



UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAGISTER EN INGENIERIA INDUSTRIAL

**METODOLOGÍA DE AUDITORIA DE MANTENIMIENTO
UNA HERRAMIENTA RELEVANTE PARA LA EFICIENCIA DE LOS
PROCESOS DE GESTIÓN DE ACTIVOS.**

PAULINA ANGELICA INOSTROZA ZUÑIGA

PROFESOR GUÍA: JOSÉ LUIS MUÑOZ PINCHEIRA

TRABAJO DE TESIS PRESENTADO EN CONFORMIDAD
A LOS REQUISITOS PARA OBTENER EL GRADO DE
MAGISTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

CONCEPCION – CHILE
2016.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco sinceramente a las personas que hicieron posible la elaboración de este proyecto, a UNAB por esta grandiosa experiencia de aprendizaje y colaboración con profesionales de otras áreas, a mi profesor guía don José Luis Muñoz por su ayuda y enseñanza, a CAP Acero por dejarme ser parte de su equipo de trabajo y a muchos otros colaboradores que de una u otra forma aportaron a este proyecto.

Quiero también agradecer a mi familia y mi novio, por su comprensión, amor, paciencia y ayuda para poder cumplir esta etapa en nuestras vidas.

Por último y lo más importante es agradecerle a DIOS por guiar mi camino y darme energía para seguir adelante.

METODOLOGÍA DE AUDITORIA DE MANTENIMIENTO, UNA HERRAMIENTA RELEVANTE PARA LA EFICIENCIA DE LOS PROCESOS DE GESTIÓN DE ACTIVOS.

Paulina Angélica Inostroza Zúñiga

Bajo la supervisión del profesor José Luis Muñoz Pincheira

RESUMEN

El mantenimiento mirado bajo la metodología de gestión de activos es una herramienta potente que aporta beneficios muy importantes para el sector industrial. Junto con esto, es relevante poder controlar los procesos de ejecución de las tareas que se llevan a cabo para cumplir con estándares eficientes de calidad y de ahí nace la necesidad de auditar los protocolos de trabajo para las distintas áreas que controlan el mantenimiento ya sea mecánico, eléctrico, etc.

La auditoría de mantenimiento realizada en el Laminador de Barras Rectas (LBR) de CAP Acero es un estudio crítico y sistemático que reúne información del estado actual del mantenimiento y de los protocolos de trabajo de las distintas áreas que en él participan, con la finalidad de aportar con una opinión independiente y competente.

Se logra reunir información actualizada de normativas mundialmente utilizadas en el área de gestión de activos industriales tales como ISO 19011, Pas 55 e ISO 55000 que son la base para llevar a cabo un sistema de auditoría de mantenimiento.

Se realiza este estudio desarrollando la metodología de auditoría de mantenimiento propuesta para el LBR la cual contempla una estructura de seis pasos a seguir, partiendo por definir el organismo a estudiar, continuando con la revisión de los factores auditados y por último con la revisión de las no conformidades por área, donde se encontraron 39 observaciones, de las cuales el 26 % pertenecen a la estrategias del mantenimiento que reúne área mecánica y eléctrica, con bases en común principalmente falencias en planificación, gestión, comunicación y documentación

Se hace hincapié en que esta auditoría debe realizarse de forma periódica, para así revisar y mejorar los factores auditados. Optimizando el uso de los recursos y la eficiente colaboración entre las distintas áreas que participan en el mantenimiento del LBR.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1 AUDITORÍA UNA HERRAMIENTA CLAVE EN MANTENIMIENTO | 2 |
| 2 IMPORTANCIA DE LA AUDITORÍA DE MANTENIMIENTO AL LBR | 4 |
| 3 BREVE DISCUSIÓN BIBLIOGRÁFICA..... | 5 |
| 3.1 GESTIÓN, MANTENCIÓN Y CALIDAD, VARIABLES DETERMINANTES EN EL PROCESO PRODUCTIVO..... | 5 |
| 3.2 LA IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO..... | 5 |
| 3.3 GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA MANTENER LA DISPONIBILIDAD OPERATIVA..... | 6 |
| 3.4 LA AUDITORÍA..... | 7 |
| 3.5 TIPOS DE AUDITORÍAS | 9 |
| 3.6 LA AUDITORÍA DE MANTENIMIENTO..... | 10 |
| 3.7 PARA QUÉ SIRVE UNA AUDITORÍA DE MANTENIMIENTO..... | 11 |
| 3.8 EMPRESAS Y SECTORES INTERESADOS EN LA REALIZACIÓN DE AUDITORÍAS DE GESTIÓN | 12 |
| 3.9 PROBLEMAS HABITUALES QUE SUELEN DETECTARSE EN UNA AUDITORÍA DE GESTIÓN | 12 |
| 4 CONTRIBUCIÓN DEL TRABAJO | 14 |
| 5 OBJETIVOS | 15 |
| 5.1 OBJETIVO GENERAL..... | 15 |
| 5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 15 |
| 6 PROPUESTA METODOLÓGICA..... | 16 |
| 7 DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN | 17 |
| 7.2 DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD BAJO ESTUDIO | 18 |
| 7.3 ETAPAS DEL PROCESO DE LAMINACIÓN DE BARRAS RECTAS..... | 20 |
| 7.4 PRODUCTOS..... | 23 |
| 8 NORMAS DE AUDITORÍAS DE MANTENIMIENTO..... | 24 |
| 8.1 NORMATIVAS ACTUALMENTE EXISTENTES EN EL MUNDO | 24 |
| 8.2 ISO 19011 | 24 |
| 8.2 PAS 55 | 27 |
| 8.3 ISO 55000..... | 29 |
| 9 REALIDAD ACTUAL DEL MANTENIMIENTO Y PROCESO DE AUDITORÍA EN EL LBR..... | 30 |
| 10 DESARROLLO DEL MODELO DE AUDITORÍA DE MANTENIMIENTO APLICADO AL LBR. | 31 |
| PASO N° 1: AUDITORÍA DE MANTENIMIENTO LAMINADOR BARRAS RECTAS CAP ACERO..... | 31 |
| PASO N° 2: OBJETIVO: REVISAR EL ESTADO ACTUAL DEL MANTENIMIENTO..... | 31 |
| PASO N° 3 DEFINIR LOS FACTORES A AUDITAR..... | 31 |
| PASO N° 4 PROCESAR LOS FACTORES AUDITADOS | 31 |

| | |
|---|------------|
| <i>1. Recursos gerenciales, aspectos de motivación y comunicación.....</i> | <i>32</i> |
| <i>2. Sistemas de manejo de la información de LBR</i> | <i>33</i> |
| <i>3. Tecnologías aplicadas al mantenimiento preventivo y predictivo.....</i> | <i>38</i> |
| <i>4. Estrategias de mantenimiento</i> | <i>41</i> |
| <i>5. Control de calidad en mantenimiento.....</i> | <i>61</i> |
| <i>6. Procesos de soporte (repuestos).....</i> | <i>62</i> |
| <i>7. Integración entre mantenimiento y producción.....</i> | <i>65</i> |
| <i>8. Metodologías de ingeniería y fiabilidad.....</i> | <i>67</i> |
| PASO N° 5 ANALIZAR LOS FACTORES AUDITADOS..... | 70 |
| PASO N° 6 RESULTADOS DE LA AUDITORÍA DE MANTENIMIENTO AL LBR..... | 77 |
| 11 DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES GENERALES..... | 79 |
| 12 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS..... | 80 |
| 13 ANEXOS..... | 82 |
| <i>Anexo A Resumen Informe de Gestión Laminador de Barras Rectas.....</i> | <i>83</i> |
| <i>Anexo B Conjuntos equipos LBR.....</i> | <i>84</i> |
| <i>Anexo C Equipos Críticos del Laminador de Barras Rectas.....</i> | <i>93</i> |
| <i>Anexo D Criticidad equipos LBR</i> | <i>96</i> |
| <i>Anexo E Incorporación y clasificación de materiales</i> | <i>104</i> |
| <i>Anexo F Artículo propuesto</i> | <i>108</i> |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA N° 1 NORMAS DE AUDITORÍA FUENTE: COMPENDIO DE AUDITORÍA, 2008..... | 8 |
| FIGURA N° 2 PROCEDIMIENTO GENERAL DE IMPLANTACIÓN DE UNA AUDITORÍA. FUENTE: INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO Y FIABILIDAD EN LA GESTIÓN DE ACTIVOS, 2012..... | 16 |
| FIGURA N° 3 DIAMETROS DE BARRAS OBTENIDAS EN LBR. FUENTE: CAP ACERO, 2016..... | 19 |
| FIGURA N° 4 LAYOUT LAMINADOR BARRAS RECTAS. FUENTE: CAP ACERO, 2016..... | 20 |
| FIGURA N° 5 PRODUCTOS, BARRAS PARA LA MINERÍA. FUENTE: CAP ACERO, 2016..... | 23 |
| FIGURA N° 6 PRODUCTOS, BARRAS PARA LA CONSTRUCCIÓN. FUENTE: CAP ACERO, 2016..... | 23 |
| FIGURA N° 7 PROGRAMA AUDITORÍA SEGÚN NORMA ISO 19011:2002 FUENTE: ISO 19011, 2002... | 25 |
| FIGURA N° 8 ACTIVIDADES TÍPICAS DE AUDITORÍA FUENTE: ISO 19011, 2011..... | 26 |
| FIGURA N° 9 ESQUEMA DE INTERCONEXIÓN DEL MANTENIMIENTO. FUENTE: PAS 55, 2016..... | 27 |
| FIGURA N° 10 ESTRUCTURA EL SISTEMA DE GESTIÓN FUENTE: PASS 55, 2016..... | 28 |
| FIGURA N° 11 REQUISITOS Y ALCANCES DE LA NORMA ISO 55000. FUENTE: ISO 55000, 2016..... | 29 |
| FIGURA N° 12 PROCEDIMIENTO GENERAL DE IMPLANTACIÓN DE UNA AUDITORÍA APLICADO AL LBR, FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA..... | 30 |
| FIGURA N° 13 SERVIDOR MELI FUENTE: CAP ACERO, 2016..... | 34 |
| FIGURA N° 14 PI SYSTEM FUENTE: CAP ACERO, 2016..... | 34 |
| FIGURA N° 15 SHAREPOINT FUENTE: CAP ACERO, 2016..... | 35 |
| FIGURA N° 16 PI SYSTEM FUENTE: CAP ACERO, 2016..... | 35 |
| FIGURA N° 17 MES FUENTE CAP ACERO, 2016..... | 36 |
| FIGURA N° 18 INTRANET FUENTE: CAP ACERO, 2016..... | 36 |
| FIGURA N° 19 ORGANIZACIÓN ÁREA DEL MANTENIMIENTO LBR, FUENTE: CAP ACERO, 2016... | 41 |
| FIGURA N° 20 PLAN DE MANTENIMIENTO MECÁNICO LBR FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ... | 42 |
| FIGURA N° 21 CREACIÓN ORDENES CORRECTIVAS EN SAP FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. ... | 44 |
| FIGURA N° 22 NIVELES ESTADO VIBRACIÓN FUENTE: REAM, 2016..... | 47 |
| FIGURA N° 23 EXTRACTO INFORME MANTENIMIENTO PREDICTIVO FUENTE REAM, 2016..... | 48 |
| FIGURA N° 24 INFORME ANÁLISIS ACEITE FUENTE: CAP ACERO, 2016..... | 51 |
| FIGURA N° 25 PLAN OPERATIVO ACCIONES CORRECTIVAS FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA ... | 52 |
| FIGURA N° 26 INDICADORES DE DESEMPEÑO LUBRICANTES LBR FUENTE CAP ACERO, 2016.... | 53 |
| FIGURA N° 27 ORGANIZACIÓN ELÉCTRICA EN EL LBR FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2016... | 54 |
| FIGURA N° 28 FLUJO ORDENES INSPECTIVOS FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2016..... | 55 |
| FIGURA N° 29 FLUJO ORDENES MANTENCIÓN FUENTE ELABORACIÓN PROPIA, 2016..... | 56 |
| FIGURA N° 30 CICLO DE MEJORA CONTINUA DE E. DEMING FUENTE: CAP ACERO, 2016..... | 56 |
| FIGURA N° 31 PROCESO ANÁLISIS FALLAS ELÉCTRICA, FUENTE CAP ACERO, 2016..... | 57 |
| FIGURA N° 32 ORGANIGRAMA PRODUCCIÓN LBR FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2016..... | 65 |
| FIGURA N° 33 ORGANIGRAMA INGENIERÍA FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2016..... | 67 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS.

| | |
|---|----|
| GRÁFICO N° 1 PRODUCCIÓN BARRAS FUENTE: CAP ACERO, 2016. | 19 |
| GRÁFICO N° 2 ÓRDENES DE MANTENIMIENTO MECÁNICO. FUENTE: CAP ACERO, 2016. | 45 |
| GRÁFICO N° 3 FALLAS VIBRACIONES ZONAS SISTEMAS FUENTE: REAM, 2016..... | 49 |
| GRÁFICO N° 4 FALLAS VIBRACIONES ZONA DESBASTE FUENTE: REAM, 2016..... | 49 |
| GRÁFICO N° 5 CRITICIDAD EQUIPOS LBR FUENTE ELABORACIÓN PROPIA, 2016. | 60 |
| GRÁFICO N° 6 REPUESTOS DE EQUIPOS CRÍTICOS FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2016. | 64 |
| GRÁFICO N° 7 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE FACTORES AUDITADOS. | 76 |
| GRÁFICO N° 8 NO CONFORMIDADES POR ÁREA FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2016. | 77 |
| GRÁFICO N° 9 CLASIFICACIÓN NO CONFORMIDADES FUENTE:ELABORACIÓN PROPIA, 2016. | 78 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| TABLA N° 1 RECURSOS GERENCIALES, ASPECTOS DE MOTIVACIÓN Y COMUNICACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2016. | 32 |
| TABLA N° 2 SISTEMAS DE INFORMACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2016. | 37 |
| TABLA N° 3 TECNOLOGÍA APLICADA AL MANTENIMIENTO PREDICTIVO FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2016. | 40 |
| TABLA N° 4 CLASE ORDENES MANTENIMIENTO MECÁNICO. FUENTE: CAP ACERO, 2016. | 45 |
| TABLA N° 5 MANTENIMIENTO MECÁNICO FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2016. | 46 |
| TABLA N° 6 PLAN MATRIZ DE VIBRACIONES FUENTE REAM, 2016. | 48 |
| TABLA N° 7 PROGRAMA MUESTRAS ACEITE FUENTE: INGENIERO IN HOUSE COPEC, 2016. | 50 |
| TABLA N° 8 MANTENIMIENTO PREDICTIVO FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2016. | 53 |
| TABLA N° 9 MANTENIMIENTO ELÉCTRICO FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2016. | 57 |
| TABLA N° 10 CONTROL DE CALIDAD FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2016. | 61 |
| TABLA N° 11 CLASIFICACIÓN REPUESTOS FUENTE: CAP ACERO, 2016. | 63 |
| TABLA N° 12 REPUESTOS CRÍTICOS LBR FUENTE: CAP ACERO, 2016. | 63 |
| TABLA N° 13 REPUESTOS FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2016. | 64 |
| TABLA N° 14 MANTENIMIENTO Y PRODUCCIÓN FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2016. | 66 |
| TABLA N° 15 ORGANIZACIÓN EN FUNCIÓN DEL MANTENIMIENTO FUENTE: MAINTENANCE ENGINEERING HANDBOOK 7TH ED. MCGRAW-HILL, 2008 | 68 |
| TABLA N° 16 CONFIABILIDAD FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2016. | 69 |
| TABLA N° 17 COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA MEDIDA CORRECTIVA | 70 |
| TABLA N° 18 TIEMPO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA MEDIDA CORRECTIVA | 70 |
| TABLA N° 19 CATEGORIZACIÓN FACTORES AUDITADOS | 70 |
| TABLA N° 20 ANÁLISIS DE CRITICIDAD FACTORES AUDITADOS | 71 |
| TABLA N° 21 NO CONFORMIDADES POR ÁREA FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2016. | 77 |
| TABLA N° 22 CLASIFICACIÓN NO CONFORMIDADES FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2016. | 78 |

1 INTRODUCCION

El mantenimiento es un factor determinante en la operatividad de los equipos industriales en todos los procesos productivos pero la realidad muestra que este es visto en general solo como un centro de costos. Los beneficios económicos de la aplicación de una gestión óptima de mantenimiento se ven en otras áreas tales como producción, calidad y en la reducción de capital detenido en equipos y repuestos (Pascual, 2005).

El presente proyecto apunta a abordar el tema de auditoría de mantenimiento de forma metódica, se relacionan las distintas áreas de trabajo que se ven involucradas, revelando la realidad del mantenimiento actual y obteniendo resultados concretos del estado del Laminador de Barras Rectas (LBR) de CAP Acero.

Se establece una metodología de auditoría simple, fácil de aplicar y que involucre aspectos fundamentales de la gestión de activos de mantenimiento.

Esto con la finalidad de mejorar la calidad del producto que está directamente relacionada con el proceso de mantenimiento y de cómo se lleva a cabo. Ese será el foco principal de este proyecto el cual será revisado en una auditoría que incorporará distintas áreas del Laminador de Barras en CAP Acero, la cual apoyará la gestión del departamento de mantención.

1.1 Auditoría una herramienta clave en mantenimiento

La necesidad de utilizar la auditoría como una herramienta clave para mejorar la eficiencia de los procesos productivos, nos lleva a revisar el rol del mantenimiento industrial.

El papel del mantenimiento es incrementar la confiabilidad de los sistemas de producción al realizar actividades, tales como planeación, organización, control y ejecución de métodos de conservación de los equipos, y sus funciones van más allá de las reparaciones. Su valor se aprecia en la medida en que estas disminuyan como resultado de un trabajo planificado y sistemático con apoyo y recursos de una política integral de los directivos (Mora, 1999).

El proceso de gestión de mantenimiento se puede dividir en dos partes principales:

- i) La definición de la estrategia de mantenimiento;
- ii) La implementación de la estrategia de mantenimiento.

La primera de estas partes, el proceso de definición de la estrategia de mantenimiento, requiere la definición de los objetivos de mantenimiento como “input” del mismo. Obviamente, los objetivos de mantenimiento dimanar directamente del plan de negocio de la organización en cuestión. Diseñar estrategias de mantenimiento que estén alineadas con los planes de negocio es un aspecto clave y condiciona la consecución de los objetivos del mantenimiento y en última instancia los reseñados en el plan de negocio de la organización.

La segunda parte del proceso, la implementación de la estrategia tiene un distinto nivel de importancia y tienen que ver con nuestra habilidad para asegurar niveles adecuados de formación del personal, de preparación de los trabajos, con la selección de las herramientas adecuadas para realizar las diferentes tareas o, por ejemplo, con el diseño y consecución de la ejecución a tiempo de los diferentes programas de mantenimiento. (Parra, 2012).

En las últimas décadas, las estrictas normas de calidad y la presión competitiva han obligado a las empresas a transformar sus departamentos de mantenimiento. Estos cambios suponen pasar de ser un departamento que realiza reparaciones y cambia piezas o máquinas completas, a una unidad con un alto valor en la productividad total de la empresa, mediante la aplicación de nuevas técnicas y prácticas. En la situación actual es imprescindible, tanto en las grandes como en las medianas empresas, la implantación de una estrategia de mantenimiento acorde a

su configuración productiva y tipos de activos para aumentar la vida de sus componentes, mejorando así la disponibilidad de sus equipos y su confiabilidad, lo que repercute en la productividad de la planta.

