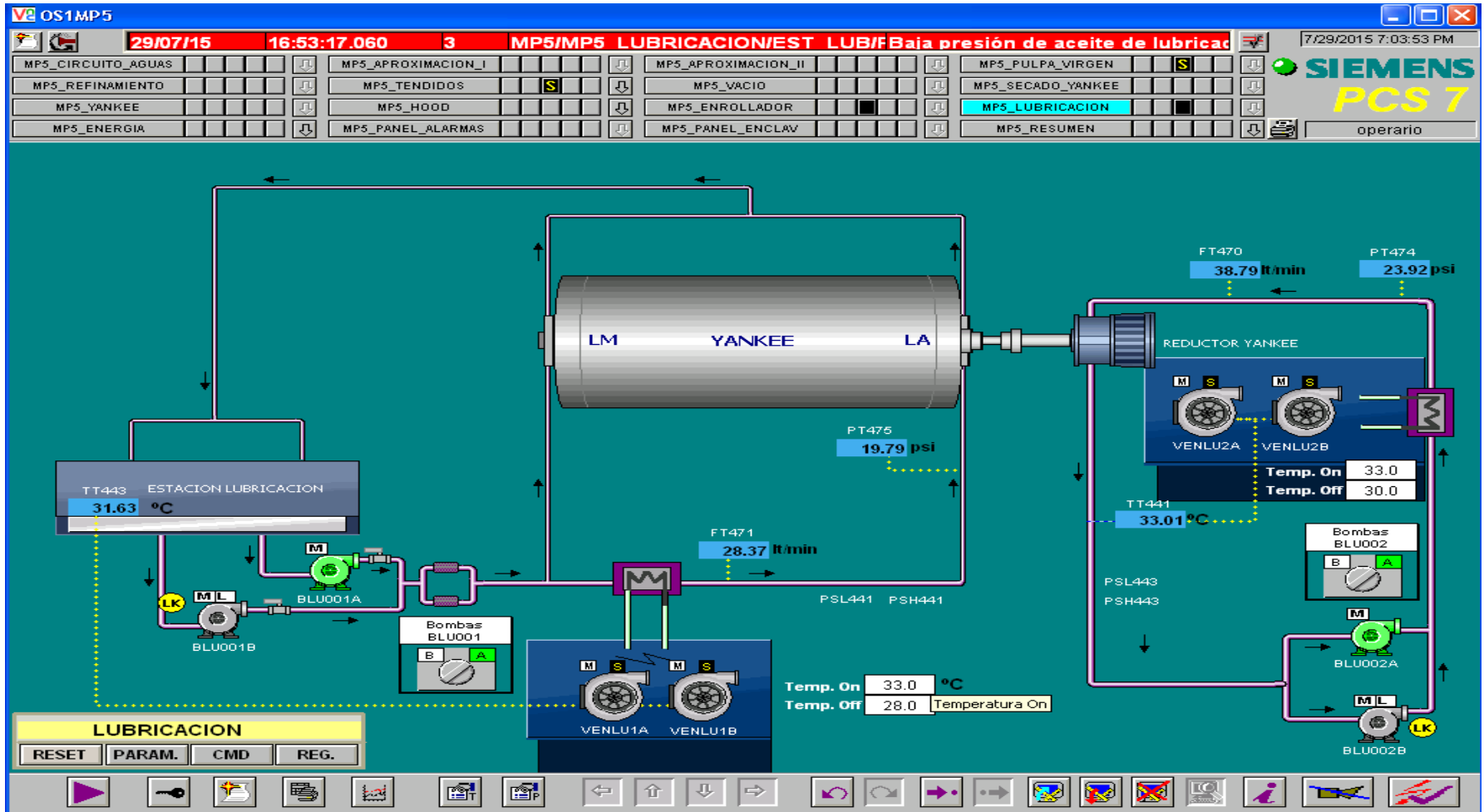


CALIBRACIÓN DE TRANSMISORES

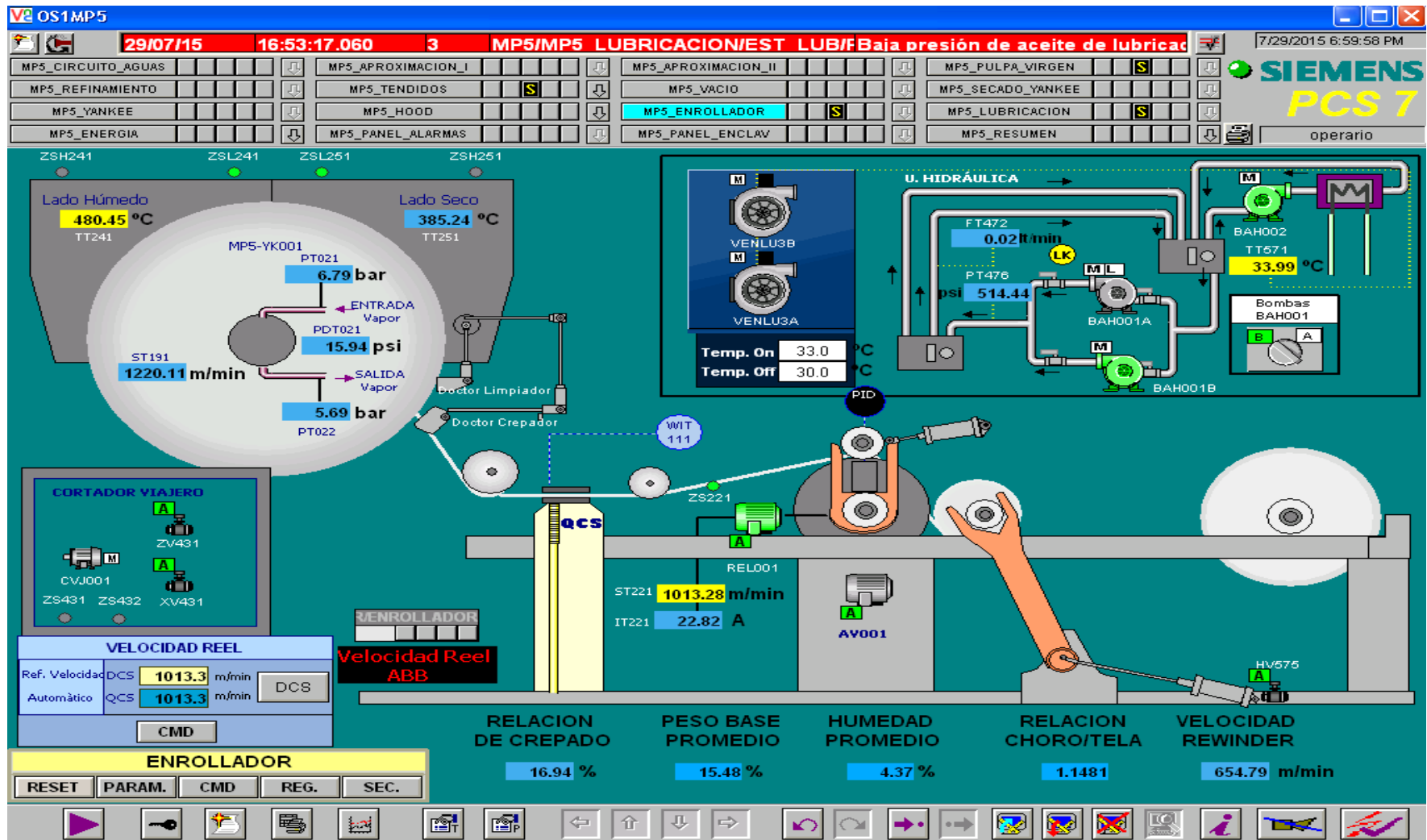
SISTEMA REEL MP5



PANTALLAS DE CONTROL REDUCTOR Y CHUMACERAS



PANTALLAS DE CONTROL REEL MP5



ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA DEFENSA

INVERSIÓN TOTAL

DESCRIPCIÓN	TOTAL \$
ACCESORIOS MECÁNICOS	7591,36
CONSTRUCCION DE ESTRUCTURA Y TANQUE	6665,00
ACCESORIOS ELECTRICOS	8.988,66
EQUIPOS	31874,60
TRANSMISORES	35103,00
MONTAJE MECÁNICO	1500,00
MONTAJE ELÉCTRICO	3.100,00
TOTAL	94822,62

