

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO



FACULTAD DE INGENIERIA INGENIERIA MECANICA

INFORME DE PRACTICA PROFECIONAL SUPERVISADA

“Relevamiento, modificación y generación de Planes
de Mantenimiento Preventivo y Predictivo”

- ✓ ALUMNO RESPONSABLE: Urán, Facundo
- ✓ TUTOR POR LA FACULTAD DE INGENIERIA: Ing. Antonelli, Sergio
- ✓ TUTOR POR LA EMPRESA: Imberti, Emanuel
- ✓ LUGAR DE REALIZACION DE LAS PRACTICAS: BIO 4, Bioetanol Rio Cuarto
- ✓ PERIODO DE REALIZACION DE LAS PRACTICAS: 6/11/2017 a 22/12/2017



Resumen

La práctica profesional se realizó en la empresa Bio 4 de la localidad de Río Cuarto, Córdoba. El eje principal de las tareas fue hacer un relevamiento de instalaciones, conocimiento del software de gestión de mantenimiento, e implementar planes de mantenimiento preventivo y predictivos y modificar los existentes si así lo requerían.

Por parte de la empresa se tuvieron como objetivos para la realización de esta práctica generar una mejora del plan de mantenimiento existente y lograr, a la vez la optimización del proceso de producción y de los recursos involucrados en la misma. Esto implicó el desarrollo de planes nuevos acordes a los equipos relevados, realizar la supervisión de realización de algunos de dichos planes y por último, realizar modificaciones en el software de gestión de mantenimiento. En cuanto a los objetivos personales, se buscó poder aplicar los conocimientos adquiridos durante el cursado de la carrera, familiarizarse con los procesos productivos, la forma de operar del personal en cuanto a la realización del mantenimiento y a la vez adquirir experiencia tanto en lo laboral como en las relaciones interpersonales, así como también mejorar las aptitudes personales para resolver problemas.

Se concluye que las prácticas se desarrollaron de manera conforme. Aunque no se cumplieran con todos los objetivos planteados por parte de la empresa (por razones de tiempo). Las metas personales fueron altamente satisfactorias.



Índice

| | |
|---------------------------------|----|
| Resumen..... | 1 |
| Objetivos:..... | 3 |
| Descripción de la empresa:..... | 4 |
| Tareas Realizadas: | 10 |
| Análisis de resultados:..... | 12 |
| Mejoras Propuestas: | 13 |
| Conclusiones: | 13 |
| Anexos:..... | 15 |

Objetivos

Objetivos personales

- ✓ Aplicar los conocimientos adquiridos durante el cursado de la carrera de grado
- ✓ Ganar experiencia en las relaciones interpersonales tanto con los miembros de la empresa, como con prestadores de servicios y proveedores.
- ✓ Adquirir experiencia en el ámbito laboral, familiaridad con los procesos productivos y con la realización de los diferentes tipos de mantenimientos.
- ✓ Mejorar las aptitudes personales para resolver problemas.
- ✓ Realizar la práctica profesional supervisada con el fin de alcanzar la finalización de la carrera de grado y obtener el título de Ingeniero Mecánico.

Objetivos de la empresa

- ✓ Mejorar y actualizar los planes de mantenimientos preventivos y predictivos.
- ✓ Optimizar el proceso de producción y los recursos involucrados en el mismo.
- ✓ Programar la frecuencia y tiempo de ejecución de las tareas de mantenimiento.
- ✓ Acompañar al pasante para alcanzar los objetivos compartidos.

Análisis de objetivos

Durante el desarrollo de la práctica fue posible alcanzar todos los objetivos personales planteados, se pudo estar en contacto con el personal de la planta como así también con los procesos productivos. También, se pudo interactuar con los empleados del sector, buscando el consenso en como efectuar tareas de mantenimiento, saber que sectores requieren de más atención y como solucionar problemas a futuro. Además, el hecho de estar al lado de la zona productiva, permitió conocer muchos aspectos propios de la etapa de producción del alcohol etílico, tal como la materia prima, herramientas, equipos y procedimientos involucrados en la obtención de los productos que la empresa comercializa.

Desde el lado de la empresa hubo un objetivo que no pudo concretarse, particularmente, comparar el resultado de los planes confeccionados y modificados, para evaluar su rendimiento en el tiempo, no fue posible hacer esto con todos los planes de mantenimiento modificados, ya que la práctica profesional consta de un tiempo establecido de 200 horas, y para realizar un seguimiento en muchos casos se necesita como mínimo un lapso de un año.

Descripción de la empresa

Datos de la Empresa

- Nombre: Bio4, Bioetanol Rio Cuarto S.A
- Dirección:
 - ✓ Planta: Ruta Provincial N° 19 km 1,2 (altura KM 609 de la Ruta Nacional N° 8) Córdoba.
 - ✓ Oficina: Av. Guillermo Marconi 751 3er Piso. Río Cuarto, Córdoba.
- Teléfonos: +549 358 4210620
- Correo electrónico: info@bio4.com.ar
- Rubro: Alimento y Energía.

Área donde se desarrolló la Práctica Profesional

El área donde se llevó a cabo la práctica profesional fue el Taller y oficinas de Mantenimiento, y se realizó de lunes a viernes, en un total de 30 horas semanales, 6 horas por día.

Breve descripción de la empresa

Bio 4 es una empresa agroindustrial formada por 28 socios empresarios agropecuarios, de la zona y región que tienen como visión agregar valor a los granos producidos en la región.

La transformación de granos en biocombustibles es la principal actividad desarrollada por la compañía. La construcción de capital social en Río Cuarto y zona y el desarrollo de las personas empleadas son objetivos prioritarios de la empresa.

Actividades que realizan:

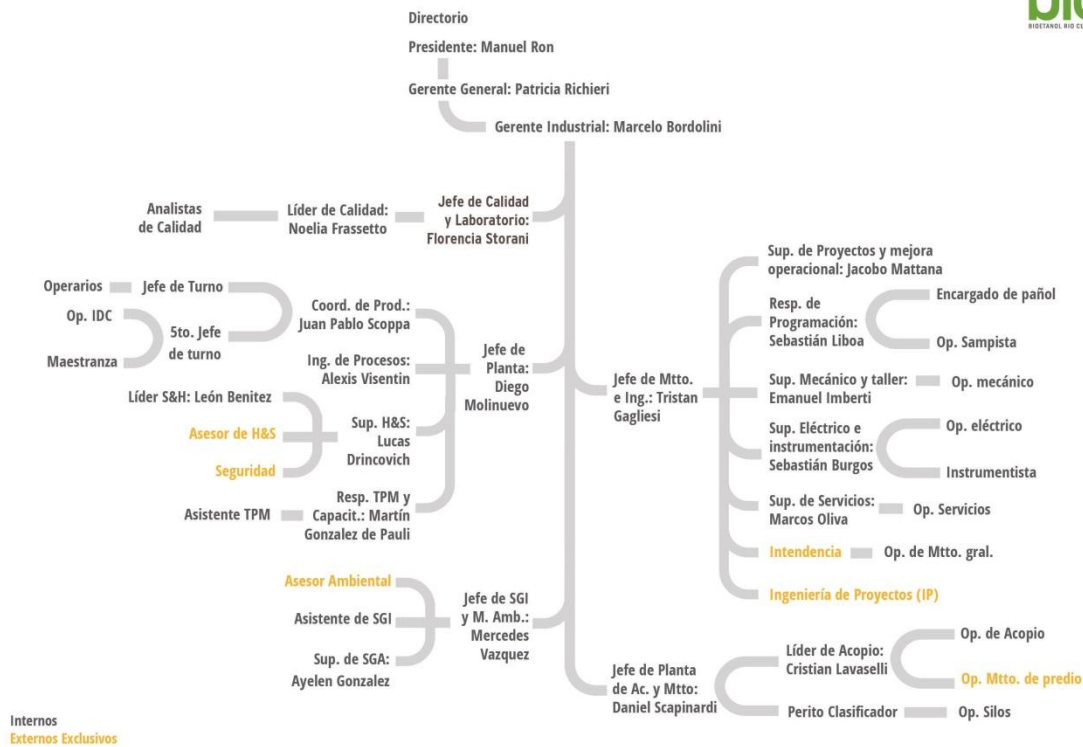
- ✓ Transformar granos en biocombustible, energía y alimentos
- ✓ Construir capital social
- ✓ Desarrollar empleo genuino
- ✓ Agregar valor en origen
- ✓ Generar responsabilidad social empresaria
- ✓ Cuidar medio ambiente



Sectores:

1. Acopio.
2. MLF (Molienda, Licuefacción y Fermentación).
3. Tanques de fermentación.
4. Destilación.
5. Separación, Evaporación y Secado
6. Anhidración.
7. Tanques de almacenamiento de alcohol.
8. Isla de Carga.
9. Sala de Calderas.
10. Taller de Mantenimiento.