La gestión del mantenimiento ha evolucionado mucho a lo largo del tiempo. El mantenimiento industrial, día a día, está rompiendo con las barreras del pasado. Actualmente, muchas empresas aplican la frase: “el mantenimiento es inversión, no gasto”. El primer mantenimiento llevado a cabo por las empresas fue el llamado mantenimiento correctivo, también llamado mantenimiento de emergencia. Esta clase de mantenimiento consiste en solucionar los problemas de los equipos cuando fallan, reparando o sustituyendo las piezas o equipos estropeados. Estas técnicas quedaron obsoletas, ya que, si bien el programa de mantenimiento está centrado en solucionar el fallo cuando se produce, va a implicar altos costos por descenso de la productividad y mermas en la calidad.

De esta situación surge el mantenimiento preventivo, que consiste en revisar de forma periódica los equipos y reemplazar ciertos componentes en función de estimaciones estadísticas, muchas veces proporcionadas por el fabricante. Con este mantenimiento se reduce el costo del mantenimiento no planeado y los fallos imprevistos, de forma que se incrementa la confiabilidad en los equipos pero su principal inconveniente es que presenta unos costos muy elevados, ya que genera gastos excesivos y muchas veces innecesarios. En la década de los noventa se observa una nueva tendencia en la industria, el llamado mantenimiento predictivo o mantenimiento basado en la condición de los equipos. Se basa en realizar mediciones periódicas de algunas variables físicas relevantes de cada equipo mediante los sensores adecuados y, con los datos obtenidos, se puede evaluar el estado de confiabilidad del equipo. Su objetivo es ofrecer información suficiente, precisa y oportuna para la toma de decisiones. Predecir significa “ver con anticipación”. Con el conocimiento de la condición de cada equipo podemos hacer “el mantenimiento adecuado en el momento adecuado” anticipándonos a los problemas. Por eso se dice que es un mantenimiento informado. En una organización estas tres estrategias de mantenimiento no son excluyentes, si no que cuando una empresa se plantea qué estrategia de mantenimiento seguir, normalmente la respuesta es una combinación de los tres tipos de mantenimiento anteriores. (Sinais, 2008)

La auditoría representa un proceso sistemático y regulado bajo normas, ello incluye la consideración de capacidades profesionales como lo son la competencia, la independencia, los requisitos de informes y la evidencia. (Pérez, 2001)

Por tanto se entiende que sin un sistema eficiente que sea capaz de regular la validez en sus procesos no sería apto lograr la excelencia del mantenimiento que lleve a valores de clase mundial la operatividad de los equipos.

2 IMPORTANCIA DE LA AUDITORÍA DE MANTENIMIENTO AL LBR

El LBR cuenta principalmente con una estrategia de mantenimiento que contempla tareas preventivas, predictivas y correctivas, es por esto que es de vital importancia revisar o regular las actividades de mantenimiento que se realizan y que no están dentro de los planes de mantención.

Según indicadores internos, la efectividad general de los equipos OEE, que mide el rendimiento total al relacionar la disponibilidad de un proceso respecto a su productividad y calidad del producto en el LBR bordea el 70% y considerando la disponibilidad de mantenimiento mecánico y eléctrico en promedio del 87% (Informe Gestión LBR CAP, 2016. Anexo A), se aprecia que existen variables que se pueden mejorar implementando una auditoría de mantenimiento que apunte a optimizar los procesos, enfocándose principalmente en revisar el estado actual de las distintas áreas que participan en el proceso de mantención y así sugerir mejoras que ayuden a incrementar los indicadores antes vistos.

3 BREVE DISCUSIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Gestión, mantención y calidad, variables determinantes en el proceso productivo.

El mundo industrial, comercial y de servicios se ha visto envuelto en los últimos años en una alta competencia que obliga a todas las organizaciones a luchar por ocupar un lugar preponderante en las preferencias del cliente, el que se ve reflejado en sus ventas y utilidades. Uno de los aspectos que ha impulsado esa competencia es el fenómeno de la globalización, el cual ha inducido a las empresas a implementar formas más eficientes y eficaces de administrar sus procesos, de tal manera que la calidad y la productividad de los productos y de los servicios brindados se mejoren continuamente. El mejoramiento continuo de la calidad y la productividad permite a una organización ser más competitiva, dando un mejor servicio, conservando los clientes actuales y atrayendo los clientes potenciales. De esta manera, esos esfuerzos redundan en mejores servicios que conllevan a un incremento de mercado que favorecerá el desarrollo futuro de la organización y por ende el bienestar de todas las personas que la componen. (Acuña, 2005).

3.2 La importancia del mantenimiento.

El mantenimiento de los equipos industriales no es un costo para las empresas, sino una inversión. Esa es la premisa con la que se debe partir para entender lo relevante que es definir un programa de control efectivo orientado a evaluar, corregir y anticipar los eventuales problemas que puedan presentar los equipos industriales, con el fin de alargar la vida útil de éstos y disminuir los gastos que producen las fallas inesperadas. (Cano, 2011).

Para perdurar en un mercado competitivo, las compañías requieren mejorar continuamente sus procesos de manufactura y su rentabilidad. El mejoramiento continuo requiere de herramientas efectivas para medir y analizar información, presentar resultados, optimizar prácticas y procedimientos objetivos de toma de decisiones. Un indicador útil es la tasa de calidad, que es influenciada por muchos factores. Algunos de ellos están relacionados con el diseño del equipo así como de su construcción, materia prima, herramientas de corte, el sistema de control de calidad, la cultura existente en la compañía, etc. Otros factores están relacionados con la estrategia de mantenimiento aplicada, así como en la calidad de las

intervenciones de mantenimiento. En muchos casos, especialmente cuando hay fallas crónicas, los problemas de calidad son un resultado de combinaciones de los factores ya mencionados. Ello significa que se requiere elementos de entrada de alta calidad para el proceso de fabricación, para asegurar un producto de óptima calidad a un precio competitivo a través de buena disponibilidad y calidad productiva estable y con baja variabilidad. Lo anterior no puede ser logrado sin una estrategia de mantenimiento efectiva que reduzca las detenciones no planificadas y mejore la eficiencia productiva del proceso, así como la tasa de fallas, tasas de accidentes, violaciones a regulaciones ambientales. (Pascual, 2005).

3.3 Gestión del mantenimiento para mantener la disponibilidad operativa.

No cabe duda de que cada peso invertido en mantenimiento se transforma en muchos pesos de utilidades para las empresas. Es decir, la forma correcta de proteger los equipos es comenzar por coordinar programas de mantenimiento a corto, mediano y largo plazo, con el fin de evitar problemas inesperados que afecten la continuidad operativa de la planta, ahorrando así tiempos y costos en materia de producción.

Todos quienes trabajen con equipos y máquinas deben aumentar la confiabilidad operativa de su negocio; por eso es bueno reiterar que es fundamental internalizar la idea de que el mantenimiento de los equipos industriales no es un costo para las compañías, sino un ahorro futuro en los costos de producción.

Calidad en mantenimiento debe entenderse como la obtención de la máxima disponibilidad al mínimo costo (Renovetec, 2013). Si se desmenuza este ambicioso objetivo en pequeñas metas menores, se encuentra que la “máxima disponibilidad al mínimo costo” tiene entre otros, los siguientes significados:

1. Que se disponga de mano de obra en la cantidad suficiente y con el nivel de organización necesario.
2. Que la mano de obra esté suficientemente calificada para realizar las tareas que sea necesario llevar a cabo.
3. Que el rendimiento de dicha mano de obra sea lo más alto posible.

4. Que se disponga de los útiles y herramientas más adecuadas para los equipos que hay que atender.
5. Que los materiales que se empleen en mantenimiento cumplan los requisitos necesarios.
6. Que el dinero gastado en materiales y repuestos sea el más bajo posible según la calidad requerida.
7. Que se disponga de los métodos de trabajo más adecuados para realizar las tareas de mantenimiento.
8. Que las reparaciones que se efectúen sean fiables, es decir, no vuelvan a producirse en un largo periodo de tiempo.
9. Que las paradas que se produzcan en los equipos como consecuencia de averías o intervenciones programadas no afecten al Plan de Producción, y por tanto, no afecten a nuestros clientes (externos o internos).
10. Que se disponga de información útil y fiable sobre la evolución del mantenimiento que permita a los responsables de la planta poder tomar decisiones. (Renovetec, 2013).

3.4 La Auditoría.

La auditoría es el examen crítico y sistemático que realiza una persona o grupo de personas independientes del sistema auditado, que puede ser una persona, organización, sistema, proceso, proyecto o producto, con el objeto de emitir una opinión independiente y competente.

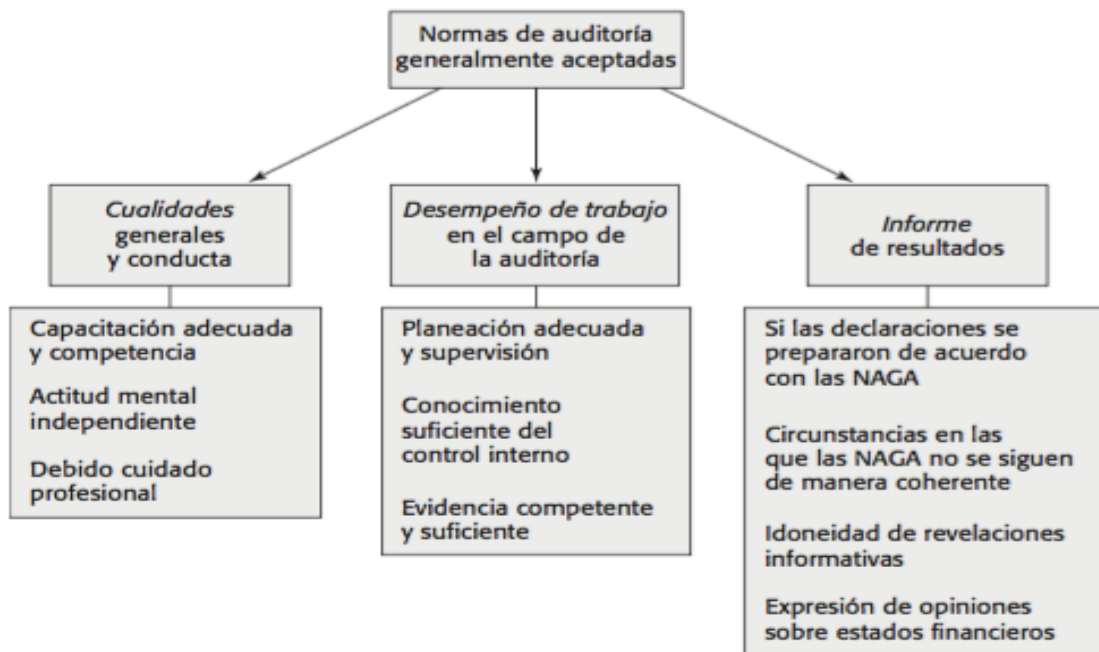
La auditoría se divide en dos tipos: la auditoría interna y la auditoría externa; en el primer caso se trata del examen detallado de un sistema de información perteneciente a una unidad económica, que se lleva a cabo por un profesional utilizando diferentes técnicas con el objeto de formular sugerencias para una mejora de la misma. La auditoría interna es hecha por personal de la misma empresa denominado auditor interno, y el mismo tiene bajo su cargo una supervisión constante sobre el control de las operaciones financieras que se realice; se preocupa por el mejoramiento de los procedimientos mediante los cuales se puedan llevar a cabo los controles internos que suelen derivar a una operación mucho más eficaz. (Suarez, 1991)

Las auditorías están logrando mejoras significativas en la reducción de los costos del mantenimiento y efectividad operacional a través de sus acciones, buscando:

- La ejecución de algunas actividades por parte de los operarios de los equipos.
- El mejoramiento continuo de los equipos.
- Educación y capacitación de los responsables de la actividad de mantenimiento.
- Recopilación de información, evaluación y satisfacción de las necesidades de los clientes.
- Establecimiento de prioridades adecuadas a los servicios.
- Evaluación de servicios necesarios e innecesarios
- Análisis adecuado de la información y aplicación de soluciones simples pero estratégicas.
- Planificación del mantenimiento con "enfoque en la estrategia por tipo de equipo".
- Sistemas de mantenimiento con auxilio electrónico de datos. (Tavarez, 2013)

Las directrices más amplias disponibles son las 10 normas de auditoría generalmente aceptadas. Estas fueron elaboradas por el AICPA American Institute of Certified Public Accountants en 1947 y han sufrido cambios mínimos desde que fueron emitidas. Estas normas se observan en el siguiente esquema. (Pérez, 2001)

Figura N° 1 Normas de auditoría Fuente: Compendio de auditoría, 2008.



3.5 Tipos de auditorías

- **Auditoría de comunicación**, la realizada por un profesional, experto en comunicación e imagen, sobre los estados de la comunicación interna y externa de una organización.
- **Auditoría contable**, la realizada por un profesional, experto en contabilidad, sobre los estados contables de una entidad.
- **Auditoría administrativa**, es la técnica de control administrativo que examina - sistemática e integralmente- el grado de eficiencia en la aplicación del proceso administrativo a las distintas funciones de una entidad, así como la manera en que esta eficiencia influye en la efectividad de las mismas.
- **Auditoría energética**, una inspección, estudio y análisis de los flujos de energía en un edificio, proceso o sistema con el objetivo de comprender la energía del sistema.
- **Auditoría jurídica**, la efectuada por un profesional del derecho, con capacidad y experiencia en derecho civil o militar que realiza la revisión, examen y evaluación de los resultados de una gestión específica o general de una institución o cuerpo, con el propósito de informar o dictaminar acerca de ellas, realizando las observaciones y recomendaciones pertinentes para mejorar su eficacia y eficiencia en su desempeño.
- **Auditoría informática**, proceso de recoger, agrupar y evaluar evidencias para determinar si un sistema de información salvaguarda el activo empresarial, mantiene la integridad de los datos, lleva a cabo eficazmente los fines de la organización y utiliza eficientemente los recursos.
- **Auditoría medioambiental**, cuantificación de los logros y la posición medioambiental de una organización.
- **Auditoría social**, proceso que una empresa u organización realiza con ánimo de presentar balance de su acción social y su comportamiento ético.
- **Auditoría de seguridad de sistemas de información**, análisis y gestión de sistemas para identificar y posteriormente corregir las diversas vulnerabilidades que pudieran presentarse en redes de comunicaciones o servidores.
- **Auditoría de innovación**, proceso de obtención información sobre la situación actual de la empresa frente a la innovación.

- **Auditoría política**, revisión sistemática de los procesos y actividades, orientadas ideológicamente, de toma de decisiones de un grupo para la consecución de unos objetivos, en beneficio de todos.
- **Auditoría electoral**, la realizada a sistemas electorales de los diferentes países con sistema democrático y se realizan para darle confiabilidad y transparencia al sistema.
- **Auditoría de accesibilidad**, revisión de la accesibilidad de un sitio web por parte de un experto.
- **Auditoría de marca**, metodología para medir el valor de una marca.
- **Auditoría de código de aplicaciones**, proceso de revisar el código de una aplicación para encontrar errores en tiempo de diseño.
- **Auditorías de mantenimiento**, revisión de la gestión del departamento de mantención y el cumplimiento de estándares de calidad, seguridad, medio ambiente, etc.
- **Auditoría Sarbanes-Oxley** o **auditoría SOx**, revisión es practicada a las firmas de auditoría de las compañías que cotizan en bolsa, de acuerdo a lo prescrito por la ley Sarbanes-Oxley.
- **Auditoría científico-técnica**, realizada a instituciones encargadas de la investigación científica y técnica en las diferentes áreas del trabajo humano.
- **Auditoría forense**, cuando se revisan datos y documentos históricos de empresas y se comparan con el fin de detectar principalmente fraudes, robos, trucos fiscales, trucos contables o cualquier otra situación anómala en la que se investiga a los involucrados intelectuales y materiales del hecho; regularmente se hacen estimaciones en dinero de las cifras malversadas. (Lattuca, 2008)

3.6 La auditoría de mantenimiento.

El objetivo que se persigue al realizar una auditoría no es juzgar al responsable de mantenimiento, no es cuestionar su forma de trabajo, no es una actividad contra el jefe de mantenimiento: es saber en qué situación se encuentra un departamento de mantenimiento en un momento determinado, identificar puntos de mejora y determinar qué acciones son necesarias para mejorar los resultados.

Claro está que hay que diferenciar entre las evaluaciones técnicas, denominadas a veces Auditorías Técnicas de Mantenimiento, y las Auditorías de Gestión que se analizan en éste

informe. Las primeras tratan de determinar el estado de una instalación. Las segundas, tratan de determinar el grado de excelencia de un departamento de mantenimiento y de su forma de gestionar.

Cada una de ellas tiene su área y su utilidad. Las primeras son una fotografía técnica instantánea que permite conocer el estado de la instalación, permite conocer su evolución futura e incluso la posibilidad de que sufra determinados cambios. Las segundas, las auditorías de gestión del mantenimiento, son mucho más profundas, y ahondan en las causas por las que se ha llegado a una situación técnica determinada. Hay que tener en cuenta que una instalación degradada, aunque se identifiquen los puntos a reparar y se aborden estas reparaciones, al cabo de un tiempo volverá a estar degradada, ya que la causa habitual de esa degradación es que la gestión del mantenimiento de esa instalación no es la adecuada. Visto de esta forma, las auditorías técnicas que evalúan el estado de la instalación identifican los síntomas, mientras que las auditorías de gestión identifican las causas de esa situación. (Renovetec, 2013)

3.7 Para qué sirve una auditoría de mantenimiento

- Determina si la gestión de los principales aspectos relacionados con el mantenimiento (repuestos, personal, métodos de trabajo, seguridad, herramientas, etc.) es la adecuada.
- Puede utilizarse para una negociación con los principales seguros, sobre todo si el estudio lo ha realizado una empresa de reconocido prestigio. Es especialmente útil para la contratación de seguros de maquinaria o de gran avería, consiguiéndose, en caso de que el informe no revele problemas graves, reducciones importantes en las primas.
- Es una herramienta de mejora, pues detecta los puntos que no se gestionan correctamente (no-conformidades) y propone un plan de acción realmente útil y rentable.
- Determina si un contratista de mantenimiento está realizando un trabajo adecuado en las instalaciones, o si, por el contrario, su gestión provocará una degradación acelerada de la instalación (Renovetec, 2013).

La auditoría de mantenimiento se basa en:

- Análisis de diversa documentación.

- Entrevistas con los responsables de planta y con determinados técnicos.
- Visita a las instalaciones.

3.8 Empresas y sectores interesados en la realización de auditorías de gestión

Las empresas que tienen externalizado el servicio de mantenimiento o tienen un servicio mixto con personal de mantención interno y externo, como es el caso de CAP Acero, y sobre todo, las empresas que tienen contratos de mantenimiento de gran alcance están interesadas en saber si la gestión que se realiza es la adecuada.

