



UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR - JOSÉ MIGUEL CARRERA
Departamento de Mecánica

ESTUDIO DE MEJORA DEL PROCESO DE ENVASADO
DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS CON LA
IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS AUTOMATIZADOS

Para optar al título de:
Ingeniero en Mantenimiento Industrial,
Licenciado en Ingeniería

Alumno:
Tomás Ignacio Cataldo Cadena
Profesor guía:
Mg Ing. Mecánico Profesor Félix Pizarro

1. RESUMEN

El mantenimiento industrial busca mejorar los procesos productivos a través de metodologías que disminuyan los tiempos muertos en las empresas, gracias a los avances tecnológicos se ha podido disminuir esa brecha de detenciones comunes y tan necesarias para mantener disponibles los equipos.

Carozzi Reñaca no se queda atrás, es una planta que constantemente intenta reducir las intervenciones mecánicas mejorando sus procesos productivos, para ello va buscando métodos acordes a su estrategia de negocio, una de ellas es la mejora de su proceso de envasado en planta caramelos, la cual a través de un sistema automatizado, permite una continuidad operacional.

Las metodologías usadas y la resolución de problemas requieren de una investigación que puedan sostener las inversiones realizadas, es por ello, que en este documento se abarca las técnicas utilizadas para la descripción del contexto operacional junto con el equipo crítico, el desarrollo de las mejoras a través de indicadores y las propuestas y evaluaciones que se generan, a partir de una mejora implementada. Esto se lleva a cabo gracias a las herramientas de gestión, que guían la mejora continua en las empresas.

Con el objetivo de entender y exponer los beneficios de la tecnología en cualquier planta alimenticia, las empresas querrán conocer metodologías que las ayuden a sacar el máximo rendimiento de sus instalaciones.

2. ÍNDICE DE CONTENIDO

1. RESUMEN.....	2
2. ÍNDICE DE CONTENIDO	3
3. ÍNDICE DE TABLAS.....	4
4. ÍNDICE DE GRÁFICOS	4
5. ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	5
6. SIGLAS Y SIMBOLOGÍA	5
7. INTRODUCCIÓN	6
8. OBJETIVOS.....	7
8.1 OBJETIVO GENERAL	7
8.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
9. CAPÍTULO 1: PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO INICIAL	8
9.1 ANTECEDENTES GENERALES	10
9.2 CONTEXTO OPERACIONAL CAROZZI.....	11
9.3 PROCESO PRODUCTIVO CARAMELOS	12
9.4 PLANTEAMIENTO DEL EQUIPO CRÍTICO	15
10. CAPÍTULO 2: DESARROLLO DEL ESTUDIO	19
11.1 PRESENTACIÓN Y USO DE LA MEJORA	21
11.2 DESARROLLO DE LOS COSTOS DE LUBRICACIÓN	24
11.3 DESARROLLO DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN.....	26
11.4 INDICADORES DE MANTENIMIENTO	29
12. CAPITULO 3: EVALUACIÓN DEL ESTUDIO Y PROPUESTA DE MEJORAS.....	31
12.1 EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL LUBRICANTE	33
12.2 MEJORA EN LA MATRIZ DE LUBRICACIÓN	35
12.3 NUEVO ANÁLISIS DE CRITICIDAD AJUSTADO	36
12.4 PROPUESTAS DE MEJORA	41
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	44
14. BIBLIOGRAFÍA.....	47
15. ANEXOS.....	48

3. **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 9-1: Análisis SIPOC 14

Tabla 9-2: Distribución de puntos..... 17

Tabla 9-3: Tabla de Propuesta de mejora 18

Tabla 10-1: Descripción costos antiguos 24

Tabla 10-2: Costo de la implementación 25

Tabla 10-3: Comparación de Procedimiento de trabajos 25

Tabla 10-4: Producción de Mentas 26

Tabla 10-5: Eventos de lubricación del equipo 26

Tabla 10-6: Perdida de producción por lubricación..... 27

Tabla 10-7: Perdida de producción por eventos de lubricación después de la mejora 28

Tabla 10-8: Perdida de producción por eventos de lubricación después de la mejora 28

Tabla 10-9: Costos de Lubricación diaria..... 30

Tabla 11-1: Comparación den la matriz de lubricación 35

4. **ÍNDICE DE GRÁFICOS**

Gráfico 10-1: Comparación de porcentajes 27

Gráfico 11-1: Comportamiento del Lubricante 34

Gráfico 11-3: Comparación Análisis de Criticidad 40

Gráfico 11-4: Reducción de eventos y criticidad..... 41

Gráfico 11-5: Pronóstico de mejora 42

5. **ÍNDICE DE ILUSTRACIONES**

Ilustración 9-1: Logo Carozzi..... 10

Ilustración 9-2: Planta Carozzi Reñaca 11

Ilustración 9-3: Mapa de Planta Caramelos 12

Ilustración 9-4: Apoyo de proceso 13

Ilustración 9-5: Mapeo de Proceso..... 13

Ilustración 9-6: Envasadora BOSCH 15

Ilustración 9-7: Certificaciones 16

Ilustración 10-1: Propuesta de mejora 21

Ilustración 10-2: Descripción de componentes PULSARLUBE 22

Ilustración 10-3: Finalización de la implementación..... 23

Ilustración 11-1: Datos técnicos del lubricante..... 33

Ilustración 11-2: Matriz de criticidad..... 39

Ilustración 11-3: Equipos de Planta Caramelos 42

Ilustración 12-1: Modelo de mejora 45

Ilustración 13-1: GESLUB..... 48

Ilustración 13-2: Propuesta de mejora BOSCH 49

Ilustración 13-3: Excel de datos 50

6. **SIGLAS Y SIMBOLOGÍA**

- BOSCH: Marca del equipo destinado a la envoltura de mentas
- MASIPACK: Marca del equipo destinado a envolver gomitas
- MONTANARI: Marca del equipo destinado a envolver caramelos duros (Toffe, Full)
- GESLUB: Sistema de gestión de datos de Bel-Ray
- BEL-RAY: Empresa de prestación de productos y servicios de lubricación
- PULSARLUBE: Sistema automatizado de lubricación marca PULSARLUBE
- SCL: Sistema Centralizado de Lubricación
- TRIBOLOGÍA: Ciencia que estudia la fricción, desgaste y lubricación en un lugar de contacto

7. INTRODUCCIÓN

La lubricación en el mantenimiento de maquinarias y equipos es una actividad fundamental del área que debe ser realizada cada vez que se ejecutan reparaciones, inspecciones o distintas actividades que alarguen la vida útil de un sistema, esto gracias a que es el método más efectivo para reducir la fricción y desgaste de los componentes.

De acuerdo con lo señalado por Joel Reber (Reber, 2000) “La selección de lubricante de un lubricante es un cálculo de las propiedades de este, y un estudio de desempeño del mismo, bajo factores operacionales que el usuario requiere en sus equipos”. Esto da a conocer que la selección del lubricante no es tema al azar y que debe ser realizado por expertos en la materia, con el fin de garantizar un buen rendimiento y extendiendo la vida útil de la maquinaria o componente aplicado.

Bel-Ray Chile es un reconocido proveedor de productos y servicios en la industria y minería, con presencia a lo largo de todo Chile. La especialización en el área de lubricación le ha permitido entregar las mejores recomendaciones en la gestión de lubricación a sus clientes, aumentando la disponibilidad de los equipos y a la vez disminuyendo la detención de estos, alcanzando óptimos resultados para beneficio de los usuarios. Actualmente, posee un contrato vigente con Empresas Carozzi S.A, empresa multinacional líder en la producción y distribución de alimentos, prestando servicios de lubricación con personal técnico especializado en lubricación de equipos.

Por consiguiente, Bel-Ray Chile posee su propio sistema de gestión, el cual entrega una ruta de lubricación con información y detalle de los equipos, tales como tiempos de lubricación, consumo estimado, detalle de la ubicación de los componentes, entre otros, que ayudan al técnico líder a llevar a cabo actividades del día a día, además se han implementado varios sistemas automatizados, los cuales tienen como objetivo mejorar el plan de lubricación, reducir los tiempos de mantenimiento y alargar la vida útil de los equipos.

8. OBJETIVOS

8.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el impacto de mejora que se genera en el equipo de envasado con la implementación de nuevos sistemas centralizados de lubricación en plantas alimenticias mediante herramientas de gestión del mantenimiento.

8.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Presentar el contexto operacional de Carozzi Reñaca utilizando herramientas de gestión para generar un diagnóstico de la situación base del desarrollo del estudio con la finalidad de establecer el equipo critico a intervenir.

Describir el plan de mejora implementada, analizando las bases del estudio a través de indicadores de mantenimiento, con el propósito de conocer principales resultados que se le exigen a la implementación.

Evaluar los resultados obtenidos con la implementación de la mejora a través de la interpretación de indicadores, con la finalidad de proponer nuevas oportunidades de mejora.

9. **CAPÍTULO 1: PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO INICIAL**

9.1 ANTECEDENTES GENERALES

El área de mantenimiento industrial se identifica por ser la columna de una empresa que quiera mantener una continuidad operacional, se puede definir como *“Proceso que tiene como misión lograr los niveles establecidos de disponibilidad para las funciones de la instalación en su contexto operativo”*(Pistarelli, *Manual de mantenimiento*), por ende, la importancia que han tomado las actividades de mantenimiento a través del tiempo va siendo cada vez mayor, la implementación de nuevas ideologías, junto con estrategias de mantenimiento y organización permiten mantener las instalaciones o equipos en la mejor condición, todo esto para obtener el máximo rendimiento para el cual fueron diseñados y en la mayoría de los casos, obtener la mayor ganancia con el mínimo de recursos.

Las grandes empresas que quieran lograr el éxito mundial buscarán generar nuevas estrategias de mantenimiento, o mejorar sus procesos a través de ideas, metodologías, constantes análisis que ayuden aplicar mejora continua y aprovechar al máximo el rendimiento de sus instalaciones.

Carozzi Corp no se queda atrás, una compañía multinacional ligada a la fabricación de productos alimenticios, está en búsqueda constante de mejora continua en sus procesos que deben ser cuidados rigurosamente al estar ligado a este rubro, posee varias sucursales a lo largo de todo el país como también en Perú y Argentina.



Ilustración 9-1: Logo Carozzi

Fuente: Google

9.2 CONTEXTO OPERACIONAL CAROZZI



Ilustración 9-2: Planta Carozzi Reñaca

Fuente: Google

Planta Reñaca es una de las variadas sucursales de Carozzi la cual está ubicada en Camino internacional 4772, en la Región de Valparaíso, esta sucursal se encarga de producir caramelos y chocolates para su posterior distribución a todo el país. Para satisfacer las necesidades del cliente, esta planta posee una dotación aproximada de 3.000 trabajadores los cuales trabajan bajo turnos rotativos de mañana, tarde y noche, esto para agilizar y maximizar el rendimiento de sus equipos e instalaciones, los turnos son de 8 horas al día por 6 días a la semana, todo esto para cumplir los objetivos propuestos por el área de gerencia. Cabe destacar que el estudio de esta tesis se llevará a cabo en planta caramelos.