Organigrama



Producto

El producto principal que desarrolla la firma es el bioetanol, es un alcohol etílico de alta pureza, anticorrosivo y oxigenante que puede ser empleado como combustible mezclándolo con las naftas en diferentes proporciones. Se obtiene a partir de biomasa de origen vegetal que contenga azúcares simples o algún compuesto que pueda convertirse en azúcares, como el almidón o la celulosa. Las especies vegetales a partir de las cuales se puede obtener el bioetanol son el maíz, trigo, sorgo, cebada, remolacha azucarera, caña de azúcar. Al ser una biomasa de origen vegetal, el bioetanol es considerado una energía renovable y su empleo disminuye ampliamente la emisión de gases contaminantes a la atmósfera, lo que es un gran aporte para disminuir la contaminación ambiental y como consecuencia, el calentamiento global.

¿Cómo se produce el Bioetanol?

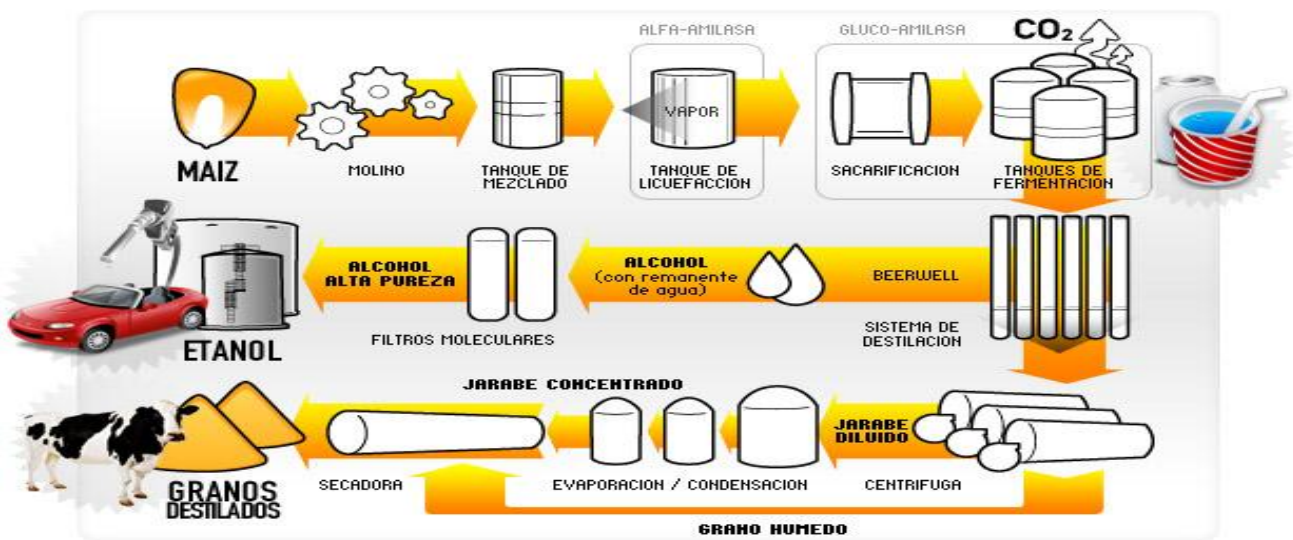
El bioetanol se produce mediante una fermentación alcohólica por medio de levaduras. Las levaduras fermentan los azúcares simples, que proviene de la biomasa, dando como resultado final, etanol y dióxido de carbono. En el caso del maíz, el almidón que contiene el grano es el único componente que se transforma en alcohol. Para esto se utilizan enzimas específicas que hidrolizan el almidón hasta azúcares simples como la glucosa. El alcohol producido en la fermentación alcohólica es destilado. El objetivo de la destilación es producir alcohol de calidad y concentración adecuada (95% v/v). Posteriormente ese alcohol es deshidratado,

la absorción de agua se produce por medio de tamices moleculares donde el alcohol de destilería queda con una concentración de 99.5 % v/v. Este es el grado de pureza que se requiere para uso combustible.

Así como el almidón se transforma en bioetanol, los componentes restantes del grano de maíz, tales como las proteínas, materias grasas y fibras, forman los WDG (Burlanda húmeda), que por su alto contenido proteico, se emplea como alimento para vacunos, cerdos y aves con excelentes resultados.

Rendimiento: Se obtienen 400 litros de alcohol por tonelada de maíz, pero con el avance de las tecnologías esta eficiencia de conversión sigue en aumento.

Proceso Productivo:



1. Molienda

El proceso de molienda seca comienza con la limpieza del grano de maíz, que una vez limpio pasa a través de los molinos que lo muelen en un polvo fino -harina de maíz.



3. Sacarificación

El puré de las cocinas luego es refrescado y se le agrega una enzima secundaria - glucoamilasa- para convertir las moléculas del almidón licuado en azúcares fermentables - dextrosa.



2. Licuefacción

La harina de maíz se sopla en grandes tanques donde se la mezcla con agua y las enzimas - amilasa alfa- y pasa a través de las cocinas donde se licueface el almidón. A la mezcla se le agregan componentes químicos para mantenerla con un pH de 7. En esta etapa se aplica calor. Las altas temperaturas reducen los niveles de bacterias presentes en el puré o mosto



4. Fermentación

El bioetanol es producto de la fermentación. Al puré se le agrega levadura para fermentar los azúcares y con ello obtener el bioetanol y el anhídrido carbónico. En este proceso el puré permanece cerca de 48 horas antes que comience el proceso de destilación. En la fermentación, el bioetanol conserva mucha de la energía que estaba originalmente en el azúcar, lo cual explica que el bioetanol sea un excelente combustible.



5. Destilación

El puré fermentado, ahora llamado cerveza, contendrá alcohol -cerca del 1%- y agua, así como todos los sólidos no fermentables del maíz y de la levadura. El puré entonces será bombeado a un flujo continuo, en el sistema de la columna de destilación, donde la cerveza se hierve, separándose el alcohol etílico de los sólidos y del agua. El alcohol dejará la columna de destilación con una pureza del 96%, y el puré de residuo, llamado stillage, será transferido de la base de la columna para su procesamiento como subproducto.



6. Deshidratación

El alcohol pasa a través de un sistema que le quita el agua restante. El alcohol puro, sin el agua, se lo denomina alcohol anhidro.



7. Subproductos

Hay dos subproductos principales del proceso: el anhídrido carbónico y los granos destilados. El anhídrido carbónico se obtiene en grandes cantidades durante la fermentación. Muchas plantas lo recogen, lo limpian de cualquier alcohol residual, lo comprimen y lo venden para ser usado como gasificante de las bebidas o para congelar carne. Los granos destilados, húmedos y secos -DGS-, se obtienen del stillage, el cual se centrifuga para separar los sólidos suspendidos y disueltos. Un evaporador se utiliza para concentrar los sólidos suspendidos y disueltos y después se envían a un sistema de secado para reducir el contenido de agua a aproximadamente un 10/12%. Los DGS contienen el núcleo del maíz menos el almidón. Algunas plantas también elaboran un jarabe que contiene algunos de los sólidos que pueden ser comercializados juntos o en forma independiente de los granos destilados.