Al igual que las plantas industriales degradadas también están interesadas en conocer si los problemas que tienen se deben a deficiencias en el diseño o a una gestión inadecuada de la producción o del mantenimiento. Hay que tener muy en cuenta que aunque se cambien los equipos o se reparen todas las averías que existan en una planta en un determinado momento (parada, puesta a punto, etc.) si la gestión que se hace del mantenimiento es inadecuada la planta volverá a estar degradada en un corto espacio de tiempo.

Por último, las empresas en las que la seguridad es importante por la peligrosidad potencial de las instalaciones (refinerías, industria química y petroquímica, centrales nucleares, etc.) también necesitan saber que el mantenimiento y las prácticas que se siguen en ese departamento son las correctas.

3.9 Problemas habituales que suelen detectarse en una auditoría de gestión

García indica que entre los problemas que más se repiten al realizar auditorías de gestión en diferentes empresas están los siguientes: (García - Muñoz, 2003)

Estructura de personal poco adecuada

- Falta o exceso de personal y falta de formación del personal
- Mala estructuración (sobre todo, no hay personal presente en momentos clave)

Fallos en el almacén de repuesto

- Desorden y falta de inventarios
- Almacén mal dimensionado

Fallos en el mantenimiento y en el plan de mantenimiento

- No se realiza mantenimiento preventivo
- El plan de mantenimiento no es adecuado

Problemas diversos de seguridad

- Fallos en la descarga de equipos y permisos de trabajo
- Falta de mentalización en el uso de Equipos de Protección Individual (EPI) (Renovetec, 2013)

Es importante mencionar que existen distintos tipos de auditorías que se pueden llevar a cabo, tales como:

- Auditoría interna: Donde las organizaciones que disponen de varias plantas fijan estándares para toda la compañía y que cada planta debe seguir.
- Benchmarking de la industria: Donde se mide el rendimiento de la compañía contra otras organizaciones en la misma industria.
- Benchmarking de mejores prácticas: El rendimiento es medido respecto de otras compañías consideradas líderes.

Además podemos diferenciarlas por su naturaleza. Esto las clasifica en:

- Cualitativas: Auditorías que evalúan de forma sencilla y con un alto nivel de incertidumbre los diferentes indicadores de gestión (encuestas, listas de preguntas, matrices cualitativas de jerarquización, etc.).
- Semi – cuantitativas: Auditorías que utilizan métodos de evaluación que permiten ponderar de forma parcial y con un nivel medio de incertidumbre los diferentes indicadores de gestión (redes de jerarquización, ponderación promedio aritmética de factores ponderados, matrices de jerarquización, etc.).
- Cuantitativas: Auditorías que utilizan modelos matemáticos que permiten cuantificar la evolución de diferentes indicadores de gestión (Modelo de Análisis Jerárquico de Priorización / Técnicas AHP, análisis cuantitativo de riesgos, etc.). (Al-Muhaisen, 2002).

4 CONTRIBUCIÓN DEL TRABAJO

En el medio industrial el mantenimiento es mirado como un área que genera costos importantes si no es llevado a cabo eficientemente, con esta premisa es importante tener en cuenta que mientras más esfuerzos se hagan a la hora de mejorar el mantenimiento más ahorros en recursos se puede obtener.

La auditoría de mantenimiento apunta a generar ahorros importantes en toda la organización es por esto que este proyecto presenta un modelo fácil de aplicar y que revisa los factores más importantes que están involucrados, como parte de envolver a toda la empresa y vincular la mantención de los activos con las distintas áreas, principalmente producción y operación.

Pero el cuestionamiento recae en plantear ¿Por qué una auditoría debiese ayudar en el mantenimiento?. Para responder esta pregunta primero se debe pensar que estoy haciendo mal y cómo puedo mejorarlo. Existen decenas de factores que pueden influir en llevar un mal mantenimiento, planes no adecuado a la vida de los equipos, estrategias que no se cumplen y recursos desaprovechados, pero la mirada debe ser totalmente contraria, que se puede hacer para mejorar el mantenimiento de la organización y la respuesta parte en revisar de manera crítica y sistematizada todos los procesos que controlan los activos y como se están llevando a cabo, para así tener una mirada general del mantenimiento, esto es en definitiva auditar los factores que intervienen en el mantenimiento, luego de esto se debe aplicar una metodología que se adapte a la organización y reúna toda la información más importante, y es ahí donde este estudio da las directrices de cómo implementar el modelo de auditoría que es perfectamente adaptable a otras organizaciones industriales, lo importante es ser realistas y verídicos al plasmar la información.

Este modelo es parte de un estudio exhaustivo de bibliografía actualizada y que reúne normativas internacionales por lo tanto la propuesta es válida y totalmente aplicable.

5 OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Desarrollo de una propuesta de auditoria de mantenimiento para el Laminador de Barras Rectas de CAP Acero.

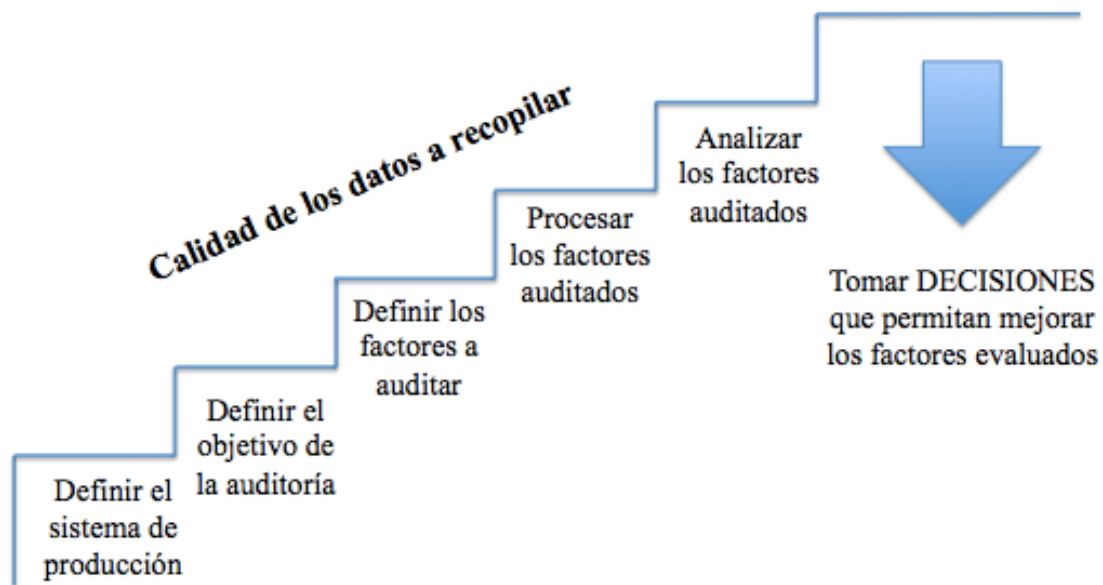
5.2 Objetivos específicos

- Estudiar la normativa existente en auditorías de mantenimiento.
- Descripción de una metodología de auditoría de mantenimiento enfocada al LBR.
- Desarrollar el modelo de auditoría de mantenimiento aplicado al LBR.

6 PROPUESTA METODOLÓGICA

El proceso de implantación de una auditoría debe pasar por un conjunto de etapas siguiendo un orden lógico específico, en la figura N° 2 se presenta un procedimiento básico de implantación de una auditoría (Parra, 2008). Es importante señalar que no hay fórmulas simples para medir el mantenimiento, tampoco hay reglas fijas o inmutables con validez para siempre y para todos los casos. Los resultados de las técnicas de auditoría aplicadas al diagnóstico de la efectividad del mantenimiento, deben ayudar a mejorar la rentabilidad del sistema de producción y a disminuir la incertidumbre en la toma de decisiones del proceso de gestión del mantenimiento (Parra, 2008 y González, 2004)

Figura N° 2 Procedimiento general de implantación de una auditoría. Fuente: Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad en la gestión de activos, 2012.



Las auditorías de mantenimiento evalúan los procesos más importantes de la gestión del mantenimiento para enfocarse en los procesos claves y determinados por los factores más relevantes dentro de la organización, la Auditoría de Mantenimiento se basa en:

- Análisis de diversa documentación
- Entrevistas con los responsables de planta y con determinados técnicos
- Visita a las instalaciones.
- Tabla resumen con el estado actual de cada área y sugerencias de mejoras.

7 DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN

Desde el año 1950 el acero en Chile se asocia a una marca: Productos CAP, desarrollados por CAP Acero, una empresa líder en calidad e innovación que cuenta con la más avanzada tecnología para proveer las soluciones en acero que apoyan el crecimiento del país.

CAP Acero es una industria siderúrgica integrada única en su tipo en Chile. Esto quiere decir que elabora sus productos a partir de materias primas básicas presentes en la naturaleza tales como material de hierro, carbón y caliza, lo que garantiza acero de alta pureza y calidad.

Desde su fundación en 1950, la capacidad de producción de la Compañía ha aumentado en más de ocho veces, llegando hoy a 1.000.000 toneladas de acero líquido, con lo cual consolida su liderazgo en el mercado nacional. Actualmente CAP Acero, cuya razón social es Compañía Siderúrgica Huachipato S.A. cubre las necesidades de importantes sectores de la economía del país: minería, industria metalmecánica, construcción y elaboración de envases de hojalata. Además los productos CAP están presentes en exigentes mercados internacionales.

Hoy cerca de 2000 personas trabajan directamente en la compañía, la que a su vez, ofrece un importante espacio de desarrollo a muchísimas pequeñas y medianas empresas que la proveen de insumos y servicios.

A la constante capacitación y entrenamiento de sus trabajadores, CAP Acero suma inversión en tecnología y equipamiento de avanzada, compatibles con un desarrollo sustentable. De este modo, mantiene la excelencia en sus procesos y logra calidad creciente en sus productos en un marco de respeto por el medio ambiente.

La Misión de CAP Acero es producir, proveer productos y soluciones en acero de excelente calidad y servicio que superen las expectativas de sus clientes, privilegiando el desarrollo del recurso humano como factor determinante del éxito. Desarrollar ventajas competitivas, que generen rentabilidad, a través de la innovación de sus procesos mediante el uso de tecnologías sustentable.

La Visión de CAP Acero es liderar en Chile el negocio del acero en todas sus formas y

desarrollar nuevas oportunidades en el área de tecnologías siderúrgicas.

La organización actual de la Gerencia de CAP Acero se compone de la siguiente forma:

Operacionalmente CAP Acero se divide en 3 secciones productivas, las cuales a su vez se subdividen en las distintas áreas que finalmente convergen en obtener un producto terminado de excelente calidad. Estas son:

1. Unidad de Producción Primaria

- Materias Primas
- Planta de Coque y Subproductos
- Altos Hornos

2. Unidad de Acería y Colada Continua

- Convertidores
- Estación de Ajuste Metalúrgico
- Máquina de Colada Continua

3. Unidad de Productos Largos

- Laminador de Barras en Rollos
- Laminador de Barras Rectas

7.2 Descripción de la unidad bajo estudio

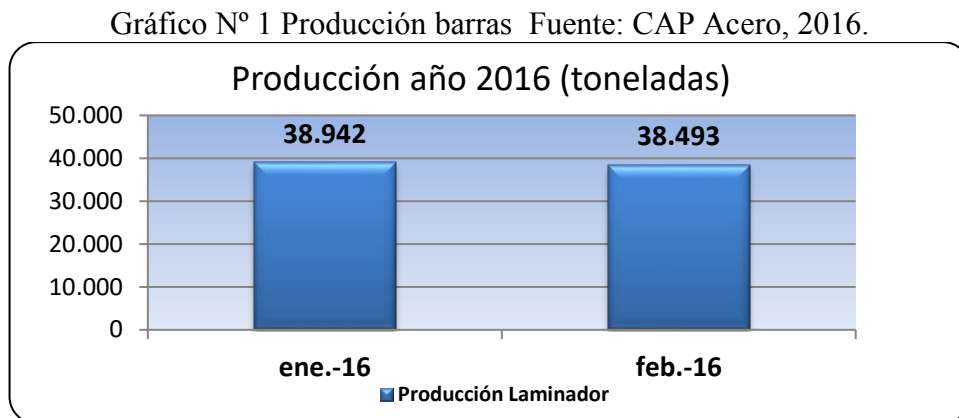
Con la finalidad de abastecer las crecientes demandas de la industria de la construcción y la minería, es que durante el año 2008 CAP Acero toma la importante decisión estratégica de adquisición y posterior puesta en marcha de un nuevo y moderno Laminador de Barras Rectas, el cual actualmente posee el mayor porcentaje de la producción de planta y que bordea el 60%.

Dentro de los procesos que ocurren en CAP Acero se desarrollará la siguiente tesis específicamente en el Laminador de Barras Rectas LBR.

El Laminador de Barras Rectas fue concebido en un plan de expansión de la Compañía Siderúrgica Huachipato, con el objeto de aumentar la producción hasta 1.450.000 toneladas de

acero, con diseño productivo de 550.000 ton/año en barras para molienda, barras de hormigón entre otros, las que cumplen con los estándares requeridos, por ejemplo de las normas antisísmicas en la construcción cumplen con la calidad exigida a nivel nacional e internacional.

El laminador tiene una producción esperada para el año 2016 de 500.000 mil toneladas de barras, como se aprecia en el siguiente gráfico



La principal ventaja que tiene el laminador es que opera con un sistema de laminación dividida, lo cual permite aumentar la producción de barras en diámetros pequeños; además permite ofrecer al mercado barras estructurales soldables las que se obtienen mediante un tratamiento térmico de temple y autorevenido.

Figura N° 3 Diámetros de barras obtenidas en LBR. Fuente: CAP Acero, 2016.



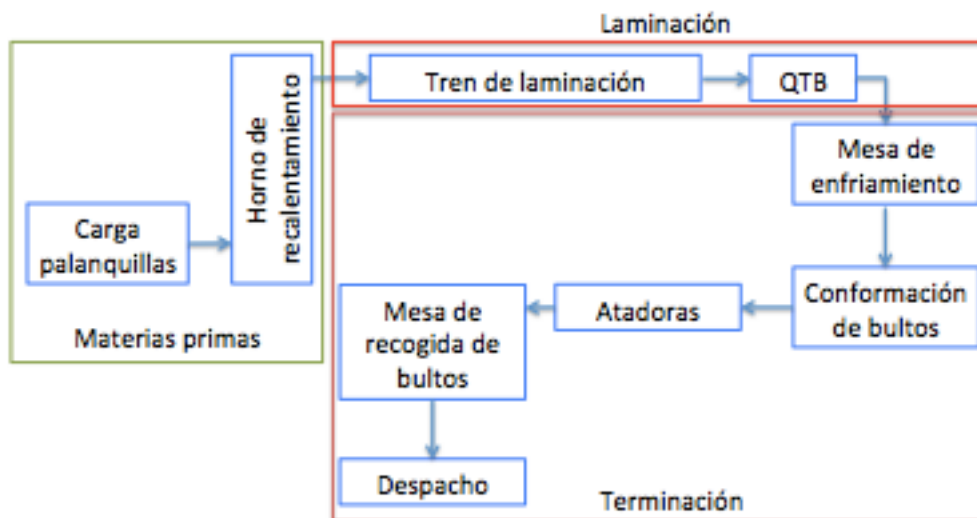
7.3 Etapas del proceso de laminación de barras rectas

El laminador se encuentra dividido en tres secciones principales:

1. Área materias primas: donde ingresan las palanquillas
2. Área laminación: donde se da forma y dimensión a las barras
3. Área terminación: donde se procede a ajustar los cortes y terminados según el requerimiento del cliente

El laminador de barras rectas está dispuesto según el siguiente layout

Figura N° 4 Layout laminador barras rectas. Fuente: CAP Acero, 2016.



Los productos elaborados en el LBR se llevan a cabo en cuatro etapas, las cuales se describen a continuación.

A. Patio de palanquillas: Es el lugar de recepción y almacenamiento del material (palanquillas) proveniente desde la colada continua para posteriormente ser cargada al horno de recalentamiento.

B. Horno de recalentamiento: Se eleva la temperatura de la palanquilla desde 550°C (Carga Caliente) o T° ambiente (Carga Fría) hasta 1050 a 1200°C. El objetivo es obtener una temperatura homogénea en toda la palanquilla y además esta temperatura final variará de

acuerdo al material que se desea laminar el cual dependerá del % de carbono y la estructura granular que se desea. Para lograr esta homogeneidad el Horno cuenta con vigas galopantes.

C. Laminación: Es un proceso mecánico efectuado por compresión directa con el objetivo de obtener deformaciones plásticas en el material, es decir con alteraciones permanentes de la forma del material. Estas alteraciones son realizadas a través de rodillos por los cuales pasará el acero a una temperatura y velocidad adecuada sin que el material se fracture o rompa.

El proceso de laminación está constituido por las siguientes etapas:

- **Desescamador:** su función es retirar la capa de óxido superficial (laminilla) de 3 a 4 mm que tiene la palanquilla una vez que sale del Horno.
- **Tren laminador:** consta de 18 stands configurados de forma horizontal (impares) y vertical (pares) a excepción de stand n°18 que puede adquirir cualquiera de esas configuraciones dependiendo del proceso. Su principal ventaja es el proceso de laminación dividida para diámetros de 18 a 8mm.
- **Stand laminador:** consiste en 2 rodillos mecanizados con ciertas formas (pase) insertos dentro de una estructura mecánica la cual esta acoplada a una caja reductora y motor eléctrico, lo que permite el movimiento de los rodillos para que puedan realizar la deformación de la palanquilla.
- **Guillotinas:** su función es eliminar las deformaciones y optimizar el proceso, para ello existen :
 - Guillotina n°1:** se ubica a continuación del stand n°6 y su función es eliminar la deformación que trae la punta (cabeza) de la barra producto de la laminación hasta este punto.
 - Guillotina n°2:** se ubica a continuación del stand n°12 y posee la misma función que la anterior pero además optimiza la elongación completa de la barras de acuerdo con el largo requerido por el cliente.
 - Guillotina n°3:** se ubica a continuación del QTB y su función es dimensionar las barras en múltiplos aceptables para que posteriormente sean cortadas al largo que desea el cliente aprovechando la longitud de la mesa de enfriamiento.
- **Unidad de tratamiento térmico (QTB):** se ubica a la salida del tren laminador y se

utiliza solo para barras de hormigón. Acá se aplica un proceso de temple y autorevenido para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del acero sin necesidad de añadir aleaciones. Este proceso se realiza con aplicación de agua a través de toberas a una presión de 12 bar y por velocidad de salida del material provocando este temple superficial y la temperatura en el núcleo de la barra produce el autorevenido.

D. Terminación: Esta área tiene directa relación con cubrir las necesidades del cliente. Está compuesta por:

- **Mesa de enfriamiento:** se ubica después de la Guillotina N°3. Su función es recepcionar las barras que provienen desde el tren laminador, provocando una disminución de temperatura necesaria para posteriormente cortarlas al largo que necesita el cliente.
- **Guillotina corte comercial:** su función es procesar el acero laminado en barras mediante el corte por cizalle a largos determinados por el cliente que van desde los 3,5 a 12 m.
- **Contador de barras:** su función es asegurar las cantidades de barras o peso necesario por bulto según especifique el cliente. Además es la 1a zona de control de calidad del material terminado, eliminando todas las barras con defecto.
- **Atadoras:** su función es colocar las amarras necesarias al bulto según el largo dimensionado, para esto se cuenta con 4 máquinas atadoras dispuestas en serie dentro del sistema productivo.
- **Estación de recogida de bulto:** en esta zona se procede a pesar y etiquetar el bulto una vez amarrado, además se efectúa el último control de calidad al material.