Planta caramelos es una de las divisiones que posee Carozzi Reñaca, se encarga de fabricar, procesar y distribuir productos como mentas, malvas, frugelé, loop, toffe, entre otros, es por eso que requiere de una alta disponibilidad no solo de los equipos, sino de la mano de obra que opera y mantiene estas instalaciones, en la ilustración 9-3 se muestra el mapa de la planta caramelos, el cual se distribuye de la siguiente manera

- Rojo: Elaboración de caramelos y mentitas
- Amarillo: Elaboración de Goma
- Verde: Envasadoras de productos
- Celestre: Envasadora BOSCH

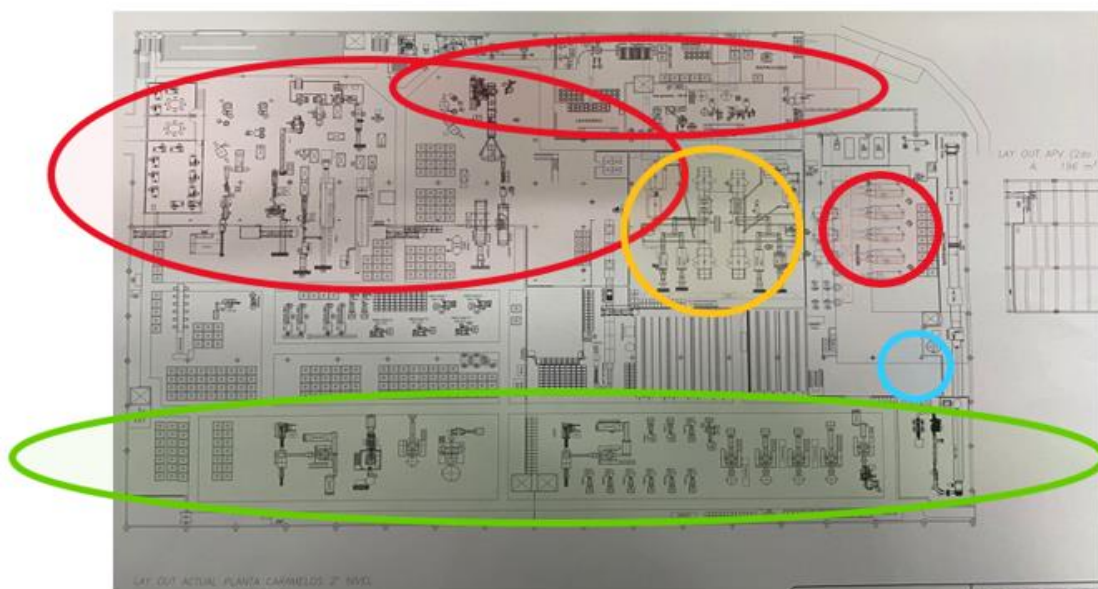


Ilustración 9-3: Mapa de Planta Caramelos

Fuente: Elaboración propia

9.3 PROCESO PRODUCTIVO CAMELOS

El proceso productivo de caramelos, está dado de la fijación de objetivos por parte de gerencia considerando la demanda generada por los clientes, una vez definido esto, se procede con la llegada de la materia prima, la cual es distribuida a las líneas de elaboración, aquí se encontraran todo tipo de cocedoras que formaran la pasta inicial que luego será moldeada por la línea productiva hasta obtener el producto requerido, este producto se llevará a las líneas de envasado, la cual se encarga de envolver el producto para su posterior salida, cada caramelo en específico tiene sus equipos ya definidos para su envoltura, esto para agilizar este proceso, por ejemplo, la línea BOSCH es única y se encarga de envasar solamente mentitas, el equipo MASIPACK se encarga solamente de gomitas, el equipo MONTANARI se encarga solamente de caramelos duros como Full, así se define la línea de envasado. Por último, las áreas de apoyo para que este proceso productivo sea eficiente, está compuesto por jefes de área, departamentos de planificación, mantención, contratistas, control de calidad, mejoramiento, logística, son algunas de las áreas que apoyan a la optimización del proceso. En detalle, el siguiente mapeo nos presenta la idea del proceso productivo:

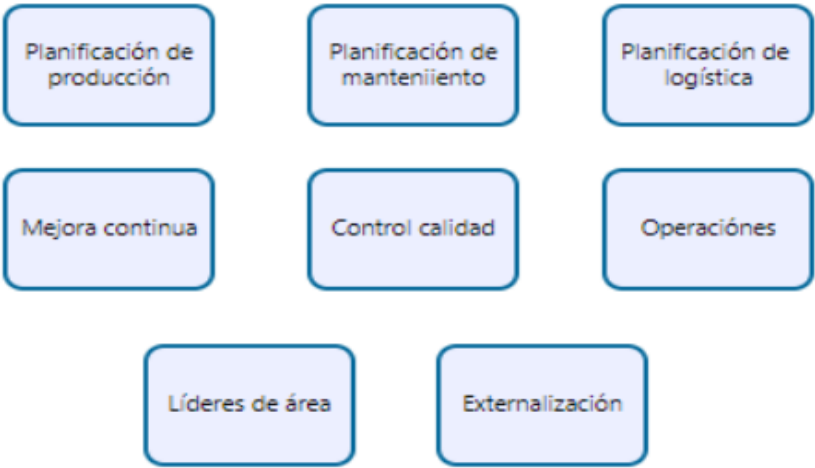


Ilustración 9-4: Apoyo de proceso
Fuente: Elaboración Propia

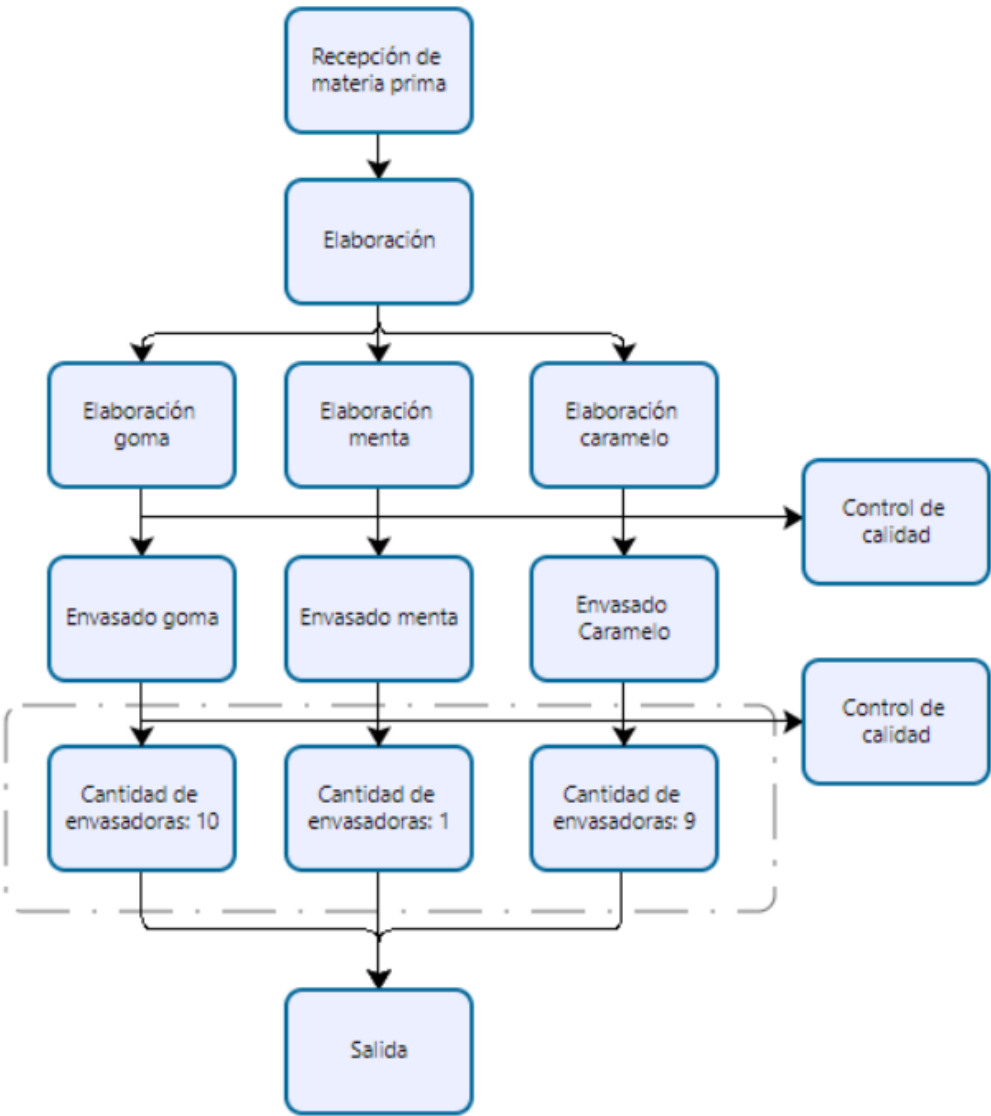


Ilustración 9-5: Mapeo de Proceso
Fuente: Elaboración Propia

Principalmente, el equipo el cual se va a analizar es la envasadora BOSCH, una línea de envasado al cual se encarga de envasar la menta previamente elaborada, su proceso se desarrollará a través de un análisis SIPOC.

Análisis SIPOC Envasadora BOSCH				
Proveedor	Entrada	Proceso	Salida	Cliente
Línea elaboración de mentas	Mentas	Se reciben canastos de mentas procesadas, mediante el operador el cual coloca alrededor de 200 kg/h en la tolva de entrada ,pasan a la cinta elevadora que las lleva hasta un cono superior, el cual a través de automatización divide las mentas por peso, para que luego caigan a la envasadora donde caen al envase previamente armado, el envsae ya relleno es sellado por las mordazas a alta temperatura la cual se mueven a través de guía y luego caen a la cinta de salida para que llegar a la mesa del operador.	Procesar paquetes de mentas de 25 gr hacia el operador, quien procesará 1200 kg de mentas al día en lotes de cajas	Operadores de producción
Bodega de elementos de empaque	Embalaje de papel			Supervisor de producción
Reclutamiento de personal	Operadores			Operador de logística
Equipo de automatización	Elementos de programación			Control de calidad
Equipo de mantenimiento	Aire comprimido, electricidad			Cliente

Tabla 9-1: Análisis SIPOC

Fuente: Elaboración Propia

Para lograr los objetivos planteados y buscando una continuidad operacional planta caramelos contrata un servicio externo de lubricación, área que estudia la tribología y que se encarga de dar apoyo al mantenimiento buscando evitar el desgaste excesivo en pequeños o grandes componentes con el fin de prolongar la vida útil del equipo. BEL-RAY Chile trabaja prestando un servicio integral que busca adaptarse al mercado, implementando metodologías que vayan acorde a los avances y evolución de la tecnología, esto a través de convenios con proveedores que llegan con sistemas que se adaptan a los requerimientos del cliente.