Entre los subproductos se encuentran:

- **Burlanda de maíz húmeda (WDG)**: Es obtenida como subproducto del proceso de molienda seca del maíz para la producción de etanol. Están compuestos principalmente por proteínas, aceites, fibras, minerales, vitaminas y agua, por lo que son de gran valor nutritivo. Durante el proceso de producción, el almidón del grano de maíz se convierte en etanol usando enzimas y levaduras. Después de separar el etanol en la destilación, el mosto resultante es centrifugado obteniéndose por un lado WDG (Burlanda húmeda) y por otro lado, una fracción líquida llamada destilado de maíz.
- **Jarabe**: Es obtenido a partir de la fracción líquida llamada destilado de maíz. Esta fracción ingresa a la zona de evaporación donde se concentra y ese producto concentrado es el Jarabe. De todo el jarabe producido, una parte se despacha y otra parte se mezcla con los WDG (Burlanda húmeda).
- **Burlanda de maíz húmeda con jarabe (WDGS)**: Es la burlanda de maíz húmeda (WDG) con el agregado de una parte del jarabe producido. En general, después del proceso de centrifugación, se concentran entre 2,2 y 3 veces el contenido de fibras, proteínas, extracto etéreo y cenizas, en relación con el producto original. El contenido proteico de la burlanda es alto, en torno al 26%.
- **Burlanda de maíz seca con jarabe (DDGS)**: Es obtenida luego que los WDGS (Burlanda húmeda con jarabe) ingresan a hornos secadores, y por medio de calor indirecto, se disminuye el porcentaje de humedad del 68 al 10%. Este sistema de secado permite mantener las condiciones nutricionales del producto y apto para el mercado internacional. Actualmente es un producto de exportación.

La planta en números:

- ✓ Capacidad instalada = 90.000.000 litros/año.
- ✓ Burlanda de maíz seca y húmeda (DDGS y WDGS)= 41.800 ton/año.
- ✓ Empleos directos= + de 120.
- ✓ Molienda de maíz + de 200 mil ton/año.

Tareas Realizadas

Las actividades realizadas en la empresa Bio 4 S.A, en el sector de Mantenimiento, tuvieron como base, el plan de trabajo confeccionado por el tutor de la empresa. Como actividad inicial, se realizó una inducción de ingreso a la planta, la cual consiste de una charla sobre el correcto uso de los elementos de seguridad, como actuar en una situación de emergencia, ya sea un accidente, un incendio o un derrame de sustancias peligrosas o tóxicas; y una charla con personal de seguridad e higiene de la misma institución. Cabe destacar que dicha inducción se realiza con todos los empleados que ingresan a trabajar en el lugar o con los operarios de empresas tercerizadas que trabajan en la planta.

Luego de cumplir con las exigencias de ingreso al lugar, y de proveer las protecciones de seguridad exigidas (casco con protecciones auditivas integradas, gafas y calzado) se realizó un recorrido de reconocimiento de la planta y sus sectores de producción, para poder confeccionar un relevamiento de equipos existentes, nuevos y en desuso. También fue necesario un reconocimiento del modo de trabajo, tanto de los operarios del sector como así también de los mismos encargados de mantenimiento, algunos tercerizados y personal de seguridad e higiene de la planta.

Se efectuó un instructivo de conocimiento y manejo del software de gestión de mantenimiento de activos (CONSU MAN®) utilizado por el sector de mantenimiento propiamente dicho. El programa es esencial, ya que se pueden realizar distintas y diversas actividades, tales como cargar equipos con sus respectivas características, programar tiempos y planes de mantenimientos detallados, documentar ordenes de trabajo para que los operarios realicen el mantenimiento de los diferentes equipos, registrar tareas, partes, personal, proveedores, datos técnicos, control de stock, entre otras (Ver Anexo, Imagen 1). Teniendo como base una herramienta de trabajo con la cual empezar a organizar y planificar los planes de mantenimiento, mi propuesta principal fue comenzar con el sector más crítico de la planta, lo cual fue planteado al tutor de la empresa que a su vez es el encargado y coordinador de mantenimiento mecánico, pero esto fue cambiando a medida que se modificaba la estructura en la que se encontraba el programa CONSU MAN, que carecía de orden definido.

Como guía, fueron proporcionados documentos Excel detallados, los cuales contenían información de las diferentes áreas de la planta y todo el equipamiento existente en cada uno de estos sectores con el código interno o TAG (denominación interna de la planta), estos sirvieron para modificar la estructura del programa, organizarlo mejor, encontrar y revisar los planes de mantenimiento existentes y los que fueran necesarios programar y cargar al programa. Teniendo una base en la cual trabajar, y con un relevamiento hecho, se comenzó por Acopio, que es el primer sector de la planta y no menos importante en mantenimiento.

Otras de las tareas a realizar, fue recopilar información detallada de los equipos, horas y frecuencias de funcionamiento, intercambiar información y opiniones con los operarios de sector, operarios y jefes de mantenimiento, para saber con exactitud si las tareas se realizaban a tiempo o había retraso en las mismas. Inspeccionar en forma visual alguna anomalía e informar al jefe de mantenimiento de tales desperfectos. Los datos recopilados fueron necesarios para completar en el programa de mantenimiento (CONSUMAN®), los equipos existentes, modificados y nuevos que no habían sido cargados y a su vez modificar los planes de mantenimientos para dichos equipos y también tareas involucradas. Además se confeccionaron documentos en las cuales se detallan cálculos de engrase para los equipos de los diferentes sectores (Ver Anexo, Cálculos Engrase e Imagen 2), ya que carecían de una base teórica en la cual basarse para organizar los periodos de engrase y este se realizaba a prueba y error en algunos casos y en otros siguiendo las recomendaciones del fabricante del equipo o del proveedor de las grasas y los lubricantes.

Para esta tarea fue necesario recopilar en los equipos, motores eléctrico y reductores, toda información visible sobre los rodamientos que requerían de engrase o lubricación, y en los que no estaban visibles, ya que muchas cajas de rodamientos son de procedencia china y no traen placas de modelo o número de serie, fue necesario desmontar la tapa de esta para corroborar el número de rodamiento. Con esos datos y con catálogos tanto online o provistos por la misma empresa, se pudo obtener lo necesario para calcular el engrase de los diferentes rodamientos.

Una de las decisiones del sector mantenimiento fue unificar a un solo proveedor que abastezca tanto de grasas como de diferentes tipos de lubricantes, ya que se utilizan seis tipos de grasas para distintos equipos, (sean eléctricos o mecánicos) y tres tipos de aceites para los reductores y las bombas centrifugas. Se coordinó una entrevista con dicho proveedor para tener una opinión de cómo proceder con los productos, en cuanto al tiempo y frecuencia de cambio o reabastecimiento del mismo, ya que existían por ejemplo planes de mantenimiento en los cuales el periodo de sustitución del aceite (sobre todo en reductores) era muy corto. Se planteó la idea de extender los plazos para ahorrar producto y dinero, al encargado de mantenimiento y se dio el visto bueno de inmediato.

Un servicio que ofrece el proveedor es realizar análisis de aceites utilizados en la planta, los datos obtenidos sirven para saber si existe un desperfecto en el equipo o si el aceite no está actuando de forma correcta. Para esto se tomaron muestras en un par de reductores, uno de ellos fue el de la noria principal, el cual se pone en funcionamiento todos los días, en un periodo de tiempo prolongado. Cabe aclarar que no pude saber los resultados de los informes ya que el periodo de práctica culminó antes de que los entregaran.

Se realizaron otras actividades extras a lo detallado en el plan de trabajo a medida que surgían, como por ejemplo, supervisar trabajos de mantenimiento en equipos que presentaron desperfectos, que fueron detectados por los operarios de sector, los cuales informaban directamente a los encargados de mantenimiento. En estos casos la forma de proceder para solucionar los inconvenientes es, comenzar por el desmontaje del equipo y se procede a buscar la causa de la avería, luego se repara, se vuelve a montar y por último se pone en funcionamiento. En dos ocasiones me tocó realizar piezas en 3D con Solidwork, uno fue relevar medidas para confeccionar un plano detallado del alojamiento de un sello en una bomba centrífuga, que sería enviado al proveedor, para que realizara una modificación en uno de sus productos porque el que le suministraban no funcionaba de forma correcta y la bomba centrífuga presentaba pérdidas constantemente. (Ver Anexo, Imagen 3 y 4). El otro fue hacer un relevamiento de un buje de uno de los sinfines de acarreo de burlanda, para tomar las dimensiones correctas y hacer un plano para mandar a fabricar los bujes en otro material, funcionaba con unos de bronce que se gastaban de forma despareja y decidieron cambiar por otros bujes de grilon resistente (Ver Anexo, Imagen 5).