7.4 Productos

En el laminador de barras rectas de CAP Acero se elaboran dos productos principalmente:

- **Barras para minería:** CAP-SOL® ha sido diseñada para fortificación minera como marcos reticulados para túneles, estructuras preformadas, pilares, mallas electrosoldadas.

Figura N° 5 Productos, barras para la minería. Fuente: CAP Acero, 2016



- **Barras para construcción:** Para uso en refuerzo de hormigón, son producidas con nervadura llamada resalte (excepto diámetro 6 mm) lo que aumenta la adherencia entre el acero y el concreto.

Figura N° 6 Productos, barras para la construcción. Fuente: CAP Acero, 2016.



8 NORMAS DE AUDITORÍAS DE MANTENIMIENTO

8.1 Normativas actualmente existentes en el mundo

La efectividad de la gestión del mantenimiento solo puede ser evaluada y medida por el análisis exhaustivo de una amplia variedad de factores que, en su conjunto, constituyen la aportación del mantenimiento al sistema de producción. Este procedimiento de evaluación se denomina con el término Auditoría, que puede definirse como “revisión sistemática de una actividad o de una situación para evaluar el cumplimiento de las reglas o criterios objetivos a que aquellas deben someterse” (Sandoval, 2012).

Para este proceso de auditoría se han establecido normativas internacionales las cuales dan las directrices de cómo llevar a cabo el proceso y son una guía para establecer estándares mundialmente reconocidos.

La serie de normas internacionales ISO 19011, PAS 55 e ISO 55000 enfatizan en la importancia de las auditorías como una herramienta de la dirección para hacer el seguimiento y verificar la implementación efectiva de la política de una organización. Las auditorías también son parte esencial de actividades tales como certificación/registro externos, la evaluación y seguimiento de la cadena de suministro y la gestión del mantenimiento. Estas normas internacionales proporcionan orientación sobre la realización de auditorías de sistemas de gestión de calidad, ambiental y gestión de activos, al igual que sobre la gestión de los programas de auditoría.

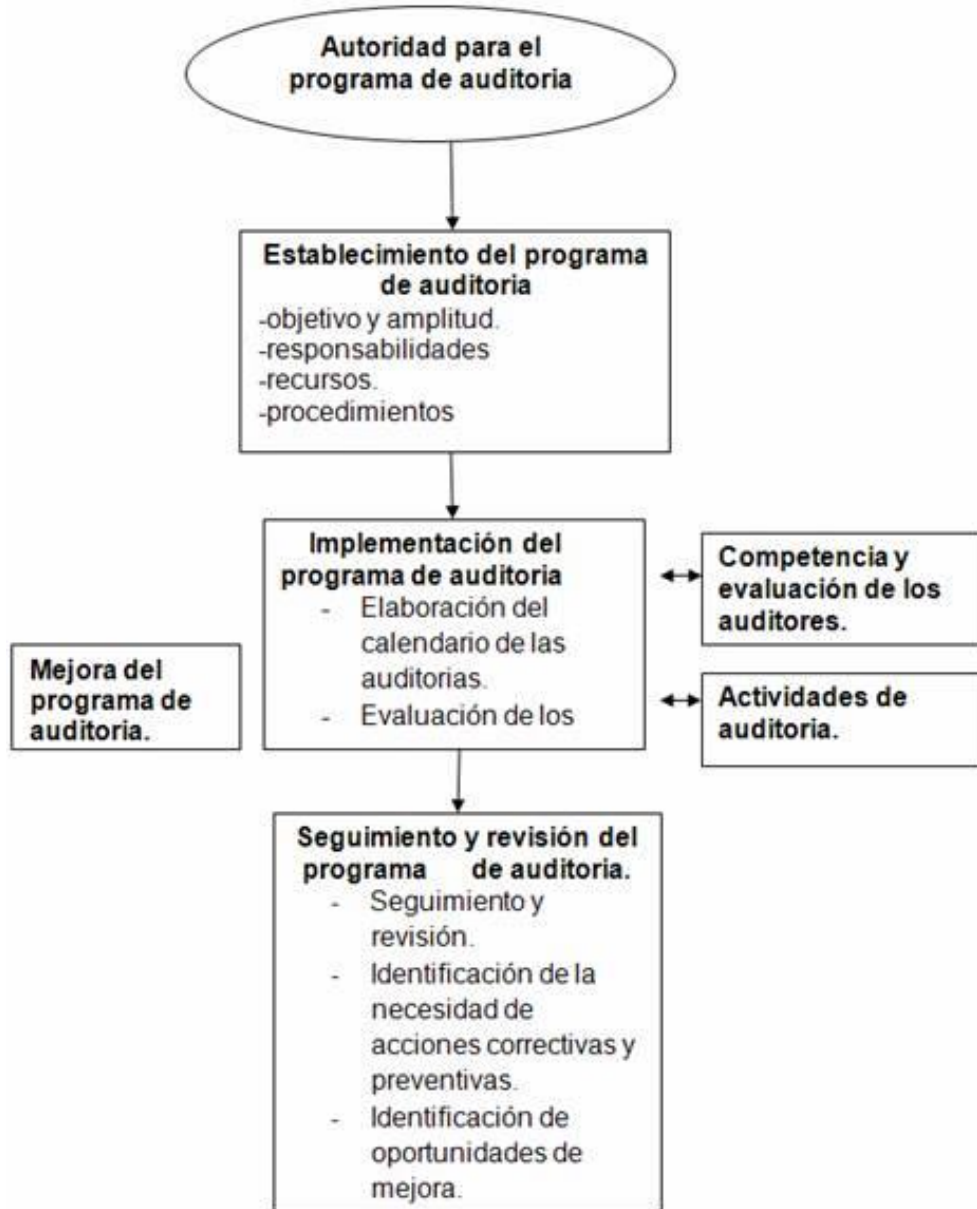
8.2 ISO 19011

ISO 19011 proporciona una guía para que las organizaciones y los auditores entiendan el enfoque de las auditorías de sistemas de gestión, elaboren y gestionen el programa de auditorías y busquen la mejora en el desempeño de los auditores a través del desarrollo de su competencia.

Esto implica nuevos retos y cambiar enfoques y criterios con objeto de obtener el máximo valor agregado de una auditoría para la organización. Existe una sola norma para orientar las auditorías de sistemas de gestión de calidad y de medio ambiente, la norma ISO 19011.

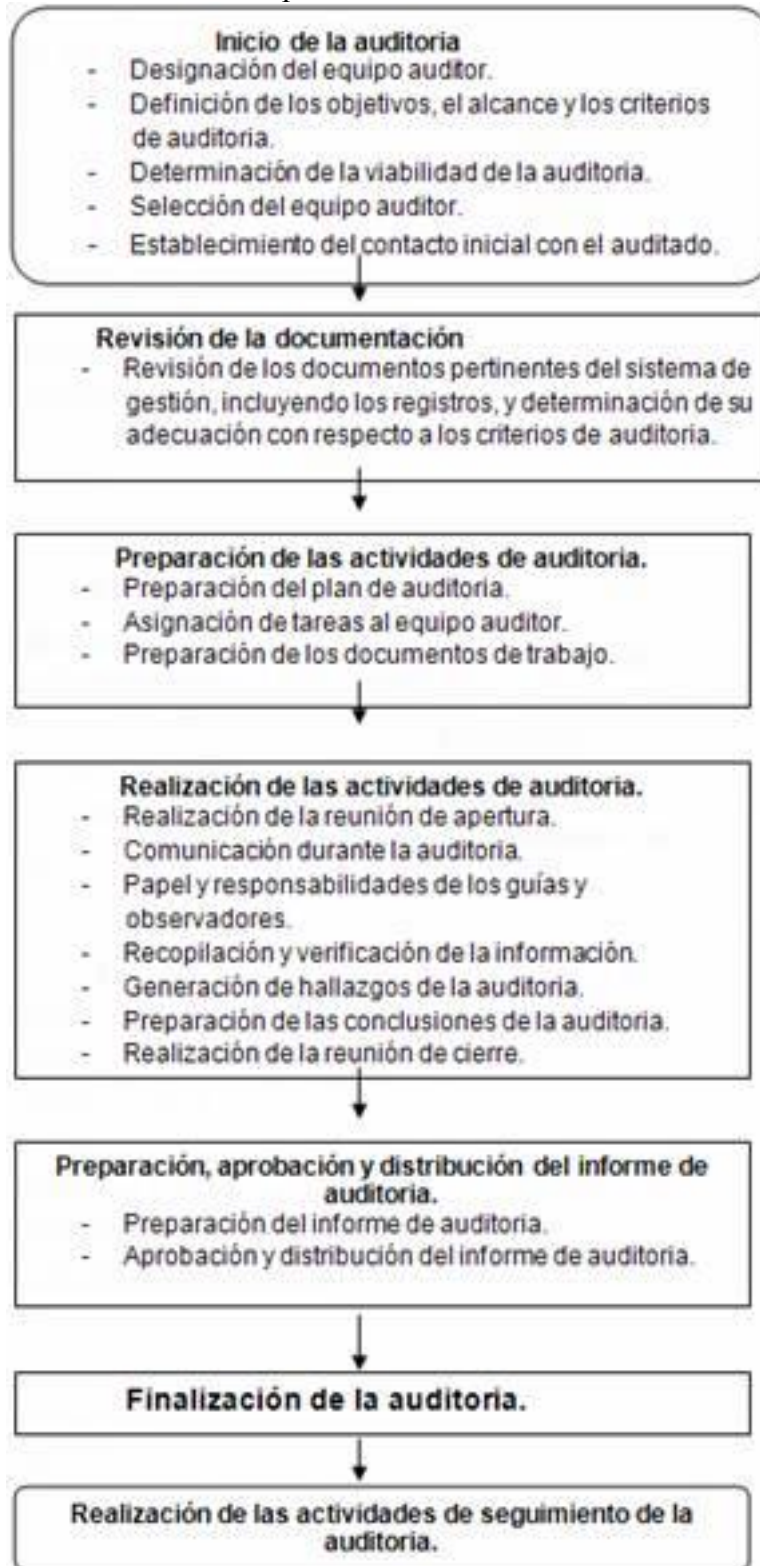
Como apreciamos a continuación, el diagrama de flujo nos muestra el proceso para la gestión de un programa de auditoría establecido en la norma ISO 19011:2002

Figura N° 7 Programa auditoría según norma ISO 19011:2002 Fuente: ISO 19011, 2002



De esta manera la norma ISO 19011 reemplazará a las normas ISO 10011 (Proceso y planeación de la auditoría) partes 1, 2 y 3, así como a las ISO 14001 (sistema de gestión Ambiental) 14010, 14011 y 14012, facilitando a los usuarios la consulta y uso de estas normas en una perspectiva más amplia.

Figura N° 8 Actividades típicas de auditoría Fuente: ISO 19011, 2011



La norma ISO 19011:2011 nos entrega una visión global de las actividades típicas de auditoría que se pueden aplicar en el área de mantenimiento industrial. En el esquema anterior se muestra como se organizan estas actividades. ISO, (2011)

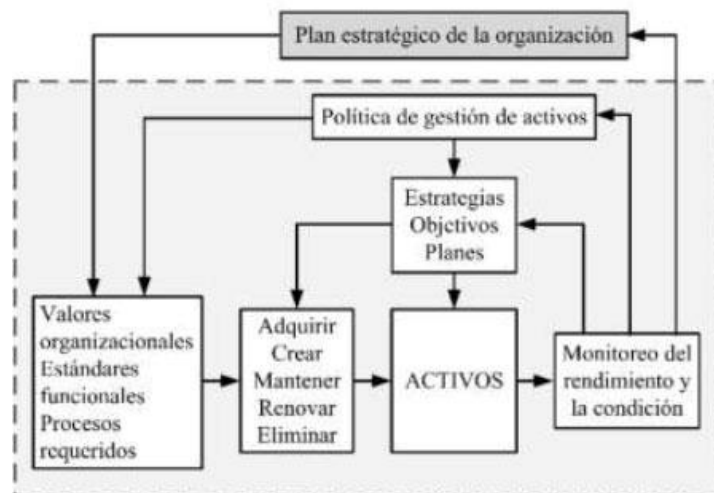
8.2 PAS 55

PAS 55 es la Publicly Available Specification disponible al público para la gestión optimizada de activos físicos. Esta provee las definiciones claras y la especificación de requerimientos para establecer y auditar un sistema de gestión integrado y optimizado a lo largo del ciclo de vida para todo tipo de activo físico.

Esta norma aplica a cualquier organización bien sea pública o privada, regulada o no regulada, que tenga una alta dependencia en infraestructura o equipos físicos. Esta describe qué debe ser hecho en una planificación e implementación sincronizadas, en la gestión integrada de la adquisición/creación, operación, mantenimiento y renovación/desincorporación y en los muchos "habilitadores" que impulsan un desempeño optimizado y sustentable.

Basándose en el plan estratégico de la organización bajo la mirada de la gestión de activos, la norma PAS 55 indica el siguiente esquema para interconectar toda la gestión del mantenimiento.

Figura N° 9 Esquema de interconexión del mantenimiento. Fuente: PAS 55, 2016.



Además la norma PAS 55 en su capítulo cuatro nos muestra cómo debe estar estructurado el sistema de gestión de la organización donde vamos a implementar la auditoría o de lo contrario poder reunir esfuerzos para lograr establecer este modelo. ISO, (2016).

Figura N° 10 Estructura el sistema de gestión Fuente: Pass 55, 2016.



Para el presente proyecto estas normas nos servirán de guía para llevar a cabo el modelo de auditoría aplicado al mantenimiento del Laminador de Barras Rectas en Cap Acero.

8.3 ISO 55000

Las Normas internacionales ISO 55000, ISO 55001 e ISO 55002 pueden utilizarse combinadas con cualquier especificación técnica o norma de gestión de activos de un sector pertinente o de un tipo de activo específico. La ISO 55001 especifica los requisitos para un sistema de gestión de activos, mientras que la ISO 55002 detalla requisitos técnicos específicos de un sector de activos o actividad técnica específica y orientaciones sobre cómo se debería interpretar y aplicar la Norma ISO 55001 dentro de un sector industrial o comercial. ISO, (2016).

El siguiente esquema muestra los requisitos y alcances de la norma ISO 55000 en el área de gestión de activos.

Figura N° 11 Requisitos y alcances de la norma ISO 55000. Fuente: ISO 55000, 2016.

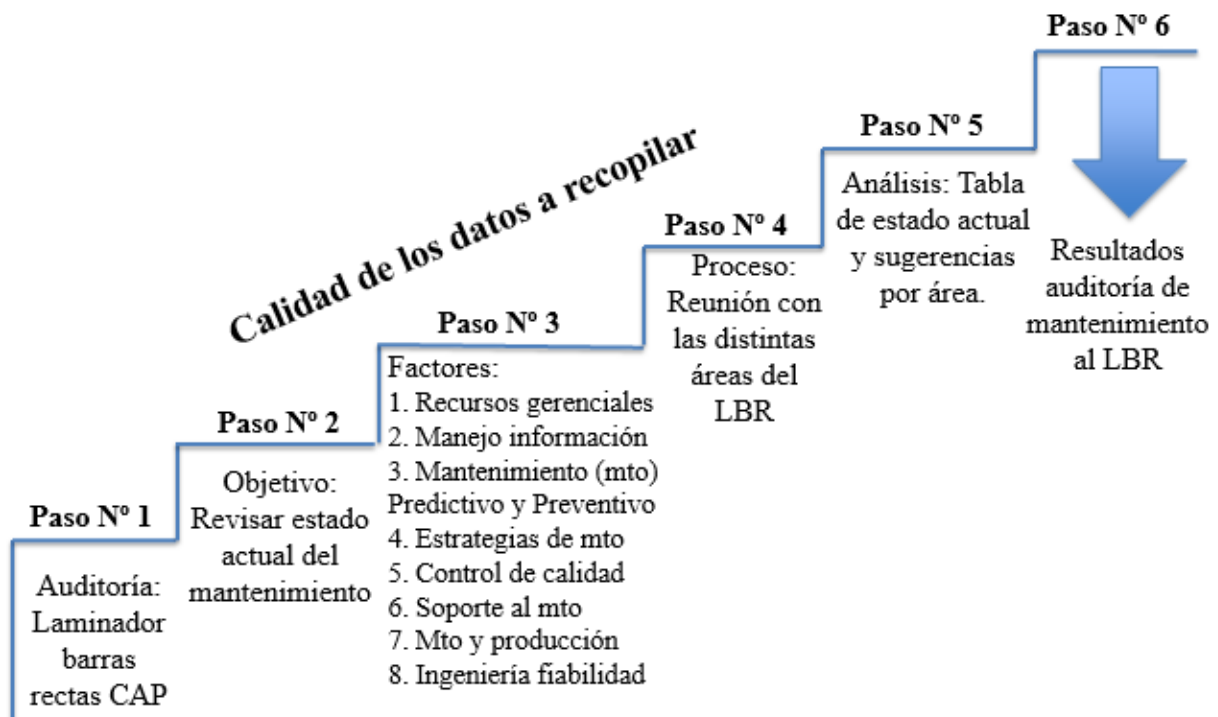


9 REALIDAD ACTUAL DEL MANTENIMIENTO Y PROCESO DE AUDITORÍA EN EL LBR

La auditoría al LBR se lleva a cabo según el esquema explicado en el capítulo N° 6 figura N° 2 siguiendo un paso a paso metódico y organizado bajo el cual se revisará la información existente, protocolos de trabajo y principalmente conversación con los distintos equipos de mantenedores, operadores y colaboradores que se encargan del mantenimiento del laminador.

Bajo esta premisa se sigue la metodología de procedimiento general de implantación de una auditoría que se explica a continuación:

Figura N° 12 Procedimiento general de implantación de una auditoría aplicado al LBR,
Fuente: Elaboración propia.



Esta metodología organiza la información de una auditoría de forma sistemática y la lleva a un informe que es fácil de comprender. Para esto se apoyara de una tabla resumen que alcanza el estado actual del área analizada y sugerencias que fueron conversadas y analizadas por cada departamento.

10 DESARROLLO DEL MODELO DE AUDITORÍA DE MANTENIMIENTO APLICADO AL LBR.

Paso N° 1: Auditoría de mantenimiento Laminador Barras Rectas CAP Acero.

Auditoría en la gestión de activos y la importancia del mantenimiento del LBR como una actividad primordial para el eficiente proceso de control de protocolos y tareas de mantención preventiva, correctiva y predictiva de los equipos para una operación y producción de alto nivel.

Paso N° 2: Objetivo: Revisar el estado actual del mantenimiento.

Para evaluar la gestión del mantenimiento, se han de definir claramente los objetivos que el mantenimiento pretende conseguir. Estos objetivos se fijarán en función de los objetivos de la empresa (rentabilidad, en mercados competitivos). La mejor manera de saber si dichos objetivos se consiguen o no y cómo contribuyen a mejorar la competitividad de la empresa es realizando una auditoría.