9.4 PLANTEAMIENTO DEL EQUIPO CRÍTICO

La envasadora BOSCH previamente analizada a través del SIPOC y del diagrama de procesos, al igual que toda la planta cuenta con puntos de lubricación, esto hace más fácil el mantenimiento anual gracias a la disminución del roce y el desgaste, específicamente cada equipo contiene su investigación para conocer la cantidad de lubricante, intervalo, puntos, entre otros.



Ilustración 9-6: Envasadora BOSCH

Fuente: Elaboración propia

El estudio de la lubricación para cada equipo está previamente investigado por el departamento de confiabilidad de Bel-Ray Chile, en este caso son lubricantes de grado alimenticios los que se verán en profundidad, estos deben cumplir ciertas normas o estándar de seguridad alimentaria, entre ellas encontraremos la NSF, religiosas y regulatorias que son para garantizar un alimento libre de sustancias peligrosas y un proceso correcto de fabricación.

La línea de lubricantes No-Tox de BEL-RAY son certificados en todas las normas descritas anteriormente y tienen como objetivo lograr la inocuidad del producto para evitar riesgos en caso de contaminación

En detalle, las certificaciones necesarias son:

- NSF: Sobre salud y seguridad alimentaria (Clasifica aceites en H1 o alimenticios)
- Alérgenos: Indica que la formulación del producto no contiene alimentos que puedan causar alguna reacción alérgica en las personas.
- Religiosas: Indican que cumplen con leyes musulmanas, judías de formación de lubricantes y procesos alimenticios.



Ilustración 9-7: Certificaciones

Fuente: Google

Específicamente el departamento de mantención junto con el departamento de confiabilidad de Bel-Ray trabajaron una propuesta de mejora a la línea BOSCH, equipo que en el área de lubricación cuenta con un total aproximado de 40 puntos que están divididos en su línea productiva, en la tabla 9-2 se puede apreciar la cantidad de puntos y en amarillo, la actividad de mejora implementada.

Línea	Equipo	Componente	Pto. Lubricación	Cantidad	M. Lubricante	Lubricante	Actividad	Intervalo (días)	Consumo Estimado (g-ml)	Tiempo Estimado (min)
Línea Bosch	Bosch 1	Eje Transmisión	Cadenas	1	Brugarolas	Beslux Blanco Cadenas	Engrase	90	20	5
Línea Bosch	Bosch 1	Envasadora	Descansos	9	Bel-Ray	No-Tox HD Food Grade Grease 2	Engrase	28	10	5
Línea Bosch	Bosch 1	Reductor de Velocidad	Engranajes Cerrados	1	Bel-Ray	No-Tox HD Food Grade Oil 320	Inspección de nivel	60	0	5
Línea Bosch	Bosch 1	Envasadora	Guías	6	Bel-Ray	No-Tox HD Food Grade Oil 68	Aplicación de aceite	7	40	20
Línea Bosch	Bosch 2	Eje Transmisión	Cadenas	1	Brugarolas	Beslux Blanco Cadenas	Engrase	90	20	5
Línea Bosch	Bosch 2	Envasadora	Descansos	9	Bel-Ray	No-Tox HD Food Grade Grease 2	Engrase	28	10	5
Línea Bosch	Bosch 2	Reductor de Velocidad	Engranajes Cerrados	1	Bel-Ray	No-Tox HD Food Grade Oil 320	Inspección de nivel	60	0	5
Línea Bosch	Bosch 2	Envasadora	Guías	6	Bel-Ray	No-Tox HD Food Grade Oil 68	Aplicación de aceite	7	40	20
Línea Bosch	Línea Bosch	Reductor de Velocidad Cinta de Salida Bosch	Engranajes Cerrados	1	Bel-Ray	No-Tox HD Food Grade Oil 320	Inspección de nivel	60	0	5
Línea Bosch	Línea Bosch	Reductor de Velocidad Cinta de Salida Tolva	Engranajes Cerrados	1	Bel-Ray	No-Tox HD Food Grade Oil 320	Inspección de nivel	90	0	5
Línea Bosch	Línea Bosch	Reductor de Velocidad Cinta Elevadora de Producto	Engranajes Cerrados	1	Bel-Ray	No-Tox HD Food Grade Oil 320	Toma de Temperatura IR	90	0	5
Línea Bosch	Línea Bosch	Reductor de Velocidad Mesa Giratoria	Engranajes Cerrados	1	Bel-Ray	No-Tox HD Food Grade Oil 320	Inspección de nivel	90	0	5
Línea Bosch	Línea Bosch	Cinta de Salida Tolva	Cadenas	1	Brugarolas	Beslux Blanco Cadenas	Engrase	28	20	5
Línea Bosch	Línea Bosch	Cinta de Salida Tolva	Descansos	2	Bel-Ray	No-Tox HD Food Grade Grease 2	Engrase	28	6	10

Tabla 9-2: Distribución de puntos

Fuente: Elaboración Propia

Para justificar a la decisión tomada por el equipo de mantención de Carozzi S.A de seleccionar las guías como el componente crítico, el equipo Bel-Ray junto con su departamento de Confiabilidad, constantemente busca mejorar los procesos a través de un “sistema de mejora” lo cual vendría siendo parte de auditoría, para conocer qué puntos pueden ser de impacto para mejorar y ofrecer servicios tecnologicos, en este caso se generó la mejora con los técnicos de la planta y se obtuvo el siguiente resultado de los componentes del equipo BOSCH

Línea	Equipo	Componente	Pto. Lubricación	Cantidad	M. Lubricante	Lubricante	Actividad	Intervalo (días)	Consumo Estimado (g-ml)	Tiempo Estimado (min)	Accesibilidad	Centralizado	Centralizable	Concentración de Puntos	Crítico
Línea Bosch	Bosch 1	Eje Transmisión	Cadenas	1	Brugarolas	Beslux Blanco Cadenas	Engrase	90	20	5	Accesible	No	No	Si	No
Línea Bosch	Bosch 1	Envasadora	Descansos	9	Bel-Ray	No-Tox HD Food Grade Grease 2	Engrase	28	10	5	Accesible	No	Si	Si	No
Línea Bosch	Bosch 1	Reductor de Velocidad	Engranajes Cerrados	1	Bel-Ray	No-Tox HD Food Grade Oil 320	Inspección de nivel	60	0	5	Barrera Dura	No	No	No	No
Línea Bosch	Bosch 1	Envasadora	Guías	6	Bel-Ray	No-Tox HD Food Grade Oil 68	Aplicación de aceite	7	40	20	Barrera Dura	No	Si	Si	No
Línea Bosch	Bosch 2	Eje Transmisión	Cadenas	1	Brugarolas	Beslux Blanco Cadenas	Engrase	90	20	5	Accesible	No	No	No	No
Línea Bosch	Bosch 2	Envasadora	Descansos	9	Bel-Ray	No-Tox HD Food Grade Grease 2	Engrase	28	10	5	Accesible	No	Si	Si	No
Línea Bosch	Bosch 2	Reductor de Velocidad	Engranajes Cerrados	1	Bel-Ray	No-Tox HD Food Grade Oil 320	Inspección de nivel	60	0	5	Barrera Dura	No	No	No	No
Línea Bosch	Bosch 2	Envasadora	Guías	6	Bel-Ray	No-Tox HD Food Grade Oil 68	Aplicación de aceite	7	40	20	Barrera Dura	No	Si	Si	No
Línea Bosch	Línea Bosch	Reductor de Velocidad Cinta de Salida Bosch	Engranajes Cerrados	1	Bel-Ray	No-Tox HD Food Grade Oil 320	Inspección de nivel	60	0	5	Accesible	No	No	No	No
Línea Bosch	Línea Bosch	Reductor de Velocidad Cinta de Salida Tolva	Engranajes Cerrados	1	Bel-Ray	No-Tox HD Food Grade Oil 320	Inspección de nivel	90	0	5	Accesible	No	No	No	No
Línea Bosch	Línea Bosch	Reductor de Velocidad Cinta Elevadora de Producto	Engranajes Cerrados	1	Bel-Ray	No-Tox HD Food Grade Oil 320	Toma de Temperatura IR	90	0	5	Accesible	No	No	No	No
Línea Bosch	Línea Bosch	Reductor de Velocidad Mesa Giratoria	Engranajes Cerrados	1	Bel-Ray	No-Tox HD Food Grade Oil 320	Inspección de nivel	90	0	5	Accesible	No	No	No	No
Línea Bosch	Línea Bosch	Cinta de Salida Tolva	Cadenas	1	Brugarolas	Beslux Blanco Cadenas	Engrase	28	20	5	Barrera Dura	No	No	No	No
Línea Bosch	Línea Bosch	Cinta de Salida Tolva	Descansos	2	Bel-Ray	No-Tox HD Food Grade Grease 2	Engrase	28	6	10	Barrera Dura	No	No	No	No

Tabla 9-3: Tabla de Propuesta de mejora
 Fuente: Confiabilidad Bel-Ray

La tabla de modelo de mejora permite identificar cual o cuales son los componentes críticos del equipo, la cual nos entrega detalles a considerar para la instalación de mejoras, en este caso lo que más se debe considerar son los de Salud, medio ambiente e higiene, los cuales son primordiales para el mandante, en este caso Carozzi, el hecho de ser centralizable también da por hecho que se pueda instalar alguna tecnología y finalmente sus tiempos de detención como tiempos de reparación, la decisión de centralizar las guías es netamente por decisión de Carozzi, sus criterios llevan a este componente a ser de los más críticos del equipo.

10. CAPÍTULO 2: DESARROLLO DEL ESTUDIO

11.1 PRESENTACIÓN Y USO DE LA MEJORA

Como propuesta inicial, el departamento de mantención de Carozzi Reñaca pidió a supervisión de Bel-Ray una propuesta de mejora para su línea BOSCH, para agilizar el proceso de aplicación de aceite y evitar pérdidas por intervención al equipo, el equipo Bel-Ray respondió con una propuesta de mejora a través de un sistema automatizado, como se detalla a continuación:

Valparaíso, Septiembre de 2021

Señores

CAROZZI REÑACA Presente

Ref.: INSTALACIÓN SISTEMA CENTRALIZADO ENVASADORA BOSCH 1 Y BOSCH 2

At.: Sr. Rolando Pacheco

Estimado don Rolando:

Buenas tardes, de acuerdo a la solicitud presentada por usted a través de la Srta. Rosa Chamorro, adjunto encontrará Propuesta completa por el SCL a instalar en el equipo BOSCH, considerando 2 líneas como BOSCH 1 Y BOSCH 2.

En la propuesta que le indico usted, podrá encontrar, imágenes con las indicaciones de los puntos a lubricar y que generarán un mejoramiento considerable en sus líneas de mantención y producción. Se consideran 2 sistemas, debido a que como pudimos detectar en terreno, la detención del equipo se puede generar en formar paralela, es decir, detener 1 de las líneas mientras la otra sigue funcionando en forma independiente.

Agradezco enormemente su consideración e invitación a participar en esta propuesta.

Saludos cordiales.