Análisis de resultados

En lo personal, la práctica profesional resultó plenamente satisfactoria. Durante la estadía en la empresa pude concretar los objetivos personales planteados, haciendo hincapié en mejorar aquellos aspectos que no se desarrollan plenamente durante la carrera de grado como las relaciones interpersonales. Pude familiarizarme mucho mejor con los procesos productivos y los materiales, la forma de realizar los trabajos y herramientas involucrados en ellos. El único aspecto que me pareció negativo, es que el periodo de prácticas de 200 horas, me resultó reducido, ya que cuando más me empezaba a interiorizar en la empresa, con las tareas y con el personal, fue cuando estaba culminando la misma.

Mejoras propuestas

Tras el desarrollo de las prácticas se pudo ver algunos puntos en los cuales se podía mejorar el trabajo y bajar en algunos casos los costos de mantenimiento. Algunas de las propuestas planteadas fueron, extender los plazos de los cambios de aceites a los reductores, ya que estos se realizaban una vez por año, realizar una alineación de los equipos de acopio, como las norias y las cintas transportadoras, realizar cambios y/o verificación de los rodillos de estas últimas y realizar planes de mantenimiento en equipos que están parados y que no se usan constantemente, para que en el momento de la puesta en marcha no fallen. En cuanto a la estructura de la empresa, no pude objetar mucho, personalmente pienso que el acertado el esquema en el cual se maneja, puede faltar algo de comunicación entre el personal, o falta de definir prioridades, pero estas cuestiones no son algo que sucede muy a menudo.

Conclusiones

Aspectos laborales

En cuanto al lugar de trabajo, el mismo resultó acorde a la tarea que se desarrolló ya que las oficinas del área mantenimiento se encuentran ubicadas dentro del mismo taller, y con un fácil acceso a los demás sectores de la planta. Se contó con algunas herramientas necesarias para llevar a cabo de manera correcta la práctica profesional, pero faltaron recursos como por ejemplo el lugar de trabajo, que no fue un lugar estable ya que estaban en pleno plan de reubicación de las oficinas de mantenimiento entonces se perdía tiempo en ponerme a trabajar. Además tuve que llevar todos los días como instrumento de trabajo mi computadora personal, que considero que la empresa debe brindar. Los elementos de protección personal fueron entregados desde un primer momento, esto me parece un punto importante a destacar, la empresa cuenta con un stock de elementos de seguridad, ya que es primordial para poder circular por la empresa dichos elementos. Cuando se llevaban a cabo las reuniones de mantenimiento, no se nos permitía el ingreso a los pasantes, por lo tanto durante ese periodo, debíamos de hacer alguna otra actividad o mudar de oficina para continuar lo que estábamos haciendo. Entiendo que muchas cosas a debatir en dichas reuniones son de carácter privado e interno de la empresa, pero cuando no lo eran, particularmente no me sentí incluido y note falta de flexibilidad para recibir o poder otorgar comentarios y/o aportes. Se pudo ver que faltó diálogo en la cadena de mando. En planta tuve siempre una gran predisposición de parte de todo el personal que me toco tratar, también encontrándome con un muy buen grupo de personas dispuestas a colaborar en todo momento que los solicité.



Creo que la práctica profesional es una experiencia muy importante en la formación del alumno, por lo tanto una exigencia del plan de estudio muy acertada que contribuye grandemente a la formación profesional como personal del futuro ingeniero.

Aspectos Profesionales y Social Humano

Como resultado de la práctica profesional destaco lo importante que resultó en cuanto a las relaciones interpersonales. Al ser uno de mis primeros contacto con un área laboral a gran nivel, me hizo ver mis falencias y virtudes, lo que me motiva a mejorar, y también, valorar los conocimientos y habilidades que poseo. Como futuro profesional creo que poseo más herramientas y conocimientos. Adquirí conocimientos de los elementos que se consiguen en el mercado para la fabricación en este caso del bioetanol, me familiarice con el proceso productivo, con los equipos y con las herramientas disponibles en la planta. Pude comprender como es el manejo visto desde adentro de una empresa, lo cual es sumamente importante. A la hora de realizar cálculos, comprendí que a veces hay que tener en cuenta los costos y no solo hacer caso a los números usando el sentido común. Esto también permite desarrollar el criterio personal adquirido por una buena formación previa y la experiencia. Dese el punto de vista personal creo que fue donde la práctica dio sus mayores frutos, ya que las relaciones personales son lo más complicado del desempeño de una organización, solo por el hecho de que cada uno es dueño de un criterio meramente personal a la hora de realizar una actividad, pero me sentí muy a gusto con el trato que me brindaron y con el ambiente de trabajo en el cual me vi involucrado.

Anexos



Imagen 1, pantalla programa CONSU MAN®

Cálculos de Engrases

Cantidad de grasa cuando se monta un rodamiento por primera vez

$$f = \frac{rpm_{equipo}}{rpm_{rodamiento}}$$

Si $f < 0.2$ se llena totalmente el espacio libre del rodamiento.

Si $0.2 < f < 0.7$ se llena $\frac{1}{3}$ el espacio libre del rodamiento.

Si $f > 0.7$ se llena $\frac{1}{5}$ el espacio libre del rodamiento.

Espacio libre del rodamiento

$$V = \left[\frac{\pi}{4} * B * (D^2 - d^2) * 10^{-9} - \left(\frac{G}{7800} \right) \right] [m^3]$$

Donde

$d =$ *diámetro interior del rodamiento [mm]*

$D =$ *diámetro exterior del rodamiento [mm]*

$B =$ *anchura del rodamiento [mm]*

$G =$ *peso del rodamiento [kg]*

Cantidad de grasa Re-lubricación

$$G_a = 0.005 * D * B \text{ [g]}$$

Donde

$D =$ *diámetro exterior del rodamiento [mm]*

$B =$ *anchura del rodamiento [mm]*

0.005 *es un factor del periodo de engrase*

Frecuencia de lubricación

$$T = K * \left[\left(\frac{14000000}{n * \sqrt{d}} \right) - 4 * d \right]$$

Donde

$d =$ *diámetro interior del rodamiento [mm]*

$T =$ *frecuencia de lubricacion [Hs]*

$n =$ *velocidad a la que gira el rodamiento [rpm]*

$k =$ *producto de todos los factores de correccion*

$$K = F_t * F_t * F_t * F_t * F_t * F_t$$

| Factor | Condición | Rango de operación promedio | Factor de corrección |
|--------|---------------------------|-----------------------------|----------------------|
| Ft | Temperatura en la carcasa | < 65° C | 1.0 |
| | | 65 a 80° C | 0.5 |
| | | 80 a 93° C | 0.2 |
| | | > 93° C | 0.1 |
| Fc | Contaminación sólida | Ligera, polvo no abrasivo | 1.0 |
| | | Severa, polvo no abrasivo | 0.7 |
| | | Ligera, polvo abrasivo | 0.4 |
| | | Severa, polvo abrasivo | 0.2 |
| Fh | Humedad | Humedad inferior a 80% | 1.0 |
| | | Entre 80% y 90% | 0.7 |
| | | Condensación ocasional | 0.4 |
| | | Agua ocasional en carcasa | 0.1 |
| Fv | Vibración | Velocidad pico < 0.2 ips* | 1.0 |
| | | 0.2 a 0.4 ips | 0.6 |
| | | > 0.4 ips | 0.3 |
| Fp | Posición del eje | Horizontal | 1.0 |
| | | 45 grados | 0.5 |
| | | Vertical | 0.3 |
| Fd | Diseño del rodamiento | Rodamiento de bolas | 10 |
| | | Rodillos cilíndricos/aguja | 5 |
| | | Rodillos cónicos/ esféricos | 1 |