Paso N° 3 Definir los factores a auditar

El presente proyecto incluye el análisis de los procedimientos de trabajo y metodologías de comunicación de las distintas áreas del LBR. A continuación se indican ocho factores:

1. Recursos gerenciales, aspectos de motivación y comunicación.
2. Sistemas de manejo de la información de LBR
3. Tecnologías aplicadas al mantenimiento preventivo y predictivo
4. Estrategias de mantenimiento
5. Control de calidad en mantenimiento
6. Procesos de soporte (repuestos)
7. Integración entre mantenimiento y producción
8. Metodología de ingeniería y fiabilidad

Paso N° 4 Procesar los factores auditados

En esta etapa se llevan a cabo reuniones con las distintas áreas involucradas en el mantenimiento del LBR y su personal a cargo describiendo las funciones, tareas y actividades realizadas y posteriormente se concluye con una tabla que contrasta la realidad actual y sugerencias de mejora.

1. Recursos gerenciales, aspectos de motivación y comunicación.

El mantenimiento de LBR CAP Acero está conformada por el superintendente de mantenimiento a la cabeza y por los jefes de área, según una estructura jerárquica establecida como parte de la formación gerencial de CAP Acero.

Se encargan por velar que las actividades de operación y mantenimiento se cumplan según la estrategia corporativa de CAP Acero, procurando la seguridad de los trabajadores y cumplimiento de los estándares de producción y calidad establecidos para el LBR, en un ambiente de participación y empatía con sus colaboradores.

En aspectos de motivación y comunicación se destaca la cercanía con el personal y colaboradores externos, para ambos se desarrollan políticas de integración e información tanto en comunicación efectiva, personal y grupal, la importancia de gerencia por estar dispuestos a ampliar los canales de comunicación con sus colaboradores, donde la rapidez, calidad y eficiencia en la comunicación son el foco principal.

Tabla Nº 1 Recursos gerenciales, aspectos de motivación y comunicación. Fuente: Elaboración propia, 2016.

| Área: 1.- Recursos gerenciales, aspectos de motivación y comunicación. | |
|---|---|
| Estado actual | Sugerencias |
| 1.1 Se destaca la cercanía de gerencia con el personal interno y externo. | 1.1 Afianzar esta cercanía con el desarrollo de un programa de motivación del personal. |
| 1.2 Gerencia establece las bases y lineamientos corporativos para el desarrollo de las actividades de producción y mantención | 1.2 Internalizar en el personal las políticas de desarrollo de los lineamientos corporativos. |
| 1.3 La comunicación en las reuniones diarias de coordinación con el personal interno y externo o los comunicados | 1.3 Establecer medidas para que todo el personal, lea y recuerde la información de los comunicados oficiales. Tales |

| | |
|---|---|
| oficiales, en algunas oportunidades no son recordado. | como diarios murales activos o una aplicación móvil. |
| 1.4 Los descriptores de cargo del personal interno no están actualizados. | 1.4 Crear descriptores de cargo generales para el personal interno. |
| 1.5 Actualmente no se lleva a cabo una evaluación de desempeño del personal interno del LBR | 1.5 Ejecutar un plan de evaluación de desempeño para todas las áreas del LBR. |

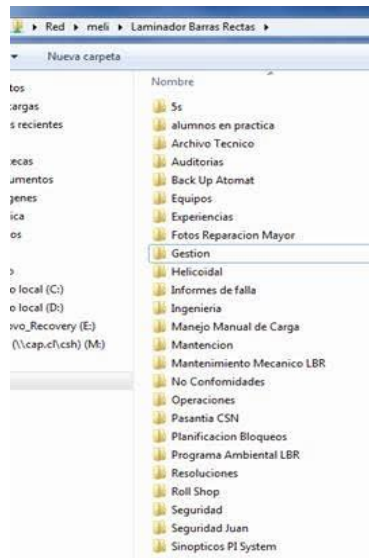
2. Sistemas de manejo de la información de LBR

El LBR cuenta con un conjunto de herramientas tecnológicas que ayudan a manejar la información y que están a disposición de todo el personal de operaciones, mantenimiento, gerencia, etc. Estas son autorizadas por el departamento de Tecnologías de la Información TI de CAP Acero y bajo supervisión de Alejandra Riquelme, Jefa de TSI. A continuación se detalla cada herramienta, su función, uso y característica principal.

I. Servidor MELI

Consiste en un servidor informático para guardar documentos y compartirlo con las distintas áreas de planta CAP. El LBR tiene un espacio virtual que está organizado por carpetas que pueden ser gestionadas y ordenadas por planificación, mantenimiento, producción y gerencia. En este servidor se respalda información de los equipos, principales fallas, historiales de eventos y datos técnicos en general.

Figura N° 13 Servidor MELI Fuente: CAP Acero, 2016.

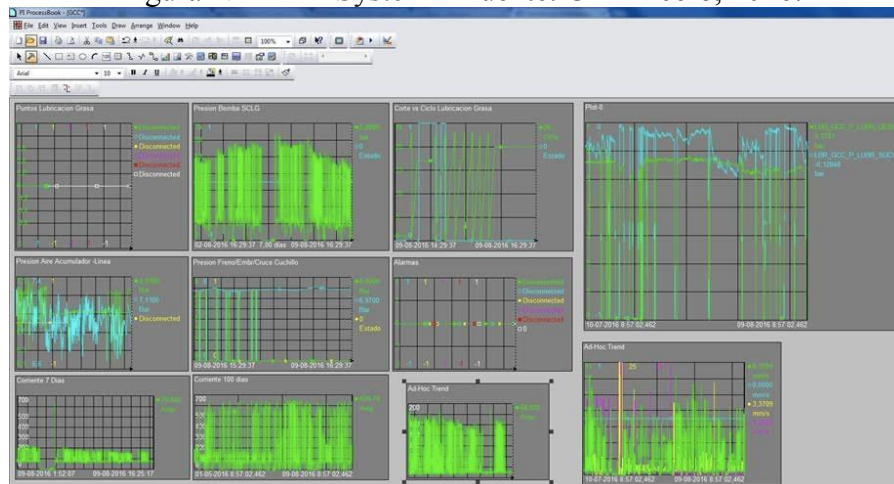


II. PI System (Intelligence Processes)

Corresponde a una plataforma de monitoreo de variables en tiempo real. Es posible ver y analizar datos de la línea de producción ya que muestra información continua para corregir el proceso si este lo necesitara. Presenta distintas maneras de mejorar la producción, aumentar la eficiencia operativa y reducir su impacto ambiental

En el LBR, PI System permite el monitoreo de variables eléctricas y mecánicas de equipos tan importantes como la Guillotina de corte comercial.

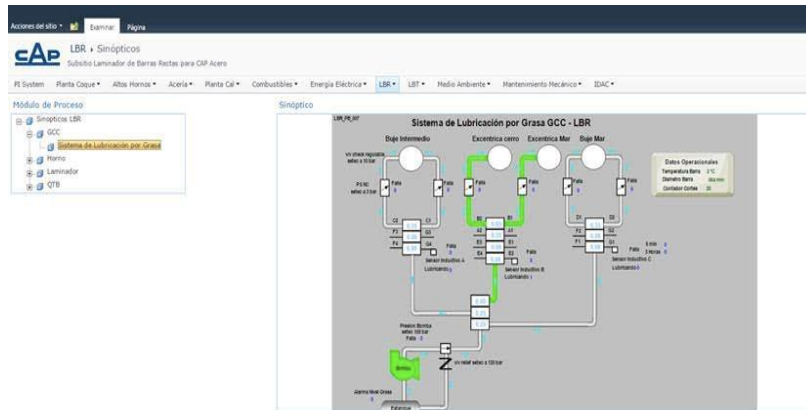
Figura N° 14 PI System Fuente: CAP Acero, 2016.



III. Sharepoint

Es una herramienta digital que se utiliza desde intranet y esta enlazada a PI System, incorpora visualizaciones pre configuradas de datos de los equipos, igualmente en tiempo real. Es muy amigable al usuario y no necesita tener PI System instalado en su computador para utilizarlo.

Figura N° 15 Sharepoint Fuente: CAP Acero, 2016.



IV. SAP (Sistemas, Aplicaciones y Productos en Procesamiento de Datos)

SAP como sistema integrado de información es parte fundamental de la gestión del LBR. En SAP se gestionan avisos preventivos y correctivos, órdenes de trabajo y todo lo relacionado al mantenimiento. Es un pilar fundamental a la hora de administrar repuestos y recursos utilizando el modulo PM (Mantenimiento de plantas).

Figura N° 16 PI System Fuente: CAP Acero, 2016.

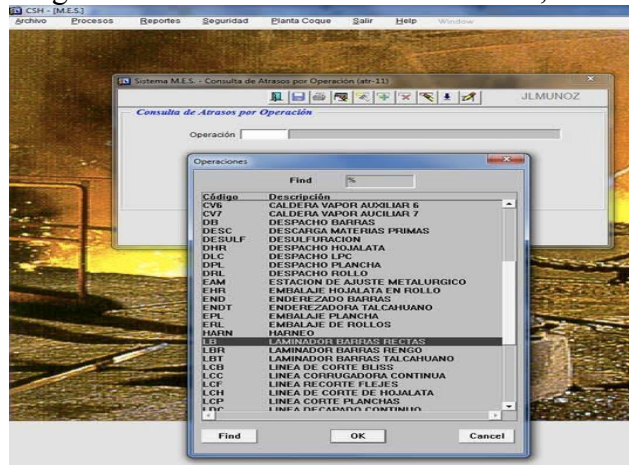


V. MES Sistema de ejecución de manufactura

Es utilizado para generar registros de fallas, informes de eventos ocurridos en los turnos de producción e historial de detenciones de la línea productiva.

En el LBR la herramienta MES esta interconectado a SAP pero solo para el área de producción. El área de mantenimiento revisa los registros con un acceso directo de cada usuario, donde pueden obtener información de las fallas y sus características.

Figura N° 17 MES Fuente CAP Acero, 2016.



VI. Intranet

En el LBR se comparte información corporativa a través de la plataforma Intranet que informa a los trabajadores las novedades de la planta y actualizaciones que se han incorporado en las distintas áreas. Esta plataforma sirve de ventana para estar al día en las noticias y tiene link directo a otros apartados de información (ejemplo: Share Point)

Figura N° 18 Intranet Fuente: CAP Acero, 2016.



Tabla N° 2 Sistemas de información. Fuente: Elaboración propia, 2016.

| Área: 2.- Sistemas de información | |
|--|--|
| Estado actual | Sugerencias |
| 2.1 MES mejorar el registro de fallas. | 2.1 Capacitar a los operarios en las especificaciones de las fallas 2.2 Realizar árbol de equipos y componentes según descripción dada en SAP. 2.3 Realizar catálogos de modos de falla e incorporarlos a MES. 2.4 Conectar y desplegar resultados KPI desde el sistema MES a sharepoint mantenimiento u otra plataforma. |
| 2.2 SAP y PI System se encuentra ausente la figura de un usuario clave | 2.5 Incorporar un usuario clave para SAP y PI System que se encargue de las capacitaciones, de soporte técnico y esté atento a los requerimientos. |
| 2.3 SAP mayor integración en planificación del mantenimiento. | 2.6 Mejorar el uso de SAP en la planificación y asignación de recursos para las reparaciones y mantenciones. |
| 2.4 PI System no todos los usuarios tienen acceso y saben usarlo | 2.7 PI System ampliar la cobertura de uso en el personal y capacitarlos. |

3. Tecnologías aplicadas al mantenimiento preventivo y predictivo

El mantenimiento predictivo es un tipo de mantenimiento que relaciona una variable física o químicas con el desgaste o estado de una máquina. El mantenimiento predictivo en el LBR se basa en la medición, seguimiento, monitoreo de parámetros y condiciones operativas de los equipo.

A tal efecto, se definen y gestionan valores de pre-alarma y de actuación de todos aquellos parámetros que se considera necesario medir y gestionar.

El mantenimiento predictivo en el LBR está a cargo de la oficina técnica de planta CAP, la cual se encarga de realizar análisis de vibraciones y análisis de sistema de lubricación.

El análisis predictivo está enfocado en estudiar el comportamiento dinámico de máquinas y equipamiento del LBR, con el fin de detectar anomalías tempranas centrándose en la detección del origen del fallo y en:

- Aumentar la confiabilidad y disponibilidad de los Activos
- Evitar detenciones no programadas.
- Evitar daños catastróficos de activos e instalaciones.
- Controlar la fricción y desgaste de componentes

Análisis de vibraciones

El análisis de vibraciones se lleva a cabo por la empresa REAM Ingeniería de Mantenimiento LTDA y las técnicas utilizadas por REAM son las siguientes:

- Análisis de Vibraciones
- Balanceo Dinámico en 1 y 2 planos
- Alineamiento Láser Máquinas Horizontales y Poleas
- Mediciones de Presión
- Manejo de Información de Activos en sistema SAP ERP.
- Desarrollo de proyectos de monitoreo on line: Instalación, Mantención y reparación.

REAM cuenta con una metodología basada en toma de datos de los activos en funcionamiento, análisis, reporte de eventos en activos, seguimiento de averías y conformidad de resultados.

Las herramientas tecnológicas aplicadas al análisis de vibraciones son:

- Software Aptitude de SFK, está vinculado con dos componentes de medición in situ:
 - a) Micrologger CMXA 80 colector/analizador de datos portátil de alto rendimiento, basado en rutas y de uno a tres canales.

b) IMX Datalogger Registrador de datos capaz de recepcionar on line señales de condiciones operativas de los equipos

Ambos dispositivos son capaces de proporcionar un análisis full de las condiciones de vibración de los equipos.

- PI System, plataforma que muestra como valor global los parámetros de operación de los equipos y puede entregar una tendencia de funcionamiento en el tiempo.

En la actualidad aplicando esta tecnología, REAM lleva el monitoreo de 338 puntos distribuidos en 55 conjuntos de equipos en el LBR.

Análisis de lubricantes

Para mantener un sistema industrial en óptimas condiciones es de vital importancia que este opere en condiciones estables y esto se logra controlando la calidad de sus lubricantes. Es por esto que se realizan periódicamente análisis de aceites y grasas, actividad que está a cargo de COPEC Industrial Lubricantes con su ingeniero in house en CAP Acero.

Con este tipo de análisis se controla la corrosión y desgaste de componentes, temperatura de trabajo, contaminación existente en las líneas y al interior de los equipos. El análisis de aceite es una técnica simple, que realizando medidas de algunas propiedades físicas y químicas proporciona información con respecto a:

- La salud del lubricante
- Contenido de agua u otros elementos en el lubricante.
- Desgaste de la maquinaria

Luego de realizar las muestras y análisis de resultados se informa al área de mantenimiento del LBR de las medidas correctivas a tomar y se procede a ejecutarlas.

Para el análisis y gestión de las muestras de aceite en CAP Acero se utiliza la plataforma tecnológica STARLIMS de COPEC para atención de clientes, donde se analizan las muestras tomadas en el LBR. Además cuenta con los siguientes servicios:

- Resolver dudas online
- Ingreso de muestras, consulta de estado y resultados

- Laboratorio
- Resumen del estado del envío de las muestras

Tanto el análisis de vibraciones como el de lubricantes resultan fundamental para que el plan de mantenimiento sea exitoso, tanto la selección adecuada de los sistemas o componentes a monitorear, como el correcto establecimiento de límites y objetivos.

Tabla N° 3 Tecnología aplicada al mantenimiento predictivo Fuente: Elaboración propia, 2016.

| Área: 3.-Tecnología aplicada al mantenimiento predictivo, análisis de vibraciones y lubricantes. | |
|---|--|
| Estado actual | Sugerencias |
| 3.1 Análisis de vibraciones es difícil implementarlo por su alto costo en tecnología y equipamiento. | 3.1 Ampliar la cobertura de equipos analizados con software Aptitudes y realizar gestión bajo la metodología de confiabilidad. |
| 3.2 Los dispositivos de medición (sensores) están ubicados en zonas de alto movimiento y ha ocurrido el caso que se han desprendido del equipo no logrando tomar la medición correctamente. | 3.2 Mejorar la instalación de sensores e instruir al personal para protegerlos teniendo el cuidado respectivo a la hora de intervenir los equipos. |
| 3.3 La plataforma STARLIMS no entrega reporte de gestión en base a metodología de confiabilidad para el registro de los equipos. | 3.3 Incorporar una herramienta tecnológica de control y gestión del proceso de lubricación y muestras de aceite, tal como SIGMO de Copec. |

4. Estrategias de mantenimiento

El proceso de laminación es principalmente un proceso mecánico que se ha optimizado para lograr la mejor calidad del producto de forma eficiente. Este proceso depende en gran medida de la mantención de sus equipos.

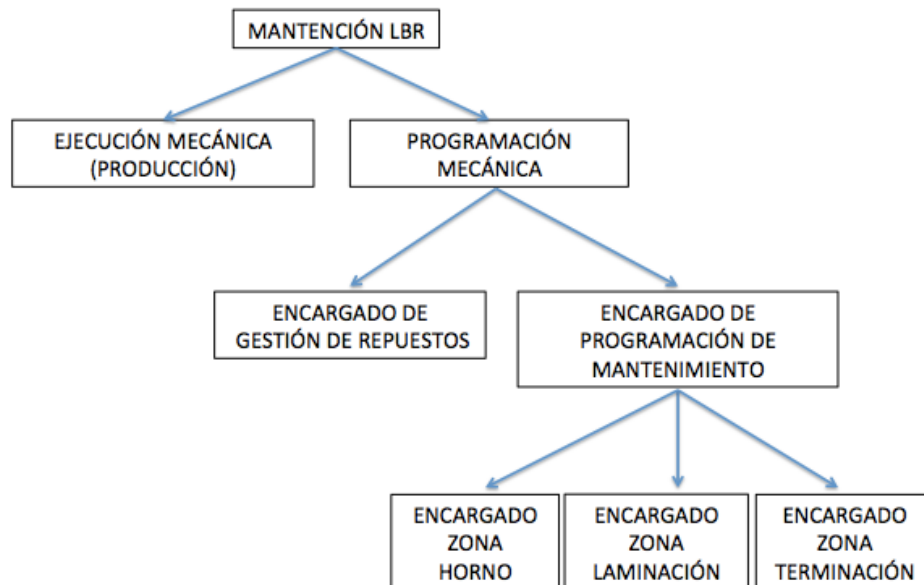
En el laminador, el mantenimiento preventivo y correctivo están vinculados entre sí en conjunto con las áreas de producción – operación y planificación, además de la oficina técnica a cargo del mantenimiento predictivo.

Mantenimiento mecánico preventivo, correctivo y predictivo

Mantenimiento mecánico preventivo

Este mantenimiento está a cargo del área de planificación quienes son los responsables de coordinar las actividades y recursos que serán llevados a cabo en las mantenciones periódicas. El área de planificación y coordinación del mantenimiento está organizada de la siguiente forma:

Figura N° 19 Organización área del mantenimiento LBR, Fuente: CAP Acero, 2016.