Dina Figueroa M.
Mejoramiento Continuo

c.c. . Gerencia Regional (Sr. Sandro Guerrero)
Jefe Zonal (Sr. Claudio Sepúlveda)
Ingeniero Mejoramiento continuo (Sr. Jorge Andrés Campos)

Ilustración 11-1: Propuesta de mejora

Fuente: Documento Bel-Ray de mejora continua

La propuesta se basa en un sistema centralizado, el PULSARLUBE es un sistema automatizado de lubricación que dosifica aceite de forma constante según su programación para la lubricación de las guías de la envolvente BOSCH, como se mencionó anteriormente, la guías son las encargadas de direccionar las mordazas para que estas sellen el producto, el detalle de cada elemento mas importante se verá a continuación:

Componente	Descripción	Imagen
Lubricador Serie OL DE 500CC marca PulsarLube	El lubricador para aceite Pulsarlube OL500 consta del cuerpo principal con una bomba de auto cebado vertical controlado por el microprocesador, un depósito de aceite de 500 ml y un paquete de batería. Este producto lubrica un poco de aceite con precisión según el ciclo de dispensación configurado. La capacidad de dispensación puede ajustarse de 0,70 ml a 33,4 ml / 1 día, lo que equivale al período de servicio de medio mes a 24 meses para la capacidad 500 ml. La instalación múltiple está posible hasta 4 puntos por usar kits de instalación.	
Poliamida 6 mm	Manguera fabricada con poliamida plastificada, con alta resistencia química, excelente absorción de vibraciones y alta estabilidad.	
Conector 3/8"M de acero inoxidable diámetro 6 mm	Fitting utilizado para conectar extremo de manguera poliamida 6 mm.	
FJB - Inyectores	Este inyector incorpora una válvula anti retorno con el fin de mantener la presión residual durante los intervalos y un filtro para prevenir contaminantes.	

Ilustración 11-2: Descripción de componentes PULSARLUBE

Fuente: Propuesta de mejora

El aceite que se ocupará es un Bel-Ray No-Tox HD Food Grade Oil 68 que se mantienen estable a las temperaturas requeridas por el equipo, además es un aceite bombeable que posee propiedades anti-desgaste haciéndolo idóneo para este tipo de SCL y para este componente, el cual sufre un roce constante provocando desgaste si no se lubrica de manera apropiada. La dosificación de este sistema será aproximadamente de 1,1 ml por día, 6,6 ml por semana, 26,4 ml por mes llegando a 475,2 en 18 meses, una dosificación estimada para la duración de la programación del SCL, quedando como instalación final en las siguientes imágenes:

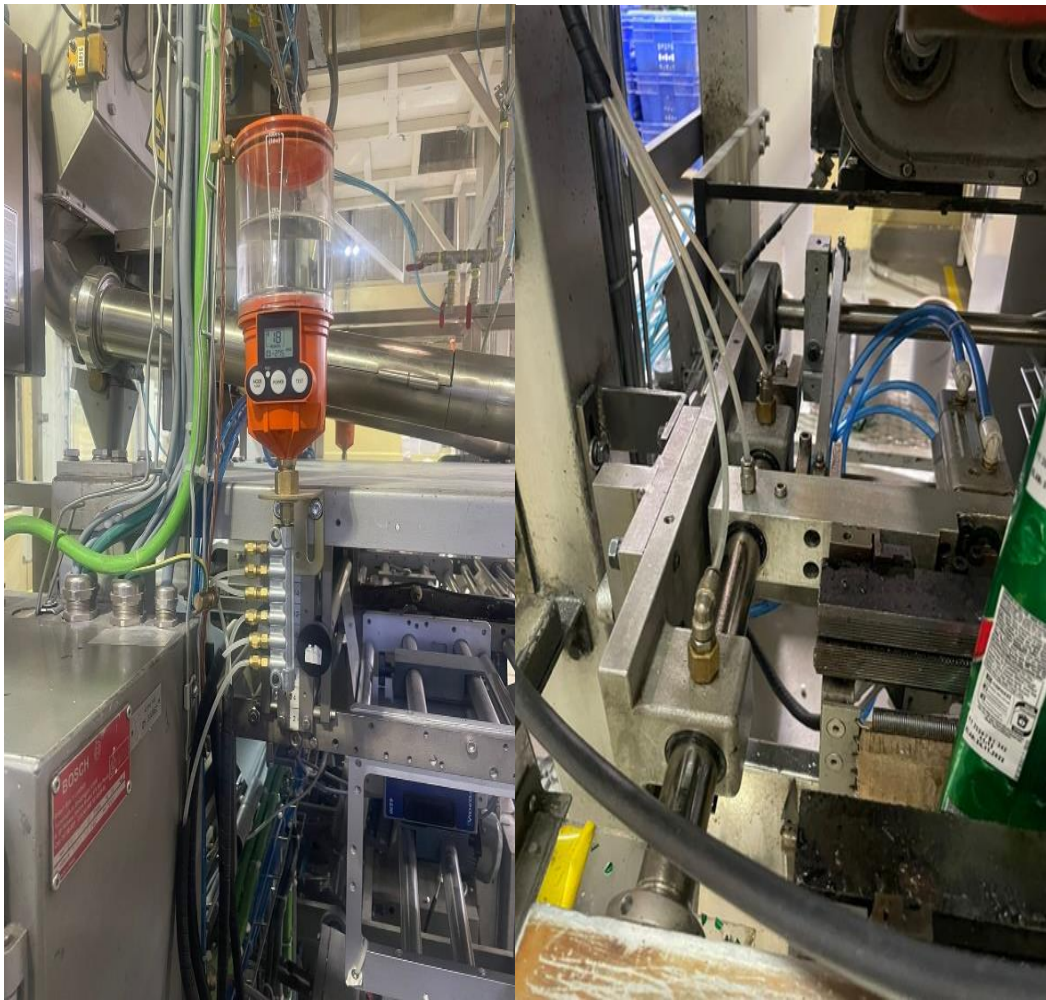


Ilustración 11-3: Finalización de la implementación

Fuente: Elaboración Propia

11.2 **DESARROLLO DE LOS COSTOS DE LUBRICACIÓN**

Para abordar el desarrollo de indicadores, primero se llevó a cabo un desglose de los principales puntos de esta implementación, analizando aspectos claves como costos, medio ambiente, mano de obra, seguridad, puntos que principalmente buscan mejorar la gestión del mantenimiento a través de beneficios y análisis, todo esto conllevará al diagnóstico inicial de la inversión del proyecto que servirá como apoyo para tomar decisiones a futuro.

Para lo descrito anteriormente, primero se describirá el procedimiento de trabajo antes de instalar el sistema automatizado:

Tabla procedimiento antiguo	Unidad	Precio pedido	Precio diario
Paños de limpieza absorbente	1 Rollo	\$ 46.633	\$ 233
Aceite (Balde 19000 ml)	1 balde	\$ 173.499	\$
Aceitera (500 ml)	1 aceitera	\$ 25.000	\$ 73
Guantes (1 par)	1 caja (100 unid)	\$ 5.200	\$ 312
Precio total		\$ 250.332	\$ 618

Tabla 11-1: Descripción costos antiguos
Fuente: Elaboración Propia

Según la tabla 10-1 se aprecian los componentes utilizados en un procedimiento manual sin sistema automatizado, esta tabla va desde cero con sus costos asociados, a continuación, se detalla el procedimiento:

- Pedir el Balde en pañol y trasladar a bodega de aceites
- Rellenar aceitera de 500 ml
- Tomar la aceitera, guantes y paños para trasladarse al equipo
- Esperar la detención o pedir el equipo según disponibilidad
- Abrir y limpiar las guías con paños
- Lubricar con aceite las guías para evitar contaminación

Como consecuencia, se instaló el sistema automatizado, el cual será descrito en la tabla 10-2 y que define la instalación del sistema, detallando sus costos:

Componente	Cantidad	Valor unitario	Valor total
OIL Lubricador serie OL 500 CC	2	\$ 379.968	\$ 759.936
Poliamida 6 mm HL transparente Type Sr marca Zec	30	\$ 1.400	\$ 42.000
Manifold 6 vías Conex M-10 X 1 Farval	5	\$ 13.500	\$ 67.500
Inyector B2496 FJB-1 Marca Bijur	16	\$ 14.700	\$ 235.200
Conector recto tubo 6 x 3/8" niquelado	12	\$ 22.769	\$ 273.228
Abrazaderas c/goma DIN 3016 c/goma 6 mm	30	\$ 1.329	\$ 39.870
Easy CRC Seal 50 ml	1	\$ 18.870	\$ 18.870
Paños limpieza	2	\$ 4.290	\$ 8.580
Total			\$ 1.445.184
Instalación del sistema (Técnicos)	2	\$ 165.000	\$ 330.000
Total final Sin iva			\$ 1.775.184
Total final IVA			\$ 2.112.469

Tabla 11-2: Costo de la implementación
Fuente: Propuesta de mejora

Luego de la instalación, se requieren ciertas inspecciones para verificar el correcto funcionamiento, se detallará el nuevo procedimiento de trabajo de los técnicos:

- Trasladarse al equipo
- Inspeccionar el nivel de aceite del PUSLARLUBE
- Inspeccionar estado de mangueras
- Inspeccionar fugas de aceite
- Inspeccionar estado de inyectores y manifold

En sisntesis, se puede tomar como comparación incial la diferencia entre procedimientos, dejando un balance positivo a la hora de reducir las actividades del técnico, además se procede a verificar el costo unitario de cada procedimiento, para conocer en detalle la implementación de la mejora, por otro lado, cabe destacar que los ítems mantenibles de esta mejora se verán reducidos al mínimo y serán inspeccionados por personal en terreno.

Actividad semanal	Procedimiento antiguo (\$)	Procedimiento nuevo (\$)
Paños de limpieza	\$ 233	\$ -
Aceite	\$ 73	\$ -
Aceitera/Implementación	\$ -	\$ -
Guantes	\$ 312	\$ 312
Inspección visual	\$ -	\$ -
Costo total	\$ 618	\$ 312

Tabla 11-3: Comparación de Procedimiento de trabajos
Fuente: Elaboración Propia

11.3 DESARROLLO DE LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN

Con los datos obtenidos de los desarrollos anteriores, podemos dar un balance inicial a la mejora, sin embargo, la diferencia de ganancia para mantención es relativamente pequeña, por tanto, el siguiente análisis se centrará en la influencia que generan las fallas por lubricación en la producción estimada de mentitas:

Producción de la línea BOSCH		
Producción por minuto	120	Unidades
Gr por unidad	25	gr
Horas totales anuales	5400	Hrs
Precio por unidad	\$ 10	Pesos
Peso por minuto/ Gr	3000	gr
Horas ideales por turno	6	hrs
Cantidad de turnos	3	Turnos
Días por mes	24	Días
Precio app por minuto	\$ 1.200	Minutos
Precio app por hora	\$ 72.000	Horas
Precio app por mes	\$ 31.104.000	Mes
Precio app por año	\$ 373.248.000	Año

Tabla 11-4: Producción de Mentas
Fuente: Elaboración Propia

La tabla 10-4 se crea a través de los datos recopilados en terreno, el conocimiento de la producción estimada da paso a la investigación del impacto en pesos (\$) de las posibles fallas que podrían ocurrir en el equipo, junto con los tiempos de detención:

Tipos de problemas que genera	Tiempo detenido (min)	Costo total (periodo de tiempo minutos)
Atascamiento	15	\$ 18.000
Contaminación	10	\$ 12.000
Cambio guías	288	\$ 345.600
Alza de temperatura	15	\$ 18.000
Detención de maquinaria para lubricar	20	\$ 24.000
Total		\$ 417.600

Tabla 11-5: Eventos de lubricación del equipo
Fuente: Elaboración Propia

La tabla 10-5 se crea a través análisis con los distintos mecánico, eléctricos, operadores y supervisores de planta, cada posible falla que ocurra por mala lubricación puede desencadenar en costos pequeños, que ocasionaran no solo costos en producción, sino que también en costos de componentes de mantenimiento, si reducimos cada uno de estos posibles problemas, reduciremos al mínimo los costos de lubricación asociados al equipo, en detalle, el costo asociado a cada detención esta especificado en la tabla 10-6, sin considerar los costos asociados a reemplazo de componentes o costos de mantención si es que llegase a ser el caso.