ips = pulgadas por segundo (in/seg)
0.2 ips = 5 mm/seg

AJUSTAR CALCULOS
CORROBORAR DATOS
NO SE USA

| CONSUMIDOR | "ACOPPO" | AL 000 | ACTUAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|---|--------------------------------|--------------------------|--------------------|------------------------|------------------------|--------------|----------------|--------------------------|---------------------|---------------------------------|----------------------|---|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|------|----|-----|----|-----|------|----|
| Tag | Descripción del Equipo | Type de Equipo | CABEA | RODAMIENTO | DIAMETRO INTERIOR (mm) | DIAMETRO EXTERIOR (mm) | R.P.M EQUIPO | RPM RODAMIENTO | FACTOR CANTIDAD DE GRASA | FACTOR DE VELOCIDAD | CANTIDAD DE GRASA MONTAJE NUEVO | TIPO DE GRASA | CANTIDAD DE GRASA DE RELUBRICACION (Gr/g) | DISPAROS CON GRASERA 3 IG | DISPAROS CON GRASERA TIPO SKF | FRECUENCIA DE RELUBRICACION (HORAS) | K | Fc | Fh | Fv | Fp | DIAS | |
| CI 001 | Cabeza de Cereál Hidráulico | Cabeza | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PV 001 | Plataforma Voladora N1 | Plataforma Voladora | Un engrase | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PV 002 | Plataforma Voladora N2 | Plataforma Voladora | Un engrase | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CT 001 | Cinta Transportadora N1 (PV 001 a Noirs) | Cinta Transportadora | PRINCIPAL: SN 512 | 22125K-C3 | 60 | 110 | 28 | 173 | 6300 | 0.03 | 535500 | HIGH LUB L2 EP-BEHEM | 15.4 | 6 | 10 | 6124 | 0.6 | 1 | 0.2 | 1 | 0.3 | 1 | 10 |
| CT 002 | Cinta Transportadora N2 (SE 001 a Noirs) (NO SE USA) | Cinta Transportadora | SECUNDARIA: P 210 | UC 210 | 50 | 90 | 23 | 173 | 4300 | 0.04 | 301000 | HIGH LUB L2 EP-BEHEM | 10.35 | 4 | 7 | 6747 | 0.6 | 1 | 0.2 | 1 | 0.3 | 1 | 10 |
| CT 003 | Cinta Transportadora N3 (Alimentación a Molinos) | Cinta Transportadora | PRINCIPAL: SN 512 | 22125K-C3 | 60 | 110 | 28 | 116 | 6300 | 0.02 | 535500 | HIGH LUB L2 EP-BEHEM | 15.4 | 6 | 10 | 0 | 0 | | | | | | 0 |
| | | | SECUNDARIA: P 210 | UC 210 | 50 | 90 | 23 | 116 | 4300 | 0.03 | 301000 | HIGH LUB L2 EP-BEHEM | 10.35 | 4 | 7 | 0 | 0 | | | | | | 0 |
| | | | PRINCIPAL: SN 515 | 1215 CI CÓNICO | 75 | 130 | 25 | 74 | 6700 | 0.01 | 686750 | HIGH LUB L2 EP-BEHEM | 16.25 | 7 | 11 | 12027 | 0.6 | 1 | 0.2 | 1 | 0.3 | 1 | 10 |
| | | | SECUNDARIO: SN 510 | 2110 CI CÓNICO VPM | 50 | 90 | 20 | 74 | 7700 | 0.01 | 539000 | HIGH LUB L2 EP-BEHEM | 9 | 4 | 6 | 15933 | 0.6 | 1 | 0.2 | 1 | 0.3 | 1 | 10 |
| NO 001 | Noirs N1 1400/h | Noirs | SUPERIOR: SNH 532 | 22322 | 160 | 290 | 80 | 73 | 2650 | 0.03 | 396250 | HIGH LUB L2 EP-BEHEM | 116 | 46 | 77 | 1748 | 0.12 | 1 | 0.4 | 1 | 0.3 | 1 | 1 |
| | | | INFERIOR: SMI 518-615 | 22318 F4 | 90 | 160 | 40 | 73 | 3800 | 0.02 | 475000 | HIGH LUB L2 EP-BEHEM | 33 | 13 | 21 | 2383 | 0.12 | 1 | 0.4 | 1 | 0.3 | 1 | 1 |
| | | | MOTOR ELEC. WEG | 6314 | 80 | 170 | 39 | 1485 | 5400 | 0.28 | 675000 | GRASA 671/BEHEM | 33.15 | 13 | 22 | 881 | 1.2 | 1 | 0.4 | 1 | 0.3 | 1 | 10 |
| NO 002 | Noirs N2 150/h | Noirs | SUPERIOR: MDS 520-617 | 21317 A | 85 | 180 | 41 | 88 | 5200 | 0.02 | 689000 | HIGH LUB L2 EP-BEHEM | 36.9 | 15 | 25 | 2090 | 0.12 | 1 | 0.4 | 1 | 0.3 | 1 | 1 |
| | | | INFERIOR: T207 | UC 207 | 35 | 72 | 20 | 88 | 5700 | 0.02 | 304950 | HIGH LUB L2 EP-BEHEM | 7.2 | 3 | 5 | 16651 | 0.6 | 1 | 0.2 | 1 | 0.3 | 1 | 10 |
| NO 003 | Noirs N3 150/h | Noirs | SUPERIOR: MDS 520 617 | 21317 A | 85 | 180 | 41 | 90 | 5200 | 0.02 | 689000 | HIGH LUB L2 EP-BEHEM | 36.9 | 15 | 25 | 1984 | 0.12 | 1 | 0.4 | 1 | 0.3 | 1 | 1 |
| | | | INFERIOR: T209 | UC 209 | 45 | 85 | 22 | 90 | 4650 | 0.02 | 302250 | HIGH LUB L2 EP-BEHEM | 9.35 | 4 | 6 | 13805 | 0.6 | 1 | 0.2 | 1 | 0.3 | 1 | 10 |
| | | | MOTOR ELEC. WEG | 6314-C3 | 70 | 150 | 35 | 1475 | 6800 | 0.22 | 748000 | GRASA 671/BEHEM | 26.25 | 11 | 18 | 1025 | 1.2 | 1 | 0.4 | 1 | 0.3 | 1 | 10 |
| NO 004 | Noirs N4 15/h (Alimentación SA 007) | Noirs | SUPERIOR: SNH 5209 | 1209 A | 45 | 85 | 19 | 83 | 9300 | 0.01 | 684500 | HIGH LUB L2 EP-BEHEM | 8.075 | 3 | 5 | 29957 | 1.2 | 1 | 0.4 | 1 | 0.3 | 1 | 10 |
| | | | INFERIOR: T206 | UC 206 | 30 | 62 | 15.6 | 83 | 6700 | 0.01 | 308200 | HIGH LUB L2 EP-BEHEM | 6.075 | 2 | 4 | 18405 | 0.6 | 1 | 0.2 | 1 | 0.3 | 1 | 10 |
| NO 005 | Noirs N5 60/h (Alimentación CT 003) | Noirs | SUPERIOR: SMI 517-614 | 22271 A | 85 | 150 | 36 | 86 | 5800 | 0.02 | 680000 | HIGH LUB L2 EP-BEHEM | 27 | 11 | 18 | 10390 | 0.6 | 1 | 0.2 | 1 | 0.3 | 1 | 10 |
| | | | INFERIOR: T 207 | UC 207 | 35 | 72 | 20 | 86 | 5700 | 0.02 | 304950 | HIGH LUB L2 EP-BEHEM | 7.2 | 3 | 5 | 16426 | 0.6 | 1 | 0.2 | 1 | 0.3 | 1 | 10 |
| RT 001 | Borsa Extractora SA 001 | Borsa Transportadora | Un engrase | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RT 002 | Borsa Extractora SA 002 | Borsa Transportadora | Un engrase | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RT 003 | Borsa Extractora SA 003 | Borsa Transportadora | Un engrase | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RT 004 | Borsa Extractora SA 004 | Borsa Transportadora | Un engrase | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RT 005 | Borsa Dificultadora SA 005 | Borsa Transportadora | Un engrase | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RT 006 | Borsa Dificultadora SA 006 | Borsa Transportadora | Un engrase | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RT 007 | Borsa Extractora SA 007 | Borsa Transportadora | FL 207 | UC 207 | 35 | 72 | 20 | 170 | 5700 | 0.03 | 304950 | HIGH LUB L2 EP-BEHEM | 7.2 | 3 | 5 | 8208 | 0.6 | 1 | 0.2 | 1 | 0.3 | 1 | 10 |
| RT 008 | Borsa Extractora SA 008 | Borsa Transportadora | Un engrase | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RT 009 | Borsa Alimentación a SE 001 | Borsa Transportadora | F 212 | UC 212 | 60 | 110 | 26 | 147 | 3550 | 0.04 | 301750 | HIGH LUB L2 EP-BEHEM | 14.3 | 6 | 10 | 7233 | 0.6 | 1 | 0.2 | 1 | 0.3 | 1 | 10 |
| RT 010 | Borsa Transportadora SA 002 (SA 006 a Peso de Noirs) | Borsa Transportadora | F 212 | UC 212 | 60 | 110 | 26 | 151 | 3550 | 0.05 | 301750 | HIGH LUB L2 EP-BEHEM | 14.3 | 6 | 10 | 6592 | 0.6 | 1 | 0.2 | 1 | 0.3 | 1 | 10 |
| RT 011 | Borsa Transportadora SA 003 (SA 005 SA 006 a RT 010) (NT 001) | Borsa Transportadora | F 212 | UC 212 | 60 | 110 | 26 | 153 | 3550 | 0.04 | 301750 | HIGH LUB L2 EP-BEHEM | 14.3 | 6 | 10 | 6944 | 0.6 | 1 | 0.2 | 1 | 0.3 | 1 | 10 |
| RT 012 | Borsa Transportadora SA 003 (SA 004 a NT 005) | Borsa Transportadora | F 212 | UC 212 | 60 | 110 | 26 | 135 | 3550 | 0.04 | 301750 | HIGH LUB L2 EP-BEHEM | 14.3 | 6 | 10 | 7889 | 0.6 | 1 | 0.2 | 1 | 0.3 | 1 | 10 |
| RT 013 | Borsa Transportadora SA 003 a Pico de Noirs | Borsa Transportadora | F 212 NTN (con elevador) | UC 212 | 60 | 110 | 26 | 115 | 3550 | 0.03 | 301750 | HIGH LUB L2 EP-BEHEM | 14.3 | 6 | 10 | 9286 | 0.6 | 1 | 0.2 | 1 | 0.3 | 1 | 10 |
| SP 001 | Distribuidor Píndular de Grasa | Distribuidor Píndular de Grasa | F 207 (CON ELEMENTE) | UC 207 | 35 | 72 | 20 | 70 | 5700 | 0.01 | 304950 | HIGH LUB L2 EP-BEHEM | 7.2 | 3 | 5 | 20200 | 0.6 | 1 | 0.2 | 1 | 0.3 | 1 | 10 |
| SO 001 | Zanado de Limpieza Acopio | Separador Dinámico | Un engrase | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Imagen N° 2 vista Panilla Calculo Engrase.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO – FACULTAD DE INGENIERÍA
Informe Práctica Profesional Supervisada