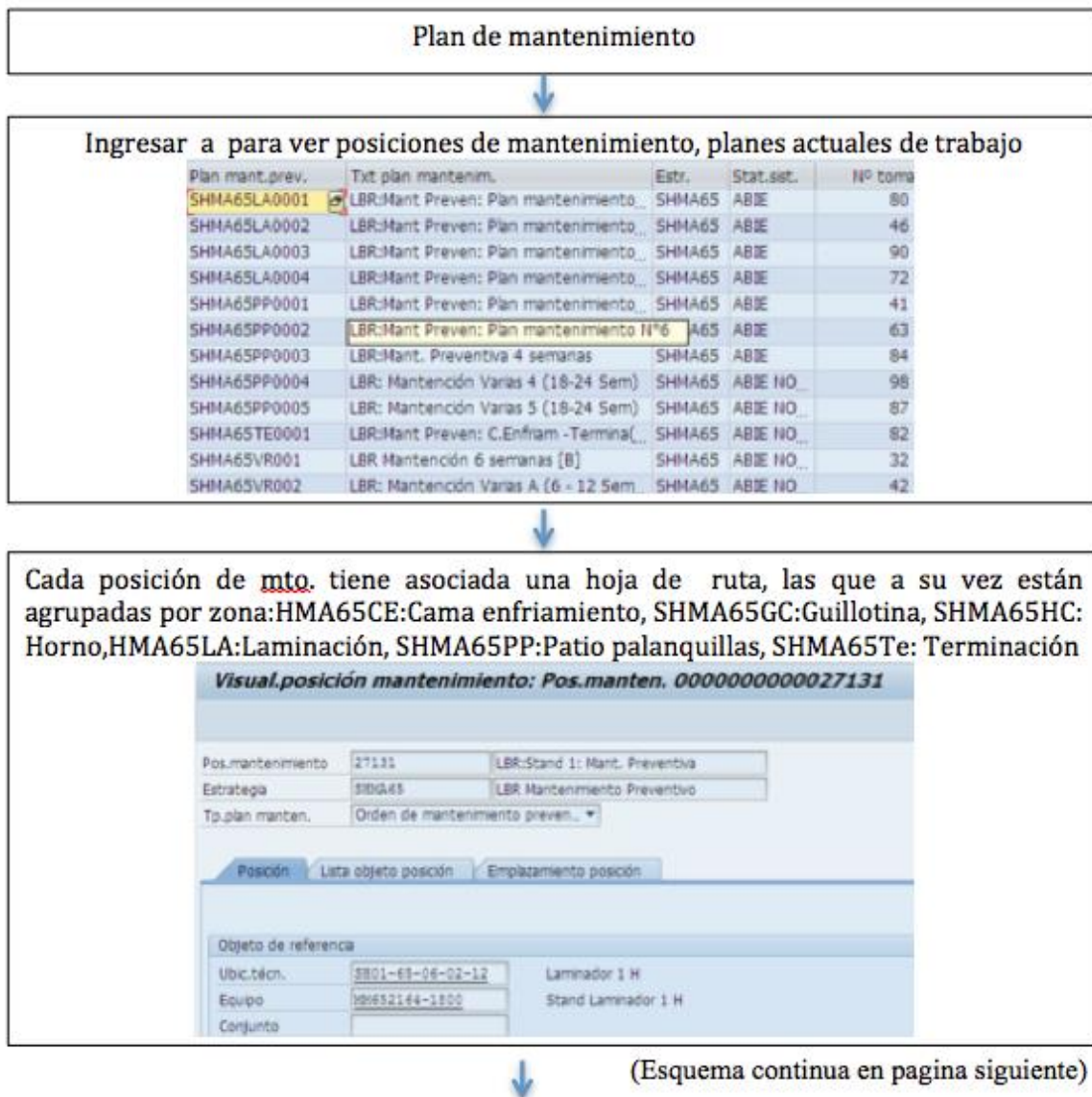


Los responsables de las zonas de Horno, Laminación y Terminación se encargan de:

- Recoger la información reportada por el área de producción con respecto a las fallas mecánicas y crear avisos en SAP para la programación del mantenimiento.
- Revisar las pautas de mantenimiento y proponer mejoras.
- Gestión de reparación, compra y creación de repuestos

Los planes de mantenimiento de los equipos del LBR están cargados en SAP y se ajustan a un programa de 4 semanas para ser ejecutados, en la siguiente secuencia podemos observarlo:

Figura N° 20 Plan de mantenimiento mecánico LBR Fuente: Elaboración propia.



(Esquema continuación de la pagina anterior)

Orden de mantención OM se generan con el Supervisor de plazos, ingresando los días de toma y los planes a considerar (IP30)

Supervisión de plazos de planes de mantenimiento (batch-input IP10)

Superv. plazos p. planes mantenim. preventivo

| | | | | |
|-----------------------------|----------------------|---|----------------------|----------------------------------|
| Plan mant. preventivo | <input type="text"/> | 3 | <input type="text"/> | <input type="button" value="↕"/> |
| Tp. plan manten. | <input type="text"/> | 3 | <input type="text"/> | <input type="button" value="↕"/> |
| Coo. clas. plan mant. prev. | <input type="text"/> | 3 | <input type="text"/> | <input type="button" value="↕"/> |
| Estrategia mantenim. | <input type="text"/> | 3 | <input type="text"/> | <input type="button" value="↕"/> |

Intervalo para objetos de fama día

Incl. reprogramación

Inicio inmediato para todas

Las ordenes generadas se listan en un archivo que es revisado por el área de planificación y traspasado a una carta Gantt para organizar recursos y actividades.

| Id | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin | Recursos |
|----|---|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| 0 | LBR16-19 | 0,92 días | mar 17-05-16 3:00 | mié 18-05-16 1:00 | |
| 1 | 1 Detención Carga 03:00 AM | 0 días | mar 17-05-16 3:00 | mar 17-05-16 3:00 | 1 Hombre |
| 2 | 2 Detención Laminación 05:00 AM | 0 días | mar 17-05-16 3:00 | mar 17-05-16 5:00 | 1 Operación |
| 3 | 3 Bajar Temperatura del Horno (T1 Mantención) | 0 horas | mar 17-05-16 5:00 | mar 17-05-16 5:00 | 2 Homers |
| 4 | 4 Bloqueos | 3 horas | mar 17-05-16 5:00 | mar 17-05-16 8:00 | 3 LBR1 |
| 5 | 5 Permisos de ingreso | 2 horas | mar 17-05-16 8:00 | mar 17-05-16 10:00 | 4 LBR1 |
| 6 | 6 Tareas Horno | 6,75 días | mar 17-05-16 5:00 | mar 17-05-16 23:00 | |
| 7 | 6.1 Quemador 36 | 6,75 días | mar 17-05-16 5:00 | mar 17-05-16 23:00 | |
| 8 | 6.1.1 Purga | 2 horas | mar 17-05-16 5:00 | mar 17-05-16 7:00 | 2 Instrumentistas |
| 9 | 6.1.2 Paleta ciega zona(montaje) | 1 hora | mar 17-05-16 7:00 | mar 17-05-16 8:00 | 2 Taller Cañerías |
| 10 | 6.1.3 Desmontar Cañerías | 3 horas | mar 17-05-16 8:00 | mar 17-05-16 11:00 | 3 Taller Cañerías |
| 11 | 6.1.4 Cambio Quemador | 6 horas | mar 17-05-16 11:00 | mar 17-05-16 17:00 | 10 Taller Armadura |
| 12 | 6.1.5 Sellado quemador | 2 horas | mar 17-05-16 17:00 | mar 17-05-16 19:00 | 11 Albariles |
| 13 | 6.1.6 Montaje Cañerías | 3 horas | mar 17-05-16 19:00 | mar 17-05-16 22:00 | 12 Taller Armadura |
| 14 | 6.1.7 Paleta ciega zona(desmontaje) | 1 hora | mar 17-05-16 22:00 | mar 17-05-16 23:00 | 13 Taller Armadura |

La ejecución de las ordenes esta cargo del área de operaciones en conjunto con personal externo según los recurso necesarios, luego de realizado el trabajo se notifican las ordenes y se cierran una vez inspeccionado que el trabajo este terminado.

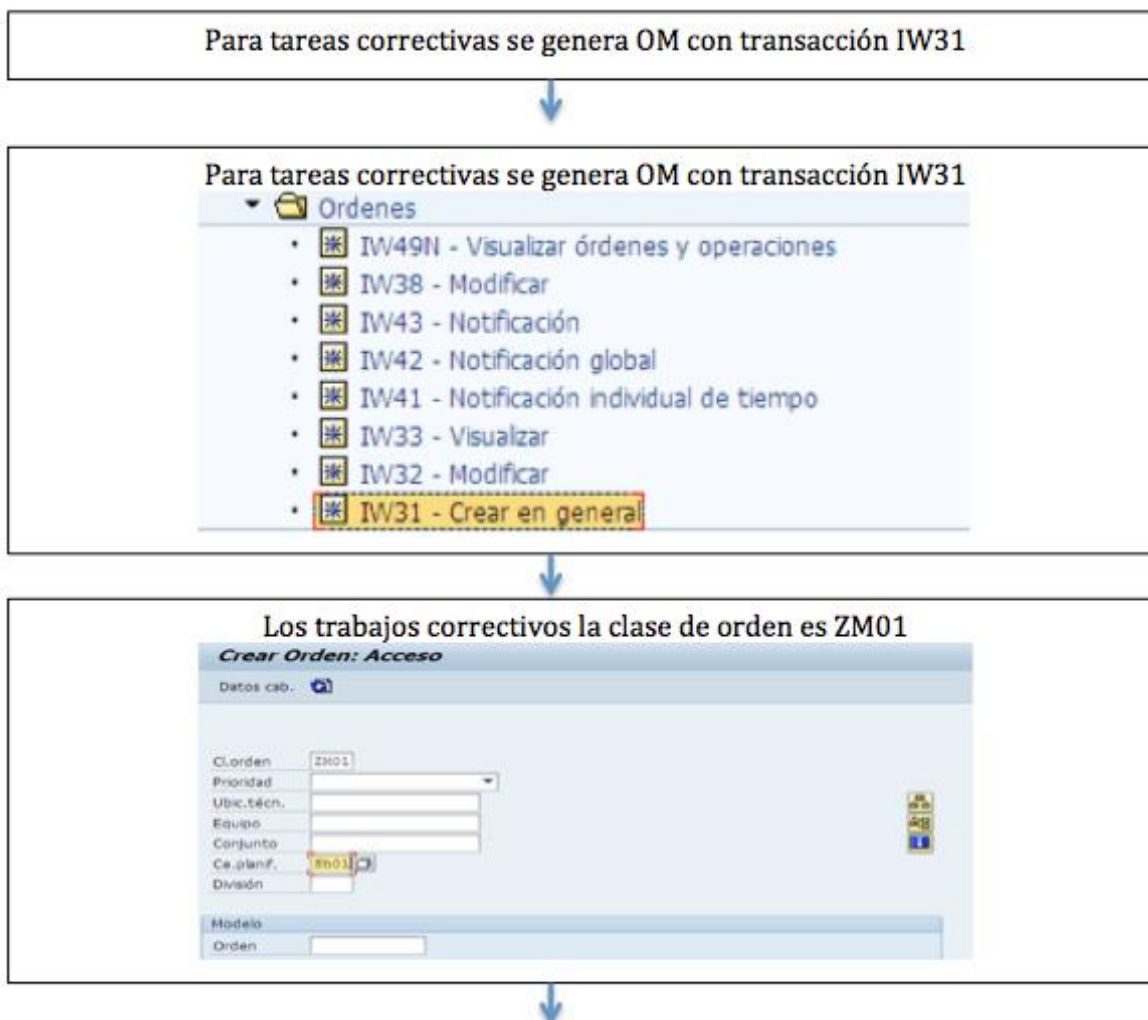
El LBR tiene una periodicidad programada de manteniones cada 4 semanas donde se realizan actividades habituales de acuerdo a las pautas de mantenimiento que van actualizándose con la información que el área mecánica va recabando en terreno. Esta mantención en promedio tiene una duración de 24 horas y se programa en conjunto con el área de producción para no interferir en los planes de laminación que se tienen dispuestos para el mes.

Mantenimiento mecánico correctivo

El mantenimiento correctivo en el LBR se atiende según la falla ocurrida y varía dependiendo el nivel de urgencia. La falla es identificada por los operadores de turno los cuales informan al líder mecánico para su posterior reparación. El jefe de mantenimiento mecánico coordina los recursos necesarios para la ejecución de los trabajos y avisa vía correo electrónico a las distintas áreas involucradas, tales como área eléctrica o área planificación.

El protocolo de trabajo indica la creación de órdenes de mantenimiento correctivo según la siguiente secuencia en SAP:

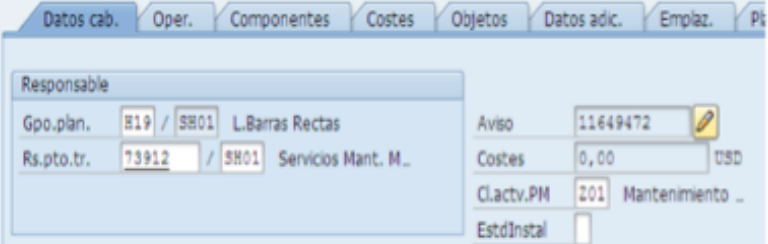
Figura N° 21 Creación ordenes correctivas en SAP Fuente: Elaboración propia.



(Esquema continua en página siguiente)

(Esquema continuación de la página anterior)

Se completa la información requerida en la pestaña Datos Cab. para el ejecutor



Se continua con la información de la pestaña Oper. donde se listan precauciones de seguridad, bloqueos y actividades a realizar.



Posteriormente se imprime esta OM se realizan los trabajos descritos y una vez terminado el trabajo el área encargada de la ejecución notifica que la actividad esta terminada y la OM se cierra en SAP.

Indicador de gestión del mantenimiento preventivo y correctivo.

En el periodo comprendido entre Enero y Noviembre del 2016 se han realizado 973 atenciones al LBR en órdenes de mantenimiento preventivo y correctivo según como muestra la siguiente tabla:

Tabla N° 4 Clase ordenes mantenimiento mecánico. Fuente: CAP Acero, 2016.

| Ordenes Preventivas ZM03 | Ordenes Preventivas Reparación Mayor ZM03 | Ordenes Correctivas ZM01 | Lubricación ZM08 |
|--------------------------|---|--------------------------|------------------|
| 552 | 134 | 259 | 28 |

Gráfico N° 2 Órdenes de mantenimiento mecánico. Fuente: CAP Acero, 2016.

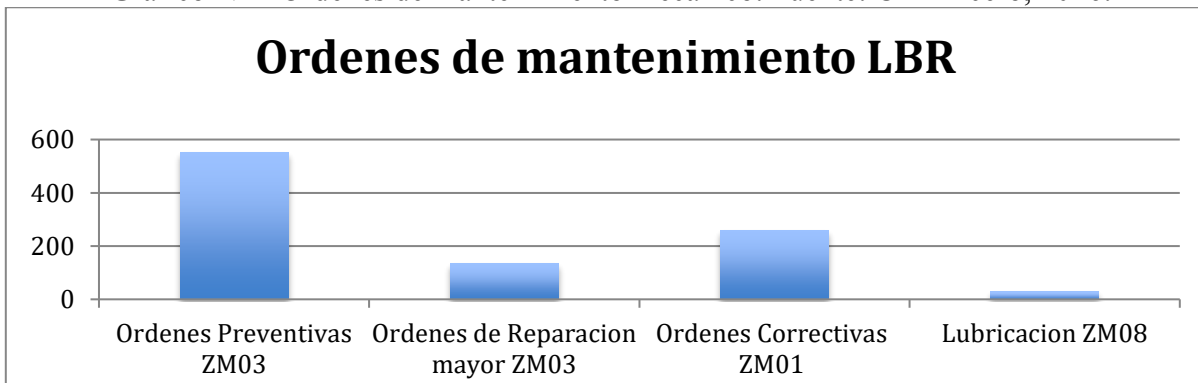


Tabla N° 5 Mantenimiento mecánico Fuente: Elaboración propia, 2016.

| Área:4.- Estrategias de mantenimiento mecánico | |
|--|---|
| Estado actual | Sugerencias |
| 4.1 Existe cierta confusión en la atención de los trabajos mecánicos dada la dualidad de responsabilidades por parte de operación y de mantenimiento mecánico, especialmente en temas de tiempos asociados a alguna detención del proceso. | 4.1 Delegar el mantenimiento completamente a un ente, es decir, mantenimiento mecánico. |
| 4.2 Falta desarrollo de estrategias de mantenimiento para equipos críticos. | 4.2 Desarrollo de la estrategia de mantenimiento para equipos críticos del LBR implementado en SAP |
| 4.3 No existe documentación o practica que identifique claramente objetivos, responsabilidades y funciones de cada uno de los integrantes del mantenimiento mecánico en la unidad. | 4.3 Crear una normativa que señale funciones, lineamientos y objetivos claros para difundir y dar a conocer a personal correspondiente. |

Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo en el LBR está vinculado a la oficina técnica y trabaja en conjunto con el área de operación – mantención y planificación, se encarga de realizar análisis de vibraciones y lubricantes. Su forma de trabajar es mediante programas de inspecciones y tomas de muestras, ya que además de analizar el LBR también son responsables de toda la planta CAP.

Análisis de vibraciones

El programa de trabajo de vibraciones está a cargo de REAM ingeniería y las mediciones se realizan por inspectores especializados en mantenimiento predictivo los cuales están altamente calificados y realizan inspecciones completas de los activos, su entorno, estado de periféricos y condiciones ambientales, llevando registro de la temperatura y vibración de los puntos medidos como tendencia.

Se han dispuesto medición de vibraciones en los siguientes niveles:

Figura N° 22 Niveles estado vibración Fuente: REAM, 2016.

| NIVELES DE ESTADO DE VIBRACIÓN | |
|---------------------------------------|---|
| BUENO | Máquinas Nuevas o reacondicionadas. No requiere de mantenimiento. Los niveles de vibraciones son aceptables y no evidencian cambios la operación del equipo. |
| OBSERVACIÓN | Este estado hace referencia a condiciones anormales de las máquinas pero no fallas, es necesario realizar nuevas mediciones u otras técnicas para determinar su real condición. El estado de condición del equipo puede ser mejorado. |
| ALERTA | Las máquinas en esta zona son consideradas insatisfactorias para una operación continua en un tiempo prolongado, generalmente pueden trabajar en esta condición en espera de una intervención oportuna. Existe un alto riesgo de falla. Implica tomar acciones correctivas para reparar o mejorar la condición de baja confiabilidad El estado de condición del equipo debe ser mejorado. |
| EMERGENCIA | Los valores de la vibración de esta zona son normalmente considerados como suficientemente severos para causar un daño a la máquina. Se requiere de una corrección del problema a corto plazo. Las maquinas en estas zonas pueden trabajar por tiempos limitados o deben ser detenidos para evitar daños mayores. |

Para medir vibración en los equipos se ha subdividido el LBR en dos áreas principales, LBR Zona de desbaste y LBR Sistemas que comprende hasta la Planta de Agua.

Las mediciones están programadas bajo un calendario de trabajo que tienen ciclo de cuatro semanas en las cuales se realiza una ruta inspectiva y de medición de vibraciones, esta información es presentada a la oficina técnica y a la gerencia de mantenimiento en un informe que resume toda la información y compara la última medición tomada con la información del periodo anterior, como se muestra en la siguiente imagen.