Tipo de problema que se genera	Anual	Costo anual
Detenciones por atascamientos	28	\$ 504.000
Detención por contaminación	32	\$ 384.000
Cambio de guías	1	\$ 345.600
Detención por alza de temperatura	36	\$ 648.000
Semanas de lubricación	52	\$ 1.248.000
Eventos Totales	149	\$ 3.129.600

Tabla 11-6: Perdida de producción por lubricación
Fuente: Elaboración propia

Sin contar el costo de mantenimiento que se deberá realizar por falta de lubricación, se pueden apreciar 149 posibles eventos que desencadenaran en \$3.129.600 pesos aproximadamente de pérdidas de producción, de estas actividades la que más genera tiempos muertos de producción es la lubricación semanal, la cual conlleva un tiempo de 20 minutos por semana, por consiguiente, el porcentaje de impacto de cada evento se resume en el siguiente grafico:

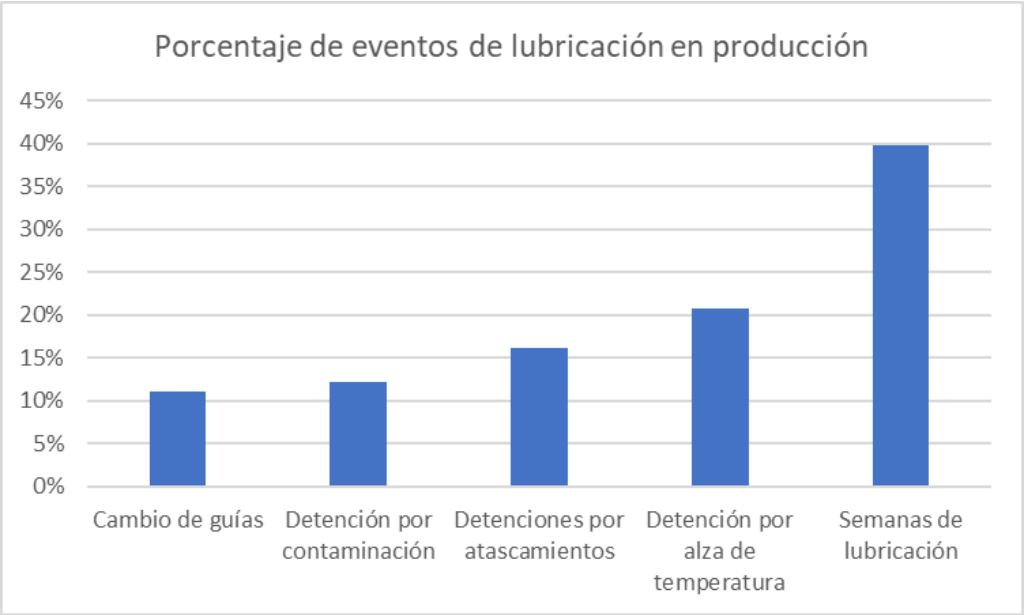


Gráfico 11-1: Comparación de porcentajes
Fuente: Elaboración Propia

Un 40% del total de detenciones por lubricación, son generadas por las semanas de lubricación al año, para reducir esta perdida y mejorar este porcentaje, se instalará el sistema automatizado genera ventajas en la detención semanal del equipo, en la seguridad de los trabajadores y su continuidad operacional, los cuales se ve en detalle en la tabla 10-7 la cual se generará con la implementación del sistema

Tipo de problema que se genera	Anual	Costo anual
Detenciones por atascamientos	28	\$ 504.000
Detención por contaminación	32	\$ 384.000
Cambio de guías	1	\$ 345.600
Detención por alza de temperatura	36	\$ 648.000
Semanas de lubricación	0	\$ -
Eventos Totales	97	\$ 1.881.600

Tabla 11-7: Perdida de producción por eventos de lubricación después de la mejora
Fuente: Elaboración Propia

Como se aprecia en la tabla 10-7 los costos disminuyeron considerablemente hasta \$1.881.600 solo con la implementación del sistema automatizado, esto gracias a la continuidad que genera el sismtema y a una mejor programación de mantención para revisión de componentes.

Al paso de los meses, se ha disminuido no solo las actividades de lubricación, sino que también la cantidad de detenciones al equipo por problemas asociados al área, dando como resultado una disminución de eventos que estén asociados a lubricación, esto se expresa gracias al apoyo de mecánicos, eléctrico, operador y supervisor quien aporta en detalle en la siguiente tabla:

Tipo de problema que se genera	Anual	Costo anual
Detenciones por atascamientos	18	\$ 324.000
Detención por contaminación	23	\$ 276.000
Cambio de guías	0	\$ -
Detención por alza de temperatura	27	\$ 486.000
Semanas de lubricación	0	\$ -
Eventos Totales	68	\$ 1.086.000

Tabla 11-8: Perdida de producción por eventos de lubricación después de la mejora
Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, se aprecia un pronóstico de disminución de eventos de lubricación, lo que impacta directamente con los costos de lubricación, mantenimiento y producción, eventos que han sido corroborados por personal Bel-Ray en terreno y que identifican la mejoría del proceso productivo.

11.4 INDICADORES DE MANTENIMIENTO

El porcentaje de ahorro de proyecto es un indicador que muestra el rendimiento de aplicar alguna mejora con respecto a su reducción de gastos y su aumento de disponibilidad, se calcula como:

$$\%Ahorro = 1 - \left(\frac{\text{Pérdida de producción después de la mejora}}{\text{Pérdida de producción antes de la mejora}} \right)$$

Entonces:

$$\%Ahorro = 1 - \left(\frac{\$1.881.600}{\$3.129.600} \right) = 40\%$$

Por lo tanto, el porcentaje de ahorro del proyecto viéndolo netamente desde la perspectiva de la implementación es de un 40%, generando ganancias no solo en salud, medio ambiente, sino que también en pérdidas de producción por eventos de lubricación. A continuación, se determinará el ahorro de el pronóstico de falla visto anteriormente:

$$\%Ahorro = 1 - \left(\frac{\text{Pérdida de producción después del pronóstico}}{\text{Pérdida de producción antes de la mejora}} \right)$$

Entonces:

$$\%Ahorro = 1 - \left(\frac{\$1.086.000}{\$3.129.600} \right) = 65\%$$

Viendo desde este punto de vista, el porcentaje de ahorro aumenta considerablemente, gracias a las mejoras de confiabilidad del equipo, dejando en claro que, en términos de costos, el sistema automatizado cumple con las expectativas puestas en un inicio, además todo lo anterior se ve reducido netamente en costos de producción, sin considerar los beneficios de mantención generados.

Por último, el estudio de impacto en lubricación se ve especificado en la siguiente tabla, con datos estimados de aceite calculado por la cantidad a la semana, la cual es alrededor de 40 ml según datos sacados del GESLUB, plataforma de Bel-Ray donde está el registro de actividades, además los paños se consideraron como un 0,5% del total del precio y un 1% de guantes, dejando como resultado lo siguiente.

Actividad semanal	Procedimiento antiguo (\$)	Procedimiento nuevo (\$)
Paños de limpieza	\$ 233	\$ -
Aceite	\$ 73	\$ -
Aceitera/Implementación	\$ -	\$ -
Guantes	\$ 312	\$ 312
Inspección visual	\$ -	\$ -
Costo total	\$ 618	\$ 312
Precio	\$ 32.145	\$ 16.224

Tabla 11-9: Costos de Lubricación diaria
 Fuente: Elaboración Propia

$$\%Ahorro = 1 - \left(\frac{Gasto\ de\ lubricación\ después\ de\ la\ mejora}{Gasto\ de\ lubricación\ antes\ de\ la\ mejora}\right)$$

Entonces:

$$\%Ahorro = 1 - \left(\frac{\$16.224}{\$32.145}\right) = 49,52 \%$$

En costos de lubricación, el ahorro total que genera Bel-Ray para su mandante es alrededor de un 50% beneficiando tanto los costos del personal Bel-Ray como también los de Carozzi, todo esto gracias al cambio de procedimiento, que disminuye la generacion de residuos contaminados y la pérdida del lubricante.

**12. CAPITULO 3: EVALUACIÓN DEL ESTUDIO Y PROPUESTA DE
MEJORAS**

12.1 EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL LUBRICANTE

Una vez que echo el estudio de indicadores, los cuales sustentan la mejora seleccionada, es el turno de evaluar el sistema y sus posibles mejoras y para evaluarlo, se debe conocer lo primordial del sistema de lubricación.

El lubricante seleccionado es clave para la evaluación del comportamiento en las guías de la mordaza, el aceite ISO 68 grado alimenticio posee propiedades que lo hacen idóneo para reducir el desgaste de las guías de la mordaza, además deja una película de lubricante adecuada para el componente, en la siguiente tabla esta la especificación técnica del lubricante.

Bel-Ray Chile

El Rosal 4590, CP 6582409 Huechuraba-Santiago-Chile
Fono (+56) 2-2887-2999, Fax (+56) 2-2887-2966
www.belray.cl

No-Tox® HD Food Grade Oil

Grado de Viscosidad ISO	68	100	150	220
Viscosidad, ASTM D-445				
@ 40°C, cSt	67,1	104	151	228
@ 100°C, cSt	8,74	11,7	15,5	20,5
Índice de Viscosidad, ASTM D-2270	102	100	105	105
Punto de Escurrimiento, ASTM D-97 °C(°F)	-18(0)	-15(5)	-15(5)	-15(5)
Corrosión Franja de Cobre ASTM D-130				
3 hrs @ 100°C, rango	1a	1a	1a	1a
Prueba Herrumbre, ASTM D-665				
Procedimiento A & B	Pasa	Pasa	Pasa	Pasa
Prueba de Espuma, ASTM D-892				
Secuencia I, II, III, ml/ml	Nulo	Nulo	Nulo	Nulo
Prueba Falex EP, ASTM D-3233				
Método B, Carga no agripamiento, lbf	1.500	1.500	1.750	1.750
Prueba 4 Bolas, ASTM D-4172				
@ 1200 rpm, 40 kg, 1 hr, 75°C				
Huella de desgaste, mm	0,40	0,40	0,40	0,40
Prueba bombas Vickers Vane, ASTM D-7043				
Pérdida total de masa, mg	<15	--	--	--
Prueba FZG, ASTM D-5182				
Estados cumplidos	--	12+	12+	12+
Gravedad Específica, ASTM D-1298, 60/60°F	0,872	0,874	0,879	0,882
Color	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco
	Agua	Agua	Agua	Agua

Ilustración 12-1: Datos técnicos del lubricante
Fuente: Página Web Bel-Ray Chile

Análizando el comportamiento del aceite, el cual dado los estudios de confiabilidad Bel-Ray, es el lubricante que mejor se adapta a las temperaturas de trabajo y la bombeabilidad del sistema, además es un grado alimenticio, lo que lo hace optimo en caso de contaminación al producto, en términos de salud, medio ambiente, seguridad.