NUEVO CALCULO ENGRASE.xlsx - Microsoft Excel (Error de activación de productos)

Archivos Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista Complementos

Temas Colores Fuentes Efectos Márgenes Orientación Tamaño Área de impresión Saltos Fondo Imprimir títulos Ancho: 1 página Alto: 1 página Escala: 48 % Líneas de la cuadrícula Encabezados Ver Imprimir Traer adelante Enviar atrás Panel de selección Alinear Agrupar Girar Opciones de la hoja Organizar

| TAG | Descripción del Equipo | Tipo de Equipo | CAJERA | RODAMIENTO | DIAMETRO INTERIOR [mm] | DIAMETRO EXTERIOR [mm] | ANCHO [mm] | R.P.M EQUIPO | RPM RODAMIENT O |
|------------|--|----------------------|--|--|------------------------|------------------------|----------------|------------------|----------------------|
| CD 001 | Calador de Cereal Hidráulico | Calador | | | | | | | |
| PV 001 | Plataforma Volcadora N°1 | Plataforma Volcadora | sin engrase | | | | | | |
| PV 002 | Plataforma Volcadora N°2 | Plataforma Volcadora | sin engrase | | | | | | |
| CT 001 | Cinta Transportadora N°1 (PV 001 a Norias) | Cinta Transportadora | PRINCIPAL: SN 512 SECUNDARIA: P 210 | 2212SK-C3 UC 210 | 60 50 | 110 90 | 28 23 | 173 173 | 6300 4300 |
| CT 002 | Cinta Transportadora N°2 (SE 001 a Norias) (NO SE USA) | Cinta Transportadora | PRINCIPAL: SN 512 SECUNDARIA: P 210 | 2212SK-C3 UC 210 | 60 50 | 110 90 | 28 23 | 116 116 | 6300 4300 |
| CT 003 | Cinta Transportadora N°3 (Alimentación a Molienda) | Cinta Transportadora | PRINCIPAL: SN 515 SECUNDARIO: SN 510 | 1215 C3 CÓNICO 1210 C3 CÓNICO K-YVH | 75 50 | 130 90 | 25 20 | 74 74 | 6700 7700 |
| NO 001 | Noria N°1 400 t/h | Noria | SUPERIOR: SNH 532 INFERIOR: SNU 518-615 | 22232 22218 EK | 160 90 | 290 160 | 80 40 | 73 73 | 2650 3800 |
| NO 002 | Noria N°2 150 t/h | Noria | MOTOR ELEC. WEG SUPERIOR: HDS 520-617 INFERIOR: T207 | 6316 21317 K UC 207 | 80 85 35 | 170 180 72 | 39 41 20 | 1485 88 88 | 5400 5200 5700 |
| NO 003 | Noria N°3 150 t/h | Noria | SUPERIOR: MDS 520 617 INFERIOR: T209 | 21317 K UC 209 | 85 45 | 180 85 | 41 22 | 90 90 | 5200 4650 |
| NO 004 | Noria N°4 15 t/h (Alimentación SA 007) | Noria | MOTOR ELEC. WEG SUPERIOR: SNH 509 | 6314 C3 1209 K | 70 45 | 150 85 | 35 19 | 1475 83 | 6800 9300 |
| NO 005 | Noria N°5 60 t/h (Alimentación CT 003) | Noria | SUPERIOR: F206 INFERIOR: T 207 | UC 206 UC 207 | 30 35 | 62 72 | 19,6 20 | 83 86 | 6700 5700 |
| SM 517-614 | | | SUPERIOR: SM 517-614 | 2217 K | 85 | 150 | 36 | 86 | 5600 |
| RT 001 | Rosca Extractora SA 001 | Rosca Transportadora | sin engrase | | | | | | |
| RT 002 | Rosca Extractora SA 002 | Rosca Transportadora | sin engrase | | | | | | |
| RT 003 | Rosca Extractora SA 003 | Rosca Transportadora | sin engrase | | | | | | |

NUEVO CALCULO ENGRASE.xlsx - Microsoft Excel (Error de activación de productos)

Vista Complementos

Ancho: 1 página Alto: 1 página Escala: 48 % Líneas de la cuadrícula Encabezados Ver Imprimir Traer adelante Enviar atrás Panel de selección Alinear Agrupar Girar Opciones de la hoja Organizar