El proyecto tiene una inversión de 94.822, 62\$ dólares americanos, los cuales se justifican por los tiempos que se perdieron en producción ocasionados por problemas en los sistemas de lubricación.



PÉRDIDAS TOTALES EN UN AÑO

DESCRIPCIÓN	TOTAL
PERDIDA POR MANTENIMIENTO	\$ 21.057,60
PERDIDA POR PRODUCCIÓN	\$ 50.890,00
REPUESTOS REDUCTOR YANKEE	\$ 40.210,89
REPUESTOS CHUMACERAS	\$ 25.141,92
ENFRIADORES POR AGUA	\$ 3.000,00
TOTAL	\$ 140.300,41



COSTO BENEFICIO

PRODUCCIÓN ANUAL COMPARATIVA AÑOS 2014-2015

2014			
MES	DIAS	PRODUCCIÓN DIARIA (Ton)	PRODUCCION TOTAL (Ton)
ENERO	30	54	1620
FEBRERO	28	54	1512
MARZO	31	54	1674
ABRIL	30	54	1620
MAYO	31	54	1674
JUNIO	30	54	1620
JULIO	31	54	1674
AGOSTO	31	54	1674
SEPTIEMBRE	30	54	1620
OCTUBRE	31	54	1674
NOVIEMBRE	30	54	1620
DICIEMBRE	30	54	1620
TOTAL			19602

2015			
MES	DIAS	PRODUCCIÓN DIARIA (Ton)	PRODUCCION TOTAL (Ton)
ENERO	30	56	1680
FEBRERO	28	56	1568
MARZO	31	56	1736
ABRIL	30	56	1680
MAYO	31	56	1736
JUNIO	30	56	1680
JULIO	31	56	1736
AGOSTO	31	56	1736
SEPTIEMBRE	30	56	1680
OCTUBRE	31	56	1736
NOVIEMBRE	30	56	1680
DICIEMBRE	30	56	1680
TOTAL			20328

BENEFICIO ANUAL POR TONELADAS ADICIONALES.

INCREMENTO ANUAL (Ton)	726
COSTO PROMEDIO POR TONELADA	\$ 700,00
BENEFICIO ANUAL	\$ 508.200,00

Se tiene un beneficio promedio de 508.200\$ al Año por las Toneladas adicionales, lo cual nos permite recuperar nuestra inversión en un corto plazo de 3 meses aproximadamente.



CONCLUSIONES

- Los sistemas de lubricación Reductor y Chumaceras Yankee garantizan poder trabajar con un incremento de velocidad hasta 1400 m/min.
- Los sistemas de lubricación brindan una confiabilidad de operación de acuerdo a los parámetros de funcionamiento requeridos.
- El enfriamiento de calor al realizarlos con aire disminuye el consumo de recursos hídricos que se empleaba anteriormente, garantizando mayor confiabilidad.
- El sistema centralizado brindan un monitoreo continuo llevando un registro de eventos que sucedan en el sistema y poder corregirlos en el menor tiempo posible.
- La estructura del sistema garantiza que no existe deformación y brinda una seguridad para las personas que ingresen a realizar inspecciones preventivas.



RECOMENDACIONES

- Mejorar los sistemas de Secado y de Aproximación de flujo para poder incrementar la velocidad a 1400 m/min y tener un incremento de producción.
- En caso de un mantenimiento de los enfriadores de Aire se debe emplear el enfriamiento por Agua, verificando que los filtros se encuentren Limpios y asegurarse de la apertura de Válvulas.



GRACIAS



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACION PARA LA DEFENSA