Si bien, los procedimientos de lubricación mostrados anteriormente dan certeza monetaria de que funciona, la confiabilidad del aceite entre los procedimientos no es la misma, esto se verá reflejado en el siguiente gráfico, el cual entrega un comportamiento relativo del lubricante en los distintos usos:

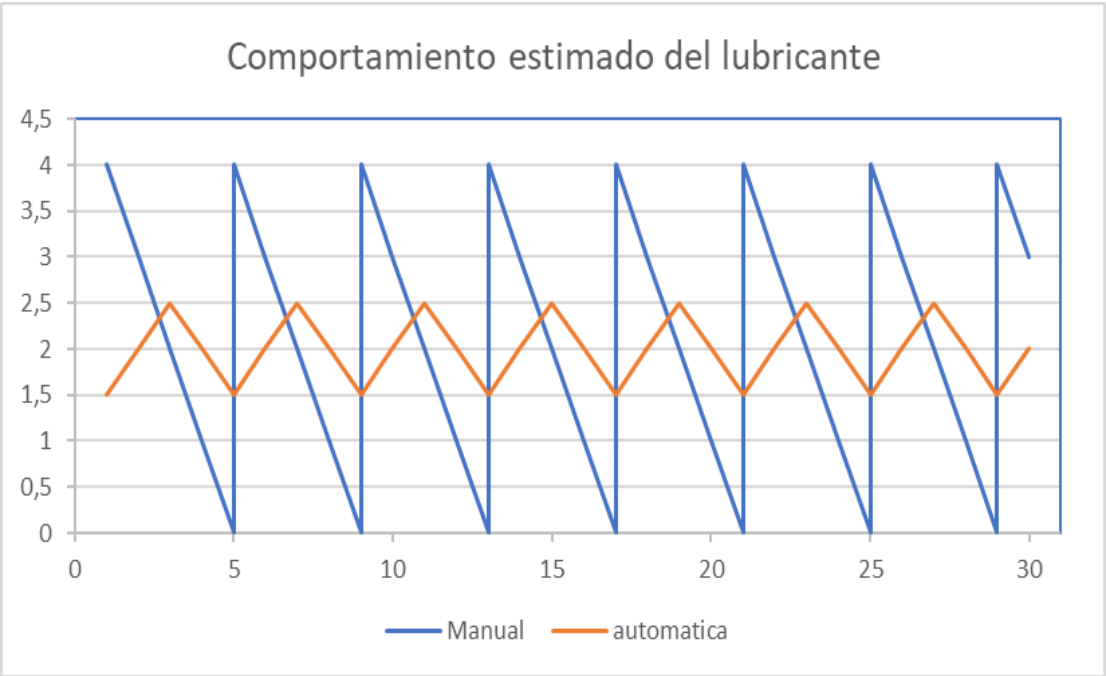


Gráfico 12-1: Comportamiento del Lubricante
Fuente: Elaboración Propia

Como se aprecia en el gráfico 11-1, la línea azul representa el comportamiento del procedimiento manual y la naranja el del sistema automatizado, los números inferiores el tiempo en días y los números del costado izquierdo, son adimensionales, solo de muestras como interpretación de un espesor de lubricante, como ya se mencionó antes, hay un estudio anterior llamado tribología del cual está encargado el departamento técnico de Bel-Ray el cual tiene como objetivo estandarizar los intervalos y la dosificación de lubricación, como ya conocemos ambos procedimientos en los datos descritos, se puede esperar que para el caso manual cada 5 días o una semana la película de lubricante se vaya perdiendo, para esto, se requerirá que el técnico verifique el equipo constantemente, generando retrasos en la producción, si no están los permisos requeridos, no se logrará lubricar, por ende, en el peor de los casos la lubricación llegará a niveles mínimos hasta que se vuelva a re-lubricar, ese es el comportamiento de la línea azul en este caso, por otro lado, la línea naranja nos indica el comportamiento del sistema

automatizado, el cual se mantienen en un rango constante, esto gracias a que no se necesita intervenir el equipo ni abrir puertas para su lubricación, su dosificación es de 1,1 ml al día el cual se distribuye en 6 puntos, aunque sea una dosificación pequeña, el hacerlo constante va generando que la guía se mantenga lubricada y no aumente el desgaste como la temperatura.

12.2 MEJORA EN LA MATRIZ DE LUBRICACIÓN

A través de los análisis desarrollados anteriormente, la implementación del sistema automatizado genera beneficios tanto en lubricación, mantención y producción. En el área de lubricación, se ve disminuido el porcentaje de actividades en la matriz de Bel-Ray, gracias a esto, los técnicos lubricadores requieren menos tiempo para realizar actividades y todo es ellevado a inspecciones de componentes y líneas, algo sumamente importante para la detención, seguridad, salud, contaminación del equipo, en la siguiente tabla se ve la comparación y disminución del punto más importante de la implementación:

Línea	Equipo	Componente	Pto. Lubricación	Cantidad	M. Lubricante	Lubricante	Actividad	Intervalo (días)	Consumo Estimado (g-ml)	Tiempo Estimado (min)
Línea Bosch	Bosch 1	Envasadora	Guías	6	Bel-Ray	No-Tox HD Food Grade Oil 68	Aplicación de aceite	7	40	20
Línea Bosch	Bosch 2	Envasadora	Guías	6	Bel-Ray	No-Tox HD Food Grade Oil 68	Aplicación de aceite	7	40	20
Línea Bosch	Bosch 1	Envasadora	Sistema centralizado de lubricación	6	Bel-Ray	No-Tox HD Food Grade Oil 68	Inspección de componente	7	0	5
Línea Bosch	Bosch 2	Envasadora	Sistema centralizado de lubricación	6	Bel-Ray	No-Tox HD Food Grade Oil 68	Inspección de componente	7	0	5

Tabla 12-1: Comparación den la matriz de lubricación

Fuente: Elaboración Propia

La disminución de actividades ayuda a la optimización del tiempo de los técnicos lubricadores para realizar actividades en los equipos, la implementación de sistemas automatizados ayudan a agiliar el proceso de lubricación de los equipos y al mismo tiempo, genera una mejora con mayor confiabilidad, algo que al mandante siempre le es satisfactorio.

12.3 NUEVO ANÁLISIS DE CRITICIDAD AJUSTADO

Tal como se puede apreciar en el análisis anterior, a pesar de que la inversión es alta, los beneficios esperados están a la altura y la inversión se recupera en un corto periodo, esto gracias a la ventaja de automatizar los sistemas que sean más críticos, para expresar de mejor manera estos se analizará de manera semicuantitativa la criticidad del equipo, adaptando la matriz de criticidad como modelo “*Métodos de Análisis de Criticidad y Jerarquización de Activos Parra, C. & Crespo, A. Draft-Vol.-5-Sept.-2012*” para nuestro enfoque, esta aplicación buscará llevar el análisis a un contexto más cercano:

Inicialmente se detallarán los nuevos parámetros de la matriz:

$CTR = FF \times C$ Donde:

CTR: Criticidad total por Riesgo

FF: Frecuencia de fallos (rango de fallos en un tiempo determinado (fallos/año))

C: Consecuencias de los eventos de fallos

Donde se supone además que el valor de las consecuencias (C), se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$C = (IO \times FO) + CM + SHA$$

Siendo:

IO = Factor de impacto en la producción

FO = Factor de flexibilidad operacional

CM = Factor de costes de mantenimiento

SHA = Factor de impacto en seguridad, higiene y ambiente

La expresión final del modelo de priorización de CTR será la siguiente:

$$CTR = FF \times ((IO \times FO) + CM + SHA)$$

Los factores ponderados de cada uno de los criterios a ser evaluados por la expresión del riesgo (3) se presentan a continuación:

Factor de Frecuencia de Fallos (FF) (escala 1 - 5)

- 4: Frecuente: mayor a 100 eventos al año.
- 3: Promedio: 70 y 100 eventos al año.
- 2: Bueno: entre 30 y un 70 evento al año.
- 1: Excelente: menos de 30 eventos al año.

Factores de Consecuencias o Impacto Operacional (IO) (escala 1 - 10)

- 10: Pérdidas de producción superiores al \$5.500.001.
- 7: Pérdidas de producción entre \$4.000.001 y \$5.500.000.
- 5: Pérdidas de producción entre el \$2.500.001 y \$4.000.000.
- 3: Pérdidas de producción entre el \$1.000.001 y \$2.500.000.
- 1: Pérdidas de producción menor al \$1.000.000.

Impacto por Flexibilidad Operacional (FO) (escala 1 - 4)

- 4: No se cuenta con unidades de reserva para cubrir la producción, tiempos de reparación y logística muy grandes.
- 3: No se cuenta con todas las unidades de reserva, pero se logra cubrir de forma parcial, tiempo de reparación y logística intermedios.
- 2: Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de forma parcial el impacto de producción, tiempos de reparación y logística bajos.
- 1: Se cuenta con unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y logística pequeños.

Impacto en Costes de Mantenimiento y Lubricación (CM) (escala 1 - 2)

- 4: Costes de reparación, materiales y mano de obra superiores a 300.001 pesos.
- 3: Costes de reparación, materiales y mano de obra inferiores a 300.000 pesos.
- 2: Costes de reparación, materiales y mano de obra inferiores a 180.000 pesos.
- 1: Costes de reparación, materiales y mano de obra inferiores a 80.000 pesos.

Impacto en Seguridad, Higiene y Ambiente (SHA) (escala 1 - 7)

- 6: Riesgo alto de quemaduras, daños graves de contaminación al producto, riesgo alto en producción de desechos tóxicos (Paños contaminados, aceite), fugas por exceso de aceite.
- 4: Riesgo medio de quemadura, daños importantes de contaminación al producto, riesgo intermedio en producción de desechos tóxicos (Paños contaminados, aceite), fuga controlable de aceite.

- 3: Riesgo mínimo de quemadura, (recuperable en el corto plazo) contaminación mínima con el producto, riesgo bajo de generación de desechos tóxicos, fugas fáciles de contener y/o repetitivas.
- 1: No existe ningún riesgo de quemadura, no hay contaminación con el producto, se generan residuos mínimos, no presenta fugas.