| FACTOR CANTIDAD DE GRASA | FACTOR DE VELOCIDAD | CANTIDAD DE GRASA MONTAJE NUEVO | TIPO DE GRASA | CANTIDAD DE GRASA DE RELUBRICACION G ₀ (gr) | DISPAROS CON GRASERA 3 KG | DISPAROS CON GRASERA TIPO SKF | FRECUENCIA DE RELUBRICACION [HORAS] | K | Ft | Fc | Fh | Fv | Fp | Fd | DIAS |
|--------------------------|---------------------|---------------------------------|-----------------------|--|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|------|----|-----|----|-----|----|----|------|
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,03 | 535500 | VOLUMEN LLENO | HIGH LUB L2 EP BECHEM | 15,4 | 6 | 10 | 6124 | 0,6 | 1 | 0,2 | 1 | 0,3 | 1 | 10 | 255 |
| 0,04 | 301000 | VOLUMEN LLENO | HIGH LUB L2 EP BECHEM | 10,35 | 4 | 7 | 6747 | 0,6 | 1 | 0,2 | 1 | 0,3 | 1 | 10 | 281 |
| 0,02 | 535500 | VOLUMEN LLENO | HIGH LUB L2 EP BECHEM | 15,4 | 6 | 10 | 0 | 0 | | | | | | | 0 |
| 0,03 | 301000 | VOLUMEN LLENO | HIGH LUB L2 EP BECHEM | 10,35 | 4 | 7 | 0 | 0 | | | | | | | 0 |
| 0,01 | 686750 | VOLUMEN LLENO | HIGH LUB L2 EP BECHEM | 16,25 | 7 | 11 | 12927 | 0,6 | 1 | 0,2 | 1 | 0,3 | 1 | 10 | 539 |
| 0,01 | 539000 | VOLUMEN LLENO | HIGH LUB L2 EP BECHEM | 9 | 4 | 6 | 15933 | 0,6 | 1 | 0,2 | 1 | 0,3 | 1 | 10 | 664 |
| 0,03 | 596250 | VOLUMEN LLENO | HIGH LUB L2 EP BECHEM | 116 | 46 | 77 | 1743 | 0,12 | 1 | 0,4 | 1 | 0,3 | 1 | 1 | 73 |
| 0,02 | 475000 | VOLUMEN LLENO | HIGH LUB L2 EP BECHEM | 32 | 13 | 21 | 2383 | 0,12 | 1 | 0,4 | 1 | 0,3 | 1 | 1 | 99 |
| 0,28 | 675000 | 1/3 DEL VOLUMEN LLENO | GRASA 67/II BECHEM | 38,15 | 13 | 22 | 881 | 1,2 | 1 | 0,4 | 1 | 0,3 | 1 | 10 | 37 |
| 0,02 | 689000 | VOLUMEN LLENO | HIGH LUB L2 EP BECHEM | 36,9 | 15 | 25 | 2030 | 0,12 | 1 | 0,4 | 1 | 0,3 | 1 | 1 | 85 |
| 0,02 | 304950 | VOLUMEN LLENO | HIGH LUB L2 EP BECHEM | 7,2 | 3 | 5 | 16051 | 0,6 | 1 | 0,2 | 1 | 0,3 | 1 | 10 | 669 |
| 0,02 | 689000 | VOLUMEN LLENO | HIGH LUB L2 EP BECHEM | 36,9 | 15 | 25 | 1984 | 0,12 | 1 | 0,4 | 1 | 0,3 | 1 | 1 | 83 |
| 0,02 | 302250 | VOLUMEN LLENO | HIGH LUB L2 EP BECHEM | 9,35 | 4 | 6 | 13805 | 0,6 | 1 | 0,2 | 1 | 0,3 | 1 | 10 | 575 |
| 0,22 | 748000 | 1/3 DEL VOLUMEN LLENO | GRASA 67/II BECHEM | 26,25 | 11 | 18 | 1025 | 1,2 | 1 | 0,4 | 1 | 0,3 | 1 | 10 | 43 |
| 0,01 | 604500 | VOLUMEN LLENO | HIGH LUB L2 EP BECHEM | 8,075 | 3 | 5 | 29957 | 1,2 | 1 | 0,4 | 1 | 0,3 | 1 | 10 | 1248 |
| 0,01 | 308200 | VOLUMEN LLENO | HIGH LUB L2 EP BECHEM | 6,076 | 2 | 4 | 18405 | 0,6 | 1 | 0,2 | 1 | 0,3 | 1 | 10 | 767 |
| 0,02 | 658000 | VOLUMEN LLENO | HIGH LUB L2 EP BECHEM | 27 | 11 | 18 | 10390 | 0,6 | 1 | 0,2 | 1 | 0,3 | 1 | 10 | 433 |
| 0,02 | 304950 | VOLUMEN LLENO | HIGH LUB L2 EP BECHEM | 7,2 | 3 | 5 | 16426 | 0,6 | 1 | 0,2 | 1 | 0,3 | 1 | 10 | 684 |

Vista en detalle Planilla Calculo Engrase.