Figura N° 23 Extracto informe mantenimiento predictivo Fuente REAM, 2016.

| N° | UN | CONJUNTO MÁQUINA | ACTIVO | AVISO SAP | ALARMA | OBSERVACIONES ULTIMA CONDICIÓN | Valor RMS HISTÓRICO DE MEDICIONES | | |
|----|----|--------------------|----------------------------------|-----------|--------|---|-----------------------------------|----------|----------|
| | | | | | | | 14-04-16 | 10-06-16 | 04-07-16 |
| 1 | | Pinchroll N° 1 | Moto-Ventilador de Refrigeración | | 6 | Activo en rango operativo. | 3,4 | 2,8 | 2,6 |
| | | | | | 4 | | | | |
| | | | Motor AC/ Variador Frec. | | 2 | Activo en rango operativo. | 0,5 | 0,5 | 0,6 |
| | | | | | 1,5 | | | | |
| | | | Reductor | | 0,4 | Activo en rango operativo. | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| | | 0,25 | | | | | | | |
| 2 | | Laminador 1 Horiz. | Moto-Ventilador de Refrigeración | | 6 | Ver Anexo 1 | 5,3 | 5,7 | 5,7 |
| | | | | | 4 | | | | |
| | | | Motor AC/ Variador Frec. | | 2 | | 0,3 | 0,3 | 0,4 |
| | | | | | 1,5 | | | | |
| | | | Reductor | | 2,5 | | 0,9 | 0,5 | 0,7 |
| | | 1,5 | | | | | | | |
| 3 | | Laminador 2 Vert. | Moto-Ventilador de Refrigeración | | 6 | Ventilador con síntomas de desbalanceo y giro excéntrico. Se recomienda limpiar rodete y verificar condición. | 8,1 | 6,1 | 4,4 |
| | | | | | 4 | | | | |
| | | | Motor AC/ Variador Frec. | | 2 | Motor presenta daño de rodamientos 6226 por picadura en pista interna Envolverte en 0,5 gE. Se mantiene en observación. | 0,7 | 0,5 | 0,5 |
| | | | | | 1,5 | | | | |
| | | | Reductor | 11519546 | 2,2 | Reductor con corona Cónica desgastada y daño avanzado en piñón eje N° 4 descascarado. De observación en Terreno se escucha fuerte ruido en punto 3H (asociado a engrane). En observación. | 1,2 | 1,2 | 1,6 |
| | | 1,8 | | | | | | | |

Indicador de gestión del análisis de vibraciones

La medición del desempeño que lleva REAM bajo la metodología de análisis de vibraciones se basa en el cumplimiento del programa planificado mensual y anual, en este informe se recopila la información luego de ejecutadas las mediciones. El principal KPI corresponde al cumplimiento de lo planificado versus lo efectivamente realizado.

$$\text{Cumplimiento planificado} = (\text{Total de datos recolectados} / \text{Total equipos planificados}) * 100$$

Este indicador contempla las siguientes variables:

- Activos crónicos
- N° avisos correctivos
- Fallos detectados
- Condiciones inseguras
- Cumplimiento planificado
- Cobertura equipos medidos

Según el plan matriz de vibraciones año 2016 se proyectó el registro de datos de 221 puntos de medición.

Tabla N° 6 Plan matriz de vibraciones Fuente REAM, 2016.

| | CONJUNTOS DE MÁQUINAS | CANTIDAD DE ACTIVOS | PUNTOS DE MEDICIÓN |
|----------------|-----------------------|---------------------|--------------------|
| LBT Sistemas | 40 | 79 | 156 |
| LBR Laminación | 9 | 27 | 68 |
| Total | 49 | 106 | 221 |

Se demuestra a continuación que en los activos del LBR se presentan distintos tipos de fallas, las cuales son detalladas en el siguiente grafico correspondiente al mes de Julio de 2016.

Gráfico N° 3 Fallas vibraciones zonas sistemas Fuente: REAM, 2016.

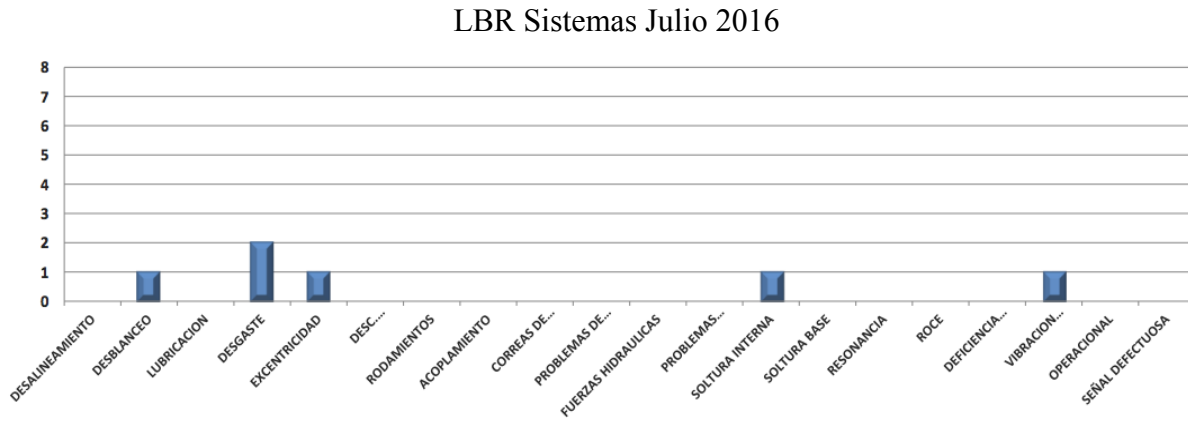
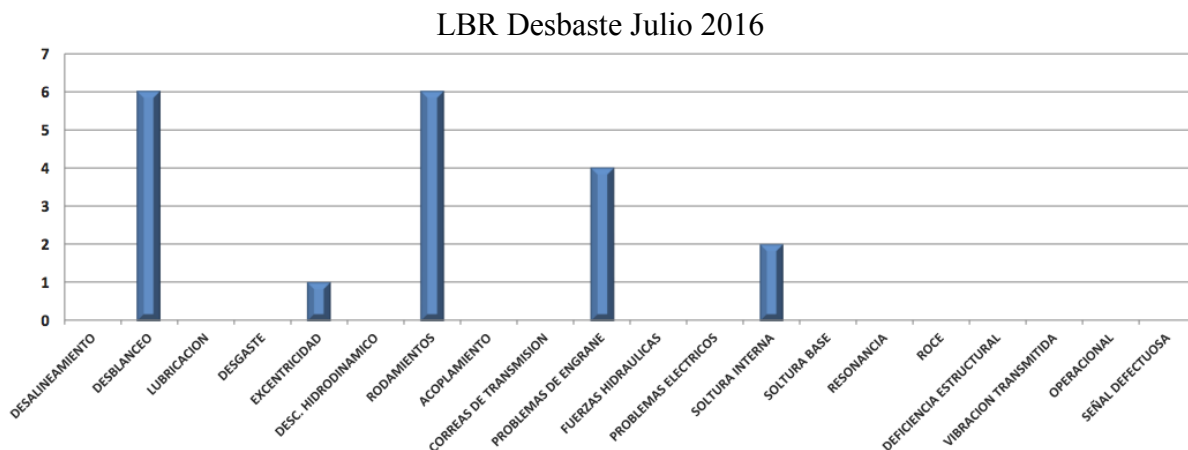


Gráfico N° 4 Fallas vibraciones zona desbaste Fuente: REAM, 2016.



Análisis de lubricantes

En CAP Acero los procesos productivos cada vez buscan la optimización, evitar fallas y prolongar la vida útil de sus activos. Por esta razón se decide implementar estándares de lubricación de clase mundial de acuerdo a la metodología “Lubricación Basada en Confiabilidad” creada y diseñada por expertos como ExxonMobil, Noria entre otros. Buscando establecer una cultura de la buena lubricación, profesionalizando al personal de lubricación, mejorando la aplicación, almacenamiento de lubricantes y eliminar barreras operativas como la contaminación.

Según lo planificado se realiza una ruta de muestreo según condiciones operativas de los equipos. En el LBR se consideran 18 conjuntos de equipos que son analizados.

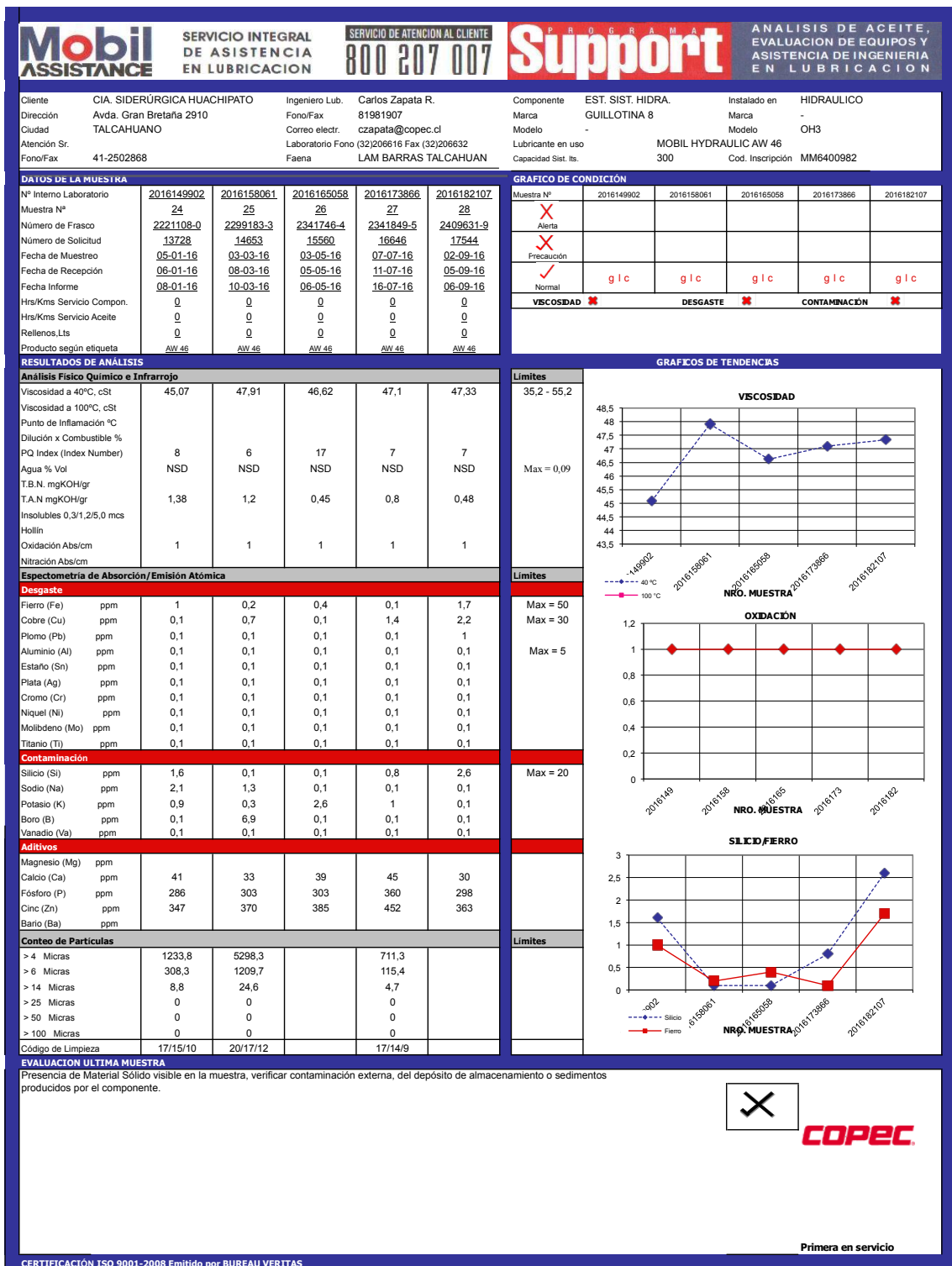
A continuación se presenta el programa 2016 de muestras de aceite y los equipos inspeccionados del LBR:

Tabla N° 7 Programa muestras aceite Fuente: Ingeniero in house Copec, 2016.

| Código Equipo SAP | Ubicación técnica Equipo | Objeto técnico del Componente | Capac. (Lts) | Lubricante actual | Frec. Nueva |
|--------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------------|--------------------|
| MM650273 | Sistema Hid.Horno | Hidráulico Horno | 5200 | Hydraulic AW-46 | 1M |
| MM652116-7411 | Sist Lub Lam.Desbaste | LBR Estanq. | 6000 | Spartan EP-220 | 3M |
| MM652023-7202 | Sist Hid Lam Desbaste | LBR Estanq. Sist_Lam. | 2400 | Hydraulic AW-46 | 1M |
| MM652120-7412 | Laminación Intermedia | LBR Esta.Lam_Interm. | 6000 | Spartan EP-220 | 3M |
| MM652129-7451 | Sistema Aire / Oil | Lubricac Aire-Aceite | 500 | Spartan EP-220 | 3M |
| MM652126-7413 | Lam. Terminación (LU) | LBR Lam_Termin. | 6000 | Spartan EP-220 | 3M |
| MM652077-7204 | Sist Hid Terminación | LBR Estanq. Termin | 3250 | Hydraulic AW-46 | 1M |
| MM652130-7431 | Maq Salida Tren Acab | G Corte Medida N° 3 | 700 | Spartan EP-220 | 3M |
| MM652052-7203 | Cama enfriamiento | Hidráulico Cama Enfr. | 2100 | Hydraulic AW-46 | 1M |
| MM652141-0473 | Desescamado | LBR Bomba N° 1 | 40 | DTE Extra Heavy | 3M |
| MM652142-0473 | Desescamado | LBR Bomba N° 2 | 40 | DTE Extra Heavy | 3M |
| MM652143-0473 | Desescamado | LBR Bomba N° 3 | 40 | DTE Extra Heavy | 3M |
| MM651176-4771 | Atadora N° 1 | LBR Maq Atadora N° 1 | 450 | Anvol SWX 46 | 3M |
| MM651177-4771 | Atadora N° 2 | LBR Maq Atadora N° 2 | 450 | Anvol SWX 46 | 3M |
| MM651178-4771 | Atadora N° 3 | LBR Maq Atadora N° 3 | 450 | Anvol SWX 46 | 3M |
| MM651179-4771 | Atadora N° 4 | LBR Maq Atadora N° 4 | 450 | Anvol SWX 46 | 3M |
| MM652229-4251 | Lubricación GCC | Siste de Circulacion | 416 | Spartan EP-220 | 3M |
| MM652162-7213 | Sistemas Hid ROB | LBR Hidráulico ROB | 400 | Hydraulic AW-46 | 3M |

Las muestras son tomadas por personal CAP según la frecuencia indicada en la tabla N° 7 y son enviadas al laboratorio Copec en Santiago, el cual las analiza y reporta resultados en un periodo de 24 hrs hábiles. A continuación se aprecia el análisis en el informe de muestras.

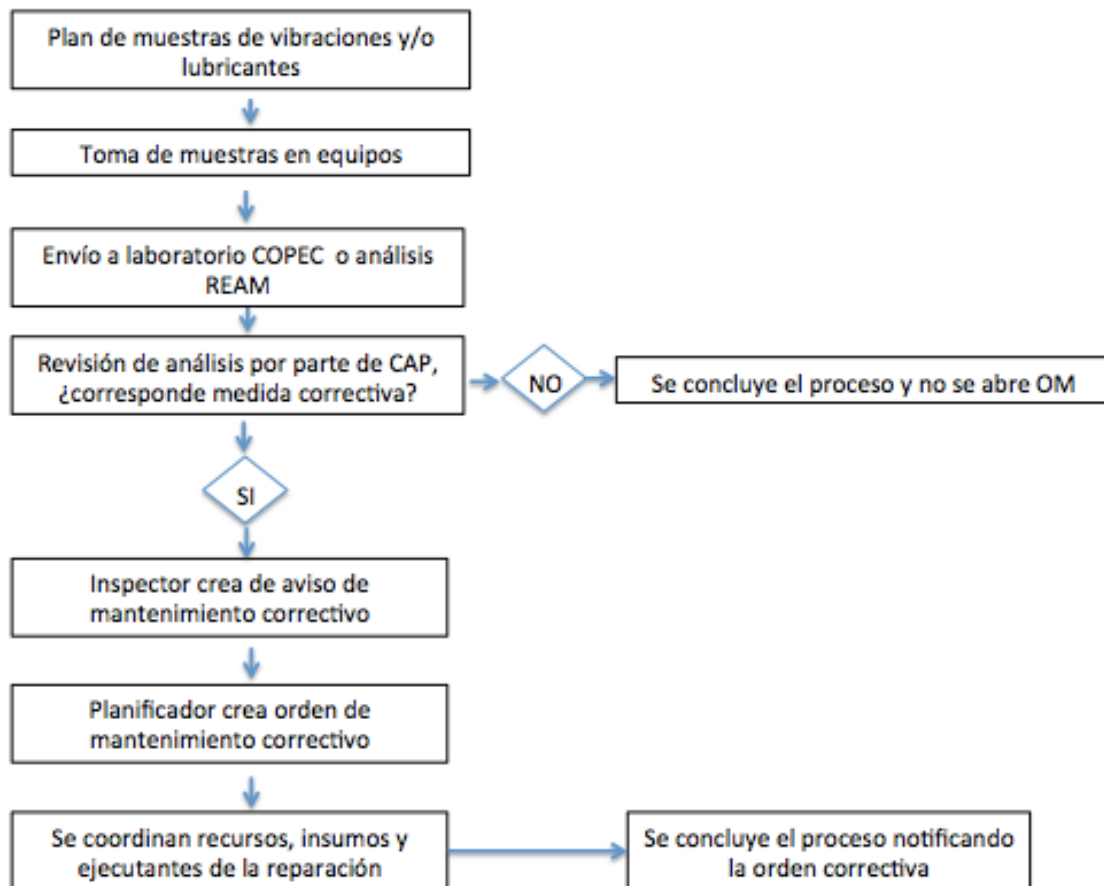
Figura N° 24 Informe análisis aceite Fuente: CAP acero, 2016.



Indicador de gestión del análisis de lubricantes

El mantenimiento predictivo es parte de las medidas de prevención que sostiene el área de mantención del LBR y por tanto merece en ciertos casos de medidas de control o corrección. Para esto se ejecutan tareas que requieren de recursos. A continuación se aprecia cómo se desarrolla el plan operativo de ejecución de las correcciones encontradas en el análisis de vibraciones o lubricantes.

Figura N° 25 Plan operativo acciones correctivas Fuente: Elaboración propia



Para un efectivo análisis de aceites y grasas se considera llevar indicadores de desempeño que muestren tendencia de comportamiento de los equipos y sus consumos.