Con esta nueva matriz, analizaremos nuevamente el impacto que se genera en primera instancia con el antiguo procedimiento, luego con el nuevo procedimiento y finalmente con el pronóstico de reducción de fallas:

Donde:

CTR: Criticidad total del riesgo	Datos en terreno
• <u>FF: Frecuencia de fallas</u>	: (4) “mayor a 100 fallas al año”
• <u>IO: Impacto operacional</u>	: (5) “perdidas entre \$2.5 y 5M”
• <u>FO: Factor de flexibilidad operacional</u>	: (3) “tiempos intermedios”
• <u>CM: Factor de costos de mantenimiento</u>	: (2) “menores 180.000”
• <u>SHA: Factor de seguridad, medio ambiente e higiene</u>	: (3) “Riesgos mínimos”

$$CTR = FF * ((IO \times FO) + CM + SHA)$$

$$CTR = 4 * ((5 \times 3) + 2 + 3)$$

$$CTR = 60$$

Por otro lado, luego de la implementación obtenemos:

CTR: Criticidad total del riesgo	Datos en terreno
• <u>FF: Frecuencia de fallas</u>	: (3) “Fallas entre 70 y 100”
• <u>IO: Impacto operacional</u>	: (3) “perdidas entre \$1 y 2.5M”
• <u>FO: Factor de flexibilidad operacional</u>	: (2) “tiempos bajos”
• <u>CM: Factor de costos de mantenimiento</u>	: (1) “menores 80.000”

- SHA: Factor de seguridad, medio ambiente e higiene : (1) “Riesgos mínimos”

$$CTR = FF * ((IO \times FO) + CM + SHA)$$

$$CTR = 3 * ((3 \times 2) + 1 + 1)$$

$$CTR = 24$$

CTR: Criticidad total del riesgo

Datos en terreno

- FF: Frecuencia de fallas : (3) “Fallas entre 70 y 100”
- IO: Impacto operacional : (3) “perdidas entre \$1 y 2.5M”
- FO: Factor de flexibilidad operacional : (2) “tiempos bajos”
- CM: Factor de costos de mantenimiento : (1) “menores 80.000”
- SHA: Factor de seguridad, medio ambiente e higiene : (1) “Riesgos mínimos”

$$CTR = FF * ((IO \times FO) + CM + SHA)$$

$$CTR = 2 * ((3 \times 1) + 1 + 1)$$

$$CTR = 10$$

4	40	80	120	160	200
3	30	60	90	120	150
2	20	40	60	80	100
1	10	20	30	40	50
0	10	20	30	40	50

Ilustración 12-2: Matriz de criticidad

Fuente: Elaboración Propia

Con este nuevo modelamiento, se obtuvo como resultado una criticidad de 60 para la metodología manual 24 para la automatizada y 10 para el pronóstico, esto permite confimar las hipótesis formuladas al inicio del proyecto donde se seleccionaba el componente por su impacto, dando mas peso a ventajas que no se mostraban en un inicio y gracias a esto podemos apreciar la ventaja que provee un sistema automatizado de lubricación, generando no solo una reducción de fallas, sino también evitando accidentes y daños al producto, dándole a la empresa, un mayor beneficio en lo que respecta a salud y medio ambiente reduciendo la posibilidad de contaminación al producto, evitando el exceso de residuos y quemaduras, por otro lado, la implementación genera una ventaja significativa a la hora de reducir tiempos muertos para intervenir el equipo, se limita solamente a inspecciones y se puede programar de mejor forma los tiempos de intervención para su inspección general de componentes.

A modo de mantenimiento industrial, se genera un aumento en la vida útil del evitando el desgaste y el roce excesivo, si esto se realiza de buena manera se pueden obtener ganancias a largo plazo en mantenciones generales que estarán ligadas al cambio de componentes, como también reducción de mantenimiento programado.

A modo de resumen, todo se ve reducido en el siguiente gráfico:

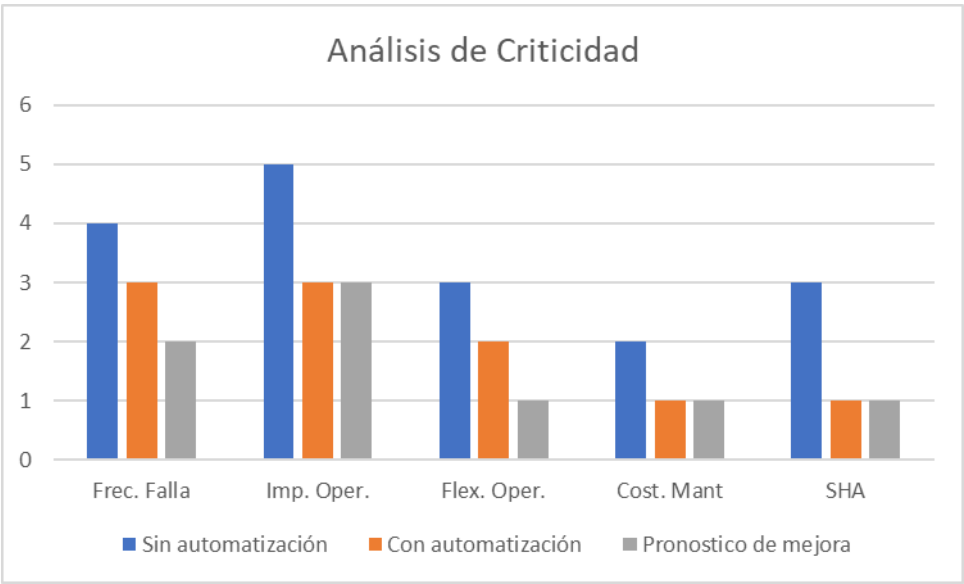


Gráfico 12-2: Comparación Análisis de Criticidad
Fuente: Elaboración Propia

12.4 PROPUESTAS DE MEJORA

A lo largo del informe, se ha abarcado lo significativo que ha sido la implementación de la mejora, en ámbitos de producción, mantenimiento, seguridad, medio ambiente, entre otros ámbitos, la propuesta cumple con las expectativas de todos los departamentos de Carozzi Caramelos, con una instalación que ronda alrededor de los 2 millones de pesos, y ganancias al año es de alrededor de 1.2 y 2.2 millones en producción solamente, sin considerar la disminución de gastos en el ámbito de mantenimiento y de lubricación, donde la reducción se ve reflejada en alrededor de 200.000 mil pesos al año, siendo una propuesta sumamente llamativa y de rápida recuperación de capital, fácil de mantener y con varios años de uso en los que solo se deberán reemplazar componentes.

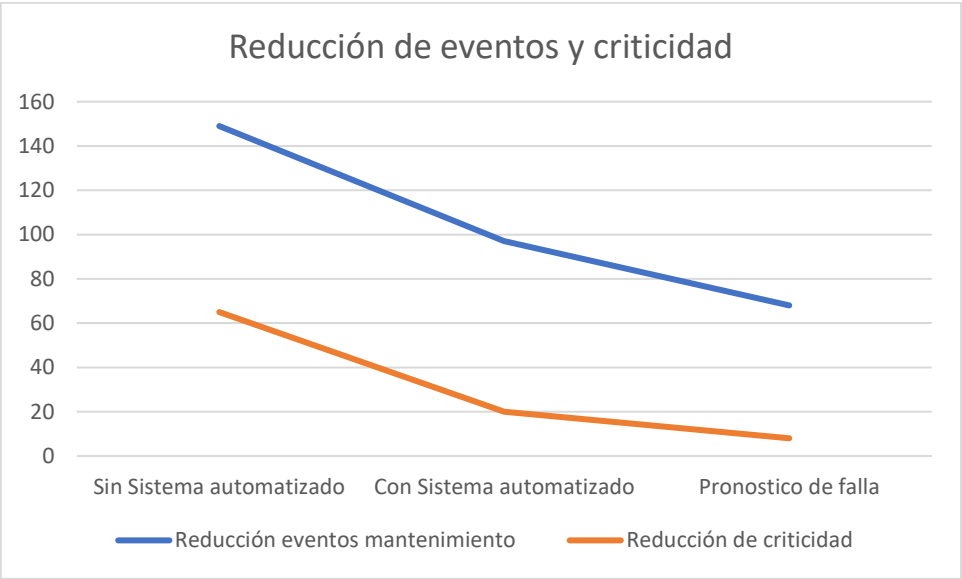


Gráfico 12-3: Reducción de eventos y criticidad
Fuente: Elaboración Propia

Dado esto, en el área de envasado de goma, existen 5 o 6 equipos con el mismo tipo de guías, con el funcionamiento parecido, donde también se pueden implementar estos sistemas automatizados de rápida instalación y recuperación de inversión, si proyectamos esto para otras máquinas, sería el mismo resultado ventajoso, lo que genera una oportunidad de venta para Bel-Ray y una oportunidad de mejora para Carozzi, con la ventaja de que en auditorías internas les exigen mejorar sus sistemas productivos constantemente hace que las implementaciones ya estén en conversaciones, por otro lado, se generó un pronostico de mejora en los nuevos equipos, donde la inversión es mas barata, por tanto, se recupera de forma mas rapida.

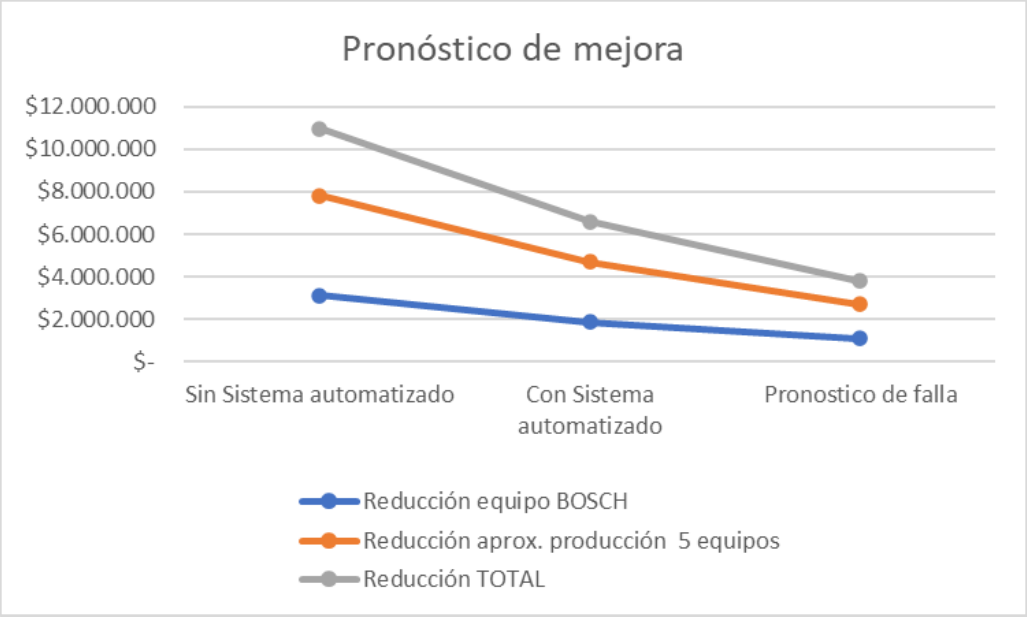


Gráfico 12-4: Pronóstico de mejora
Fuente: Elaboración Propia



Ilustración 12-3: Equipos de Planta Caramelos
Fuente: Elaboración Propia

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las herramientas de gestión del mantenimiento suelen tener poco peso en las grandes industrias, no en todas por su puesto, pero muchas de ellas intentan aplicar directamente grandes metodologías que les generen beneficios en el corto y mediano plazo, dependiendo del horizonte de cada empresa.