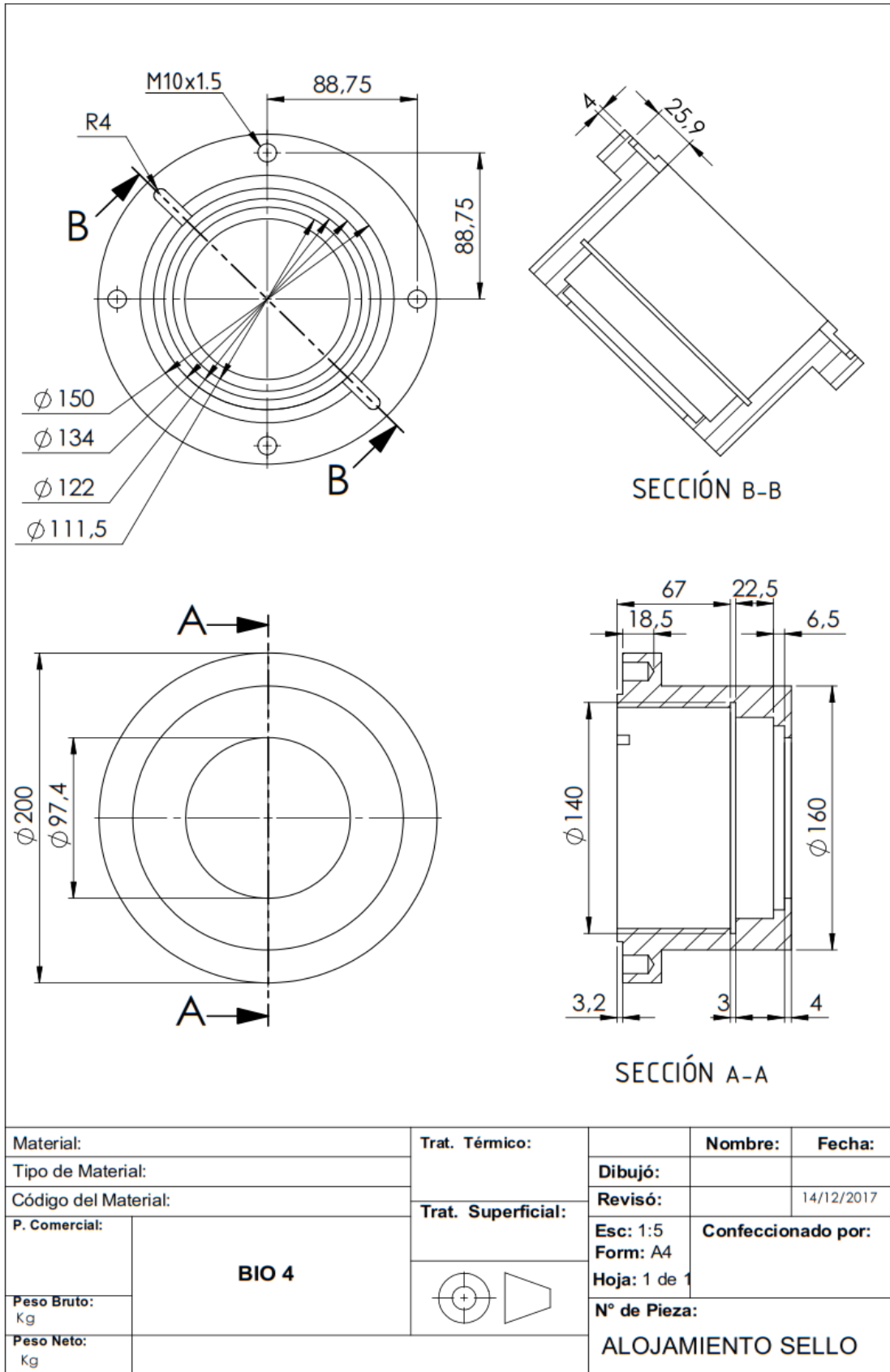


Imagen N° 3, Plano Alojamiento Sello Bomba Centrífuga

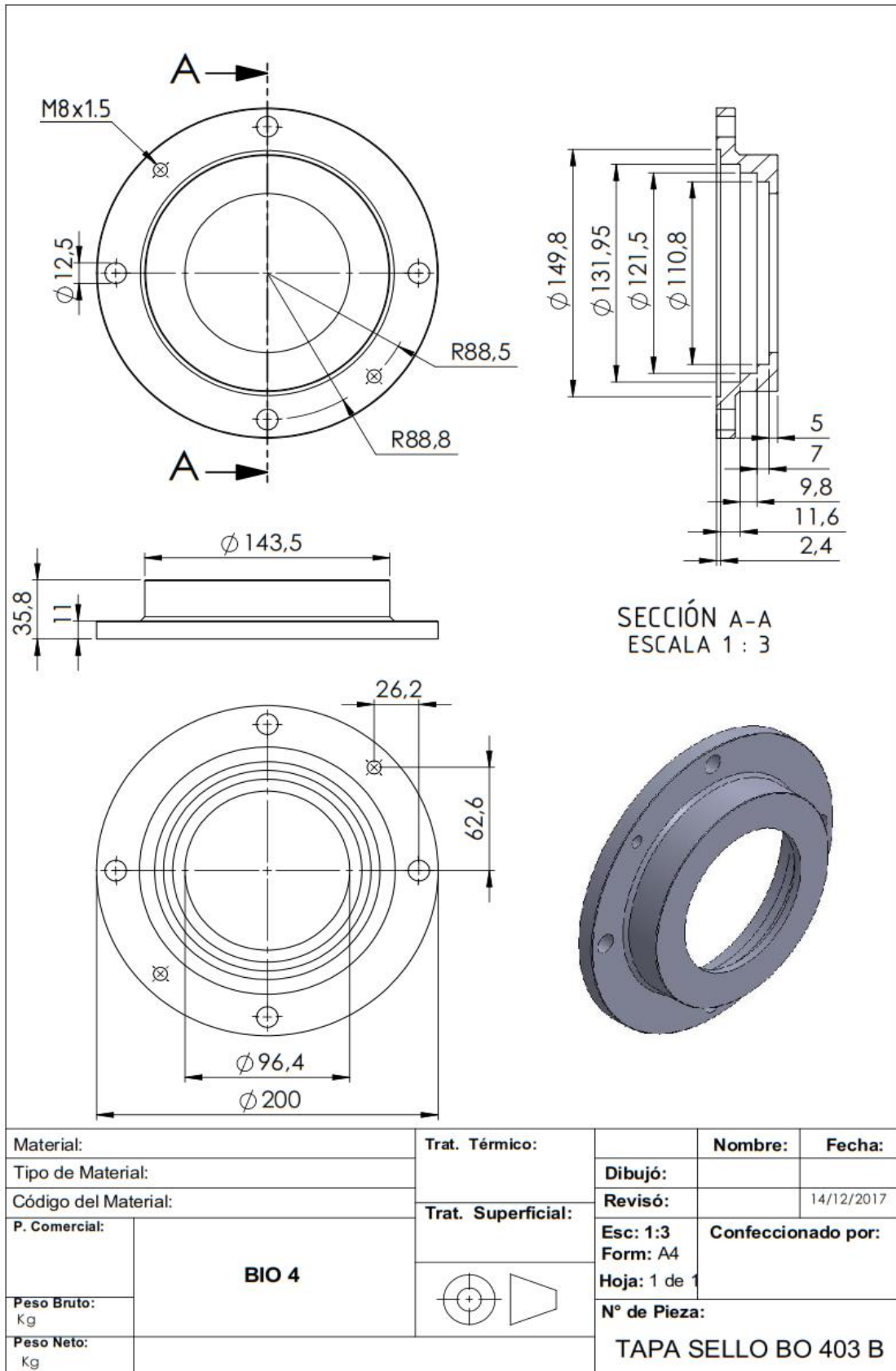
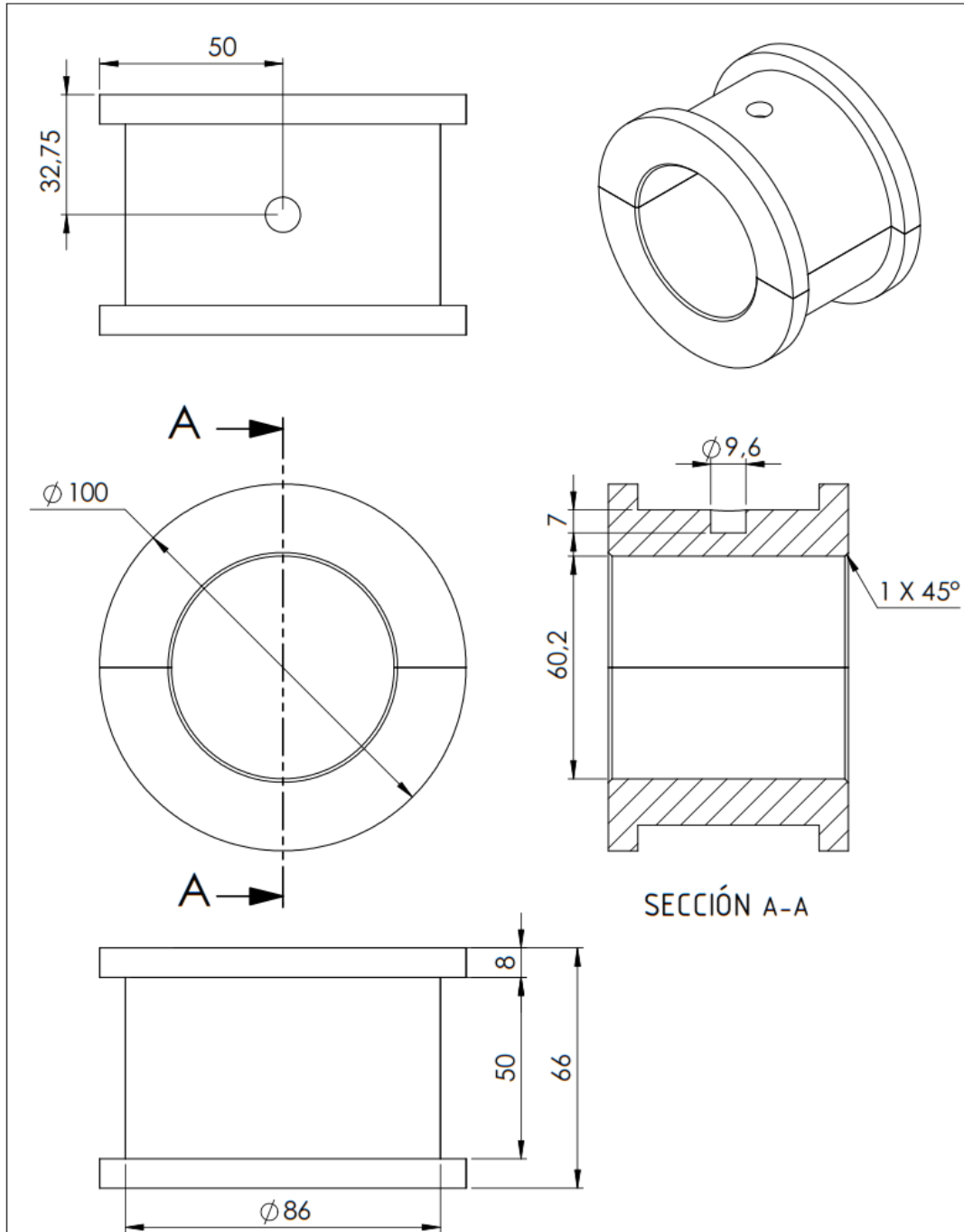


Imagen N° 4, Plano Tapa Sello Bomba Centrífuga



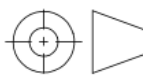
| | | | | |
|----------------------|--------------|---|--|--------------------|
| Material: | | Trat. Térmico: | Nombre: | Fecha: |
| Tipo de Material: | | | Dibujó: | |
| Código del Material: | | Trat. Superficial: | Revisó: | 14/12/2017 |
| P. Comercial: | BIO 4 | | Esc: 1:2 | Confeccionado por: |
| Peso Bruto: | | Form: A4 | | |
| Peso Neto: | | Hoja: 1 de 1 | | |
| | |  | N° de Pieza: | |
| | | | BUJE PARTIDO DE SINFIN ACARREO A SECADO | |

Imagen N° 5, Plano Buje Sinfín

Bibliografía

- Fundamentos de la lubricación, FAG Sales Europe Iberia – España
- Manual Lubricación SKF Cantidad y frecuencia de Engrase en grasas.
- Catálogo de proveedores de rodamientos SKF
- Catálogo de proveedores de reductores y de motores eléctricos.
- Catálogo de proveedores de aceites y grasas.
- Catálogo de proveedores de cajas de rodamientos (catálogos on-line).