Los sistemas automatizados son el futuro de toda empresa, la optimización de procesos para disminuir las intervenciones de mantenimientos son metodologías que en un futuro abarcarán mucho de los procesos productivos, por lo que cada empresa ira llegando a este nivel de forma paulatina y aprovechando siempre sus temas monetarios.

Carozzi a dado un paso adelante con estos sistemas automatizados y las mejoras que propone Bel-Ray para sus instalaciones, ha mejorado sus sistemas de envasadoras dandole mayor confiabilidad a sus operaciones, gracias al trabajo en conjunto con los técnicos, se ha producido una gran venta de sistemas automatizados que ayduan al avance tecnologico y dan peso a las auditorías internas de Carozzi.

Un modelo de gestión bien aplicado puede significar beneficios a largo plazo en muchos sentidos como infraestructura, activos, recursos humanos, producción, entre muchas otras, que requiere niveles de conocimiento de los procesos, trabajos en conjunto de áreas, procesos largos de implementación e investigación de los resultados, todo esto conlleva detrás costos que sin estar justificados, difícilmente son apoyados en las empresas.

En esta área en especial, se buscó trabajar el modelo de gestión del mantenimiento a través de la implementación de la mejora en una planta alimenticia, siguiendo el modelo de gestión se generaron distintos puntos de vista del proyecto que no estaban considerados en el inicio y que presentan beneficios que se pueden replicar a otras áreas.

Este proyecto abre paso a grandes herramientas que pueden ser utilizadas en un futuro cercano en las industrias que pueda desempeñar la labor de mantenedor y ayudan a entender de mejor manera como analizar los procesos de manera sistemática y metódica.

En este proyecto, se deja en claro todas las herramientas de gestión utilizadas, todas las metodologías que se requieren y todo el trabajo detrás del estudio que generan conclusiones y recomendaciones para el lugar de trabajo, investigando además partes profundas de la empresa en la cual no había conocimiento alguno, todo con el fin de complementar la carrera y la tesis para entrar al mundo laboral más completo.

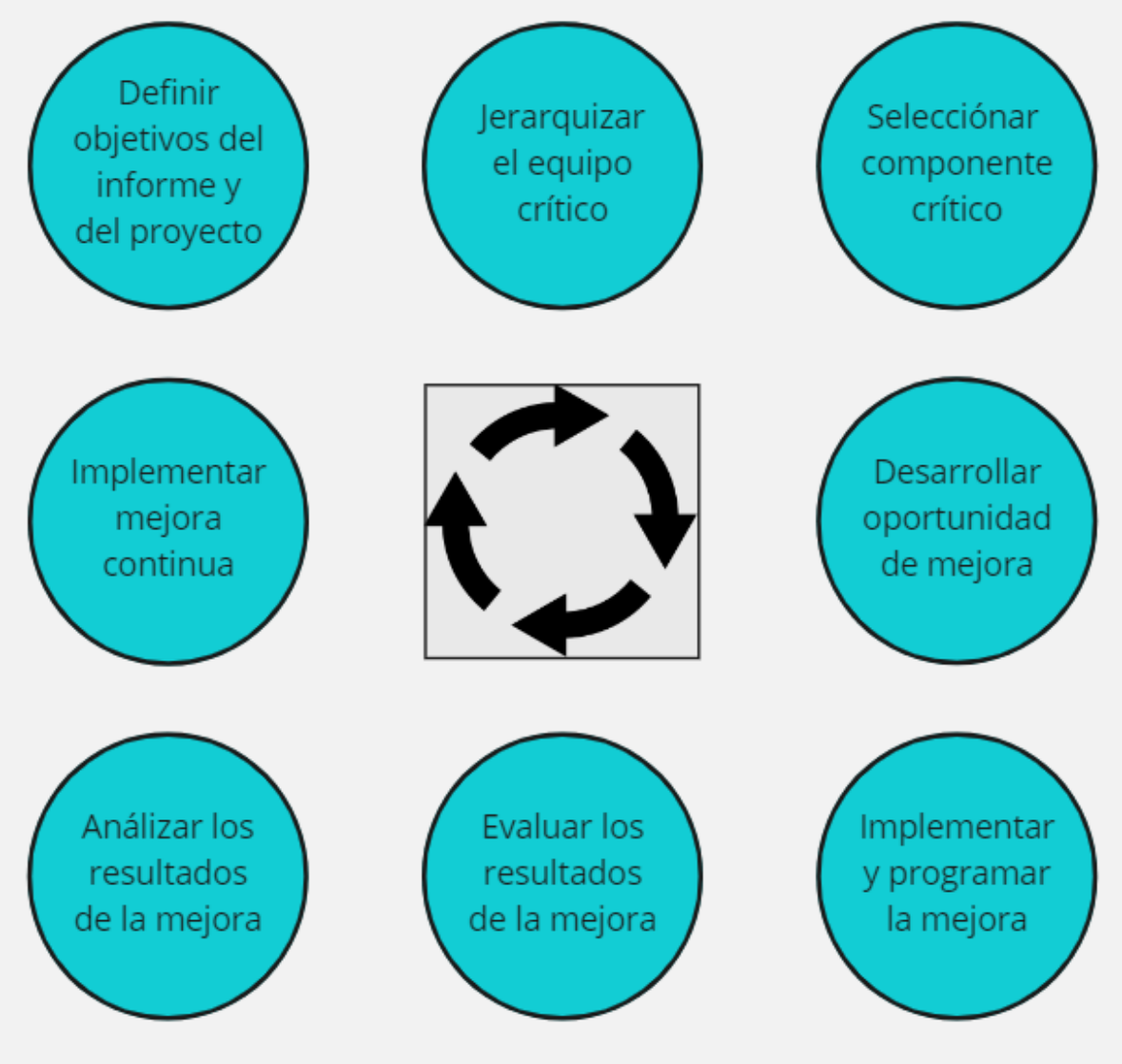


Ilustración 13-1: Modelo de mejora
Fuente: Elaboración Propia

14. BIBLIOGRAFÍA

<https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:55001:ed-1:v1:es>

[https://www.researchgate.net/publication/342926771 Metodos de Analisis de Criticidad y Jerarquizacion de Activos](https://www.researchgate.net/publication/342926771_Metodos_de_Analisis_de_Criticidad_y_Jerarquizacion_de_Activos)

<https://planning.geslub.cl/login>

15. ANEXOS

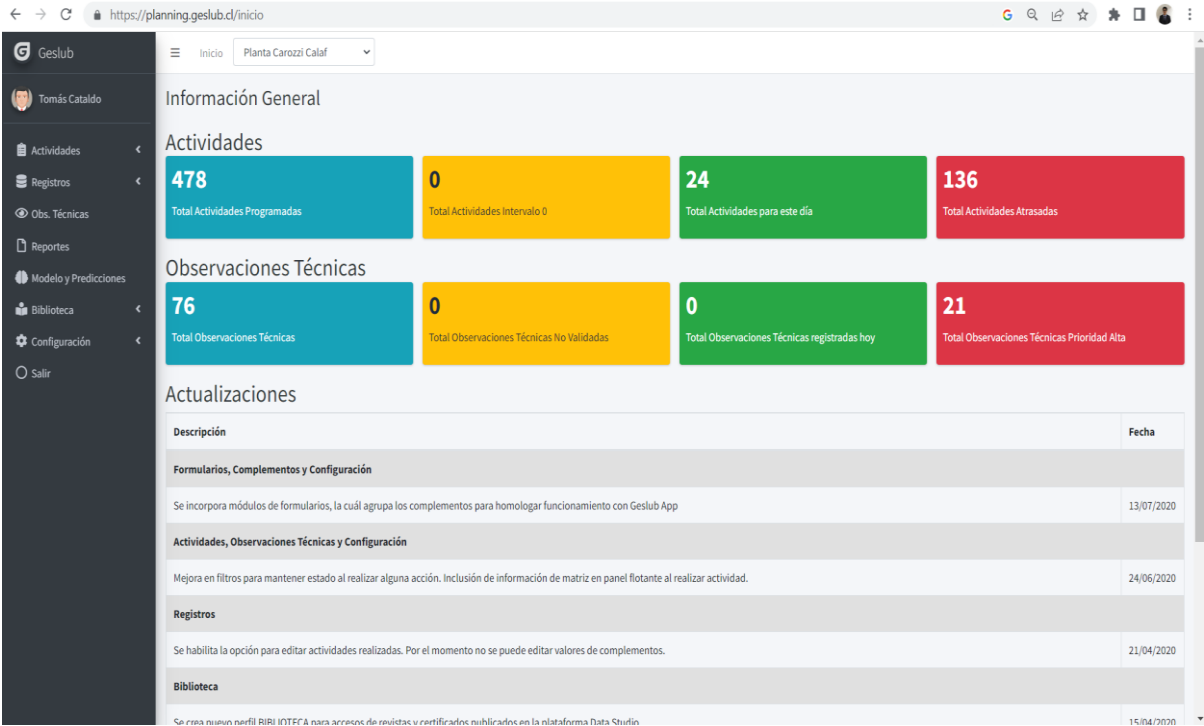


Ilustración 15-1: GESLUB

Fuente: Elaboración Propia

Valparaíso, Septiembre de 2021

Señores

CAROZZI REÑACA Presente

Ref.: **INSTALACIÓN SISTEMA CENTRALIZADO ENVASADORA BOSCH 1 Y BOSCH 2**

At.: Sr. Rolando Pacheco

Estimado don Rolando:

Buenas tardes, de acuerdo a la solicitud presentada por usted a través de la Srta. Rosa Chamorro, adjunto encontrará Propuesta completa por el SCL a instalar en el equipo BOSCH, considerando 2 líneas como BOSCH 1 Y BOSCH 2.

En la propuesta que le indico usted, podrá encontrar, imágenes con las indicaciones de los puntos a lubricar y que generarán un mejoramiento considerable en sus líneas de mantención y producción. Se consideran 2 sistemas, debido a que como pudimos detectar en terreno, la detención del equipo se puede generar en formar paralela, es decir, detener 1 de las líneas mientras la otra sigue funcionando en forma independiente.

Agradezco enormemente su consideración e invitación a participar en esta propuesta.

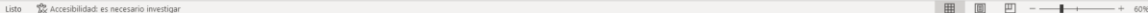
Saludos cordiales.

Dina Figueroa M.
Mejoramiento Continuo

c.c. . Gerencia Regional (Sr. Sandro Guerrero)
Jefe Zonal (Sr. Claudio Sepúlveda)
Ingeniero Mejoramiento continuo (Sr. Jorge Andrés Campos)

Ilustración 15-2: Propuesta de mejora BOSCH

Fuente: Documentación Bel-Ray



Fuente: Elaboración Propia