A continuación se muestran los principales indicadores utilizados:

Figura N° 26 Indicadores de desempeño lubricantes LBR Fuente CAP Acero, 2016

| Indicador | | Formula de calculo |
|--|-----------------|--|
| Índice hidráulico Mensual | IH _M | <i>Vol. Ac hidráulico mensual[%]/Capacidad instalada</i> |
| Índice de Consumo de Aceite por Ton producida de acero. | IAT | <i>Vol. Aceite Global [lt]/Produccion de Acero [Ton]</i> |
| Índice de Consumo de Grasa por Ton producida de acero. | IGT | <i>Vol. Grasa Global x 1000[g]/Producción de Acero [Ton]</i> |
| Índice de Costos de Lubricante por Ton producida de acero. | CLT | <i>Costo Lubricante Global[\$US]/Producción de Acero [Ton]</i> |

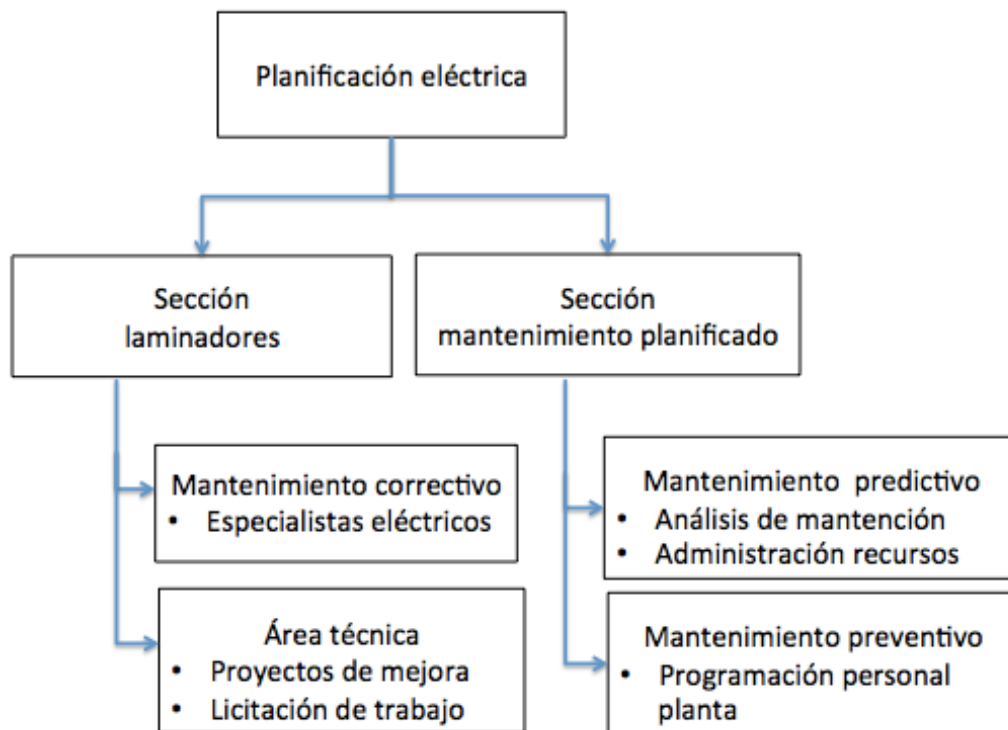
Tabla N° 8 Mantenimiento predictivo Fuente: Elaboración propia, 2016.

| Área: 4.- Estrategias de mantenimiento predictivo | |
|--|---|
| Estado actual | Sugerencias |
| 4.4 Baja comunicación del área predictiva y el área de programación – ejecución de mantención. | 4.4 Mejorar el feedback con el área mecánica, para tomar las acciones correctivas correspondientes y realizar análisis de fallas. |
| 4.5 Baja implementación de monitoreo continuo de vibraciones a equipos críticos. | 4.5 Implementar sistema de monitoreo de vibraciones principalmente en los equipos críticos. |
| 4.6 Bajo número de muestras de aceite (una por equipo) y bajo número de equipos, no son suficiente para realizar un completo análisis. | 4.6 Aumentar el número de muestras y equipos a los cuales se les realiza análisis de lubricantes. |
| 4.7 Baja comunicación entre vibraciones y lubricación para realizar un correcto mantenimiento predictivo. | 4.7 Aumentar la comunicación entre análisis de vibraciones y lubricantes, e incorporar metodología de análisis de confiabilidad. |

Mantenimiento Eléctrico

El área de mantenimiento eléctrico está encargada de la planificación y realización de los planes inspectivos, preventivos y correctivos del LBR y tienen como misión velar por que todos los equipos operen correctamente, están organizados con la siguiente estructura:

Figura N° 27 Organización eléctrica en el LBR Fuente: Elaboración propia, 2016.



Para el correcto funcionamiento de los equipos el área de mantenimiento eléctrico ha creado 38 planes preventivos y 142 planes inspectivos los cuales están distribuidos por todo el laminador.

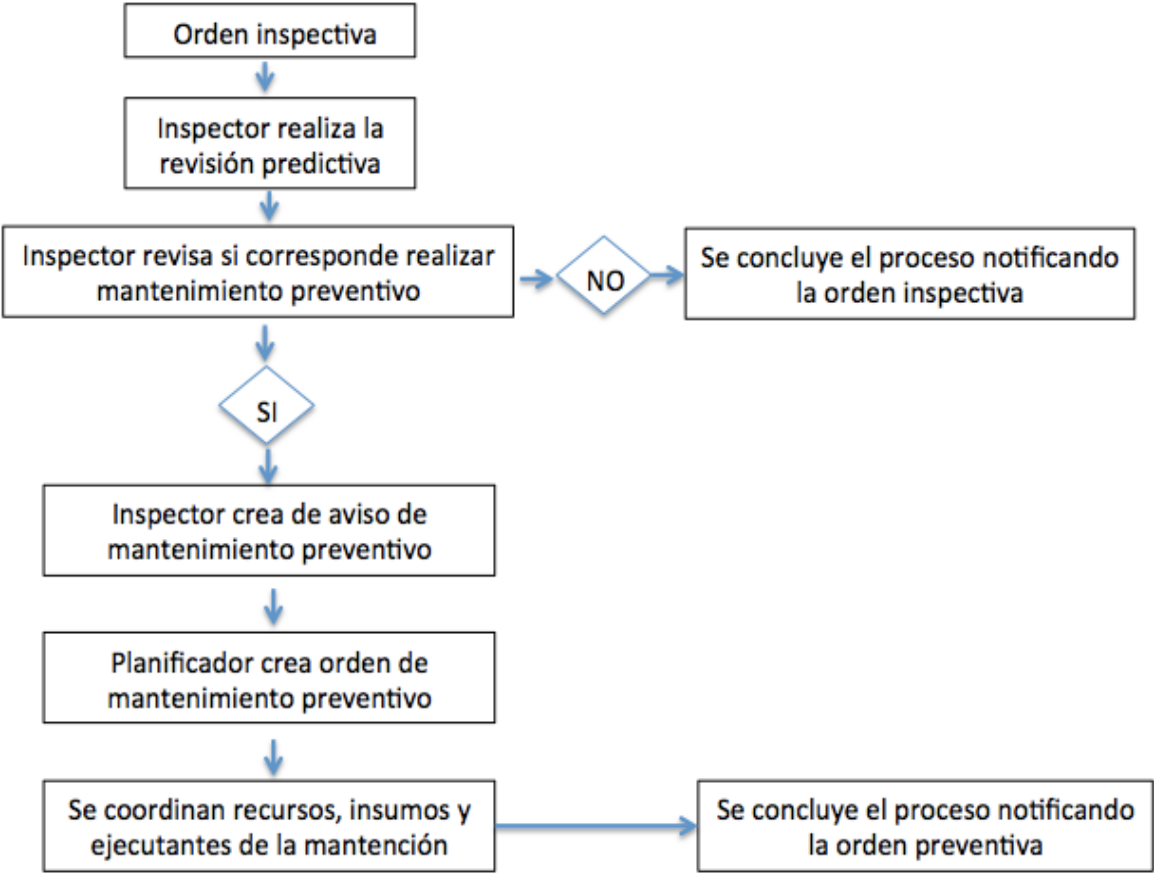
Los planes inspectivos y preventivos están incorporados en SAP y según fecha de planificación son descargados del programa el cual les indica los equipos que deben ser revisados. Si el inspector determina que corresponde realizar una mantención preventiva se coordina con personal interno o externo para su ejecución.

Existen planes preventivos que están desactivados en SAP y se activan solamente cuando el inspector indica que corresponde realizar mantención preventiva al equipo, esto con el objetivo de optimizar recursos.

Para la ejecución de los planes y creación de órdenes de mantenimiento inspectivos y preventivo existen dos caminos, los cuales se describen a continuación:

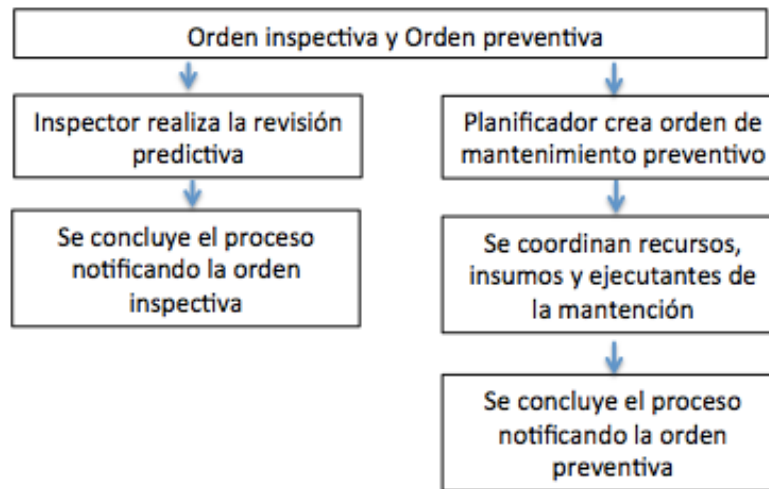
Primer caso: si el sistema SAP indica que corresponde inspección y luego de esta revisión el inspector determina si corresponde o no mantenimiento preventivo, se activa el plan preventivo para este equipo en particular.

Figura N° 28 Flujo ordenes inspectivos Fuente: Elaboración propia, 2016.



Segundo caso: para el caso de los planes preventivos que están activos permanentemente se coordina en paralelo mantención inspectiva.

Figura N° 29 Flujo ordenes mantención Fuente Elaboración propia, 2016.

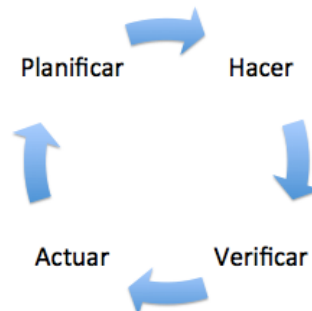


La identificación de fallas o trabajos correctivos está a cargo del área de operaciones la cual indica al planificador mediante un correo electrónico la necesidad de reparar un equipo, el planificador coordina recursos con personal interno o externo.

En el caso del mantenimiento eléctrico no existen equipos críticos para el laminador.

El área eléctrica del LBR en un proceso de avance constante ha incorporado a sus actividades la utilización de la metodología de mejora continua como se describe en la figura N° 32.

Figura N° 30 Ciclo de mejora continua de E. Deming Fuente: CAP Acero, 2016.



Con el fin de efectuar un examen y procesamiento de datos históricos de las actividades de mantenimiento y posteriormente un estudio de las fallas para una mejora en los procesos, se ha incorporado la etapa de proceso análisis, la cual se ve identificada en el siguiente esquema:

Figura N° 31 Proceso análisis fallas eléctrica, Fuente CAP Acero, 2016.

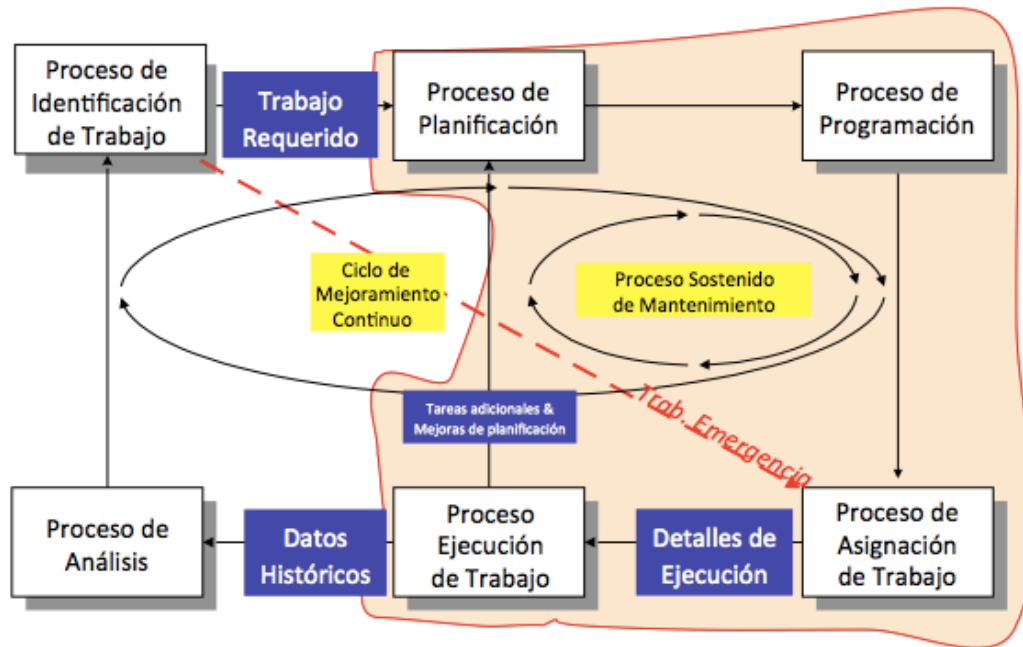


Tabla N° 9 Mantenimiento eléctrico Fuente: Elaboración propia, 2016.

| Área: 4.- Estrategia de mantenimiento eléctrico | |
|--|---|
| Estado actual | Sugerencias |
| 4.8 El programa MES usado por el área de operaciones no especifica correctamente las fallas eléctricas y los operadores no cuentan con la capacitación adecuada para determinar el motivo de la falla. | 4.8 Complementar el programa MES con una base de datos mejorada para incorporar más fallas eléctricas y capacitar a los operadores para identificar las fallas. |
| 4.9 No existe una persona encargada exclusivamente del control, planificación, abastecimiento y revisión de los repuestos eléctricos. | 4.9 Implementar un analista de repuestos, de igual forma que en el área mecánica. |
| 4.10 Diferente estructura de trabajo en SAP entre área eléctrica y mecánica | 4.10 Estandarizar ambas áreas eléctrica y mecánica para el desarrollo de su trabajo en el LBR |

Análisis de criticidad de equipos en el LBR

Como parte de los procesos que se llevan a cabo en el LBR es fundamental identificar los equipos que utilizan más recursos y por ende enfocar en ellos los esfuerzos para mejorar. Como parte de este proyecto y considerando la gran cantidad de unidades, se determinó realizar un análisis de criticidad que muestre el escenario actual de los equipos del LBR.

En total en el LBR existen 574 conjuntos de equipos (Anexo B) los cuales están divididos en distintas áreas y conforman el proceso continuo de laminación. (Fuente: SAP Mayo, 2016).

Según la normativa interna NO-73-65002 Revisión 1 del 30/04/2015 Lista de Equipos Críticos Laminador de Barras Rectas, existen 68 equipos o sistemas críticos en el LBR (Anexo C), considerando que esta información no está actualizada se decidió realizar un nuevo análisis de criticidad el cual se explica a continuación.

Análisis de criticidad de los equipos del Laminador de Barras Rectas

En conjunto con el encargado de planificación de mantención y encargado de repuestos del LBR, se revisó la información existente en SAP correspondiente al historial de avisos de mantenciones y reparaciones, y se determinó que existen 70 equipos (Anexo D) que son relevantes para el proceso de laminación. Estos equipos fueron categorizados según su nivel de criticidad usando el método de flujograma (Crespo, 2007) según los siguientes criterios.

A: Equipos de alta criticidad, B equipos de criticidad media, C: equipos de criticidad baja.

E: Medio Ambiente

- A. Fallo provoca aviso a autoridades publicas
- B. Provoca contaminación en el interior de la empresa.
- C. No produce ningún efecto

S: Seguridad (Personas)

- A. Accidentes con ausentismo laboral
- B. Daños Menores
- C. Sin Consecuencia

Q: Calidad (resultado del producto)

- A. Impacto externo, daño imagen empresa
- B. Consecuencias internas
- C. Sin Consecuencias

W: Trabajo (Tiempo de trabajo del activo)

- A. Tres turno continuos
- B. Dos turnos al día
- C. Un turno al día

D: Entrega

- A. Produce detención de toda la planta
- B. Produce detención en una línea
- C. No produce ningún efectos significativos

F: Fiabilidad

- A. $F \leq 6$
- B. $7 \leq F \leq 12$
- C. $F \geq 13$ meses

M: Mantenibilidad

- C $M \geq 6$ hrs mantención menor a 6 hrs
- B. $8 \leq M \leq 23$ hrs mantención entre 8 y 23 hrs
- A $M \leq 24$ hrs mantención mayor a 24 hrs

Estos 70 equipos han sido evaluados según criterios antes descritos de Medio Ambiente, Seguridad (Personas), Calidad (resultado del producto), Trabajo (Tiempo de trabajo del activo), Entrega y Fiabilidad. El estudio entrega como resultado un total de 34 equipos con criticidad A alta, 30 equipos con criticidad B media y 6 equipos con criticidad baja C.

Gráfico N° 5 Criticidad equipos LBR Fuente Elaboración propia, 2016.



Se determina con esta información que existen equipos con alto nivel de criticidad con los cuales se debe poner especial atención en recursos y gestión del mantenimiento, al llevar a cabo este análisis se determinó que:

El 48 % corresponde a criticidad alta con 34 equipos.

El 43 % corresponde a criticidad media con 30 equipos.

El 9 % corresponde a criticidad alta con 6 equipos.

5. Control de calidad en mantenimiento.

El desarrollo de un sistema acertado de control de la calidad del mantenimiento es esencial para asegurar reparaciones de alta calidad, estándares exactos, máxima disponibilidad, extensión del ciclo de vida del equipo y tasas eficientes de producción del equipo.

La calidad de los productos del mantenimiento tiene un enlace directo con la calidad del producto y la capacidad de la compañía, para cumplir con los programas de entrega. En general el equipo que no ha recibido un mantenimiento regular, o cuyo mantenimiento ha sido inadecuado fallará periódicamente y tenderá a generar productos defectuosos, lo que representa menor rentabilidad y un mayor descontento por parte del cliente.

Para el caso del LBR no existe un área específica de control de calidad del mantenimiento, sino que es llevado a cabo por el área de operación – mantenimiento. A continuación se explican detalles de lo revisado en esta área.

Tabla N° 10 Control de calidad Fuente: Elaboración propia, 2016.

| Área: 5.- Control de calidad en mantenimiento. | |
|---|--|
| Estado actual | Sugerencias |
| 5.1 No existen procedimientos por escrito de control de calidad del mantenimiento. | 5.1 Realizar y estandarizar procedimientos de control de calidad. |
| 5.2 La inspección de las actividades de mantenimiento es realizada por los supervisores de operación y planificación. | 5.2 Crear un encargado de control de calidad del mantenimiento, que se responsabilice de los estándares de calidad de los trabajos realizados. |
| 5.3 No existe control de calidad con los repuestos, no son revisados. | 5.3 Los repuestos deben ser revisados y categorizados según nivel de calidad. |
| 5.4 No existen indicadores de retraso o estado de los repuestos. | 5.4 Crear indicadores de calidad en los repuestos. |

6. Procesos de soporte (repuestos)

Los repuestos correspondientes al LBR están clasificados según la normativa interna PG-29-021 Revisión 6 de 17 de junio de 2015 (Anexo E) donde se determinó como objetivo lo siguiente:

Establecer la responsabilidad, oportunidad y metodología para solicitar la incorporación a existencia de materiales, y hacer la clasificación de éstos de acuerdo con los requerimientos del Sistema de Gestión y los lineamientos del Plan estratégico de Compañía Siderúrgica Huachipato S.A. (en adelante CAP-Acero).

De acuerdo a este manual de procedimiento se establece la siguiente forma de categorizar los materiales genéricos y los repuestos según su nivel de criticidad.

Materiales generales: Son los materiales de uso frecuente y que no pertenecen a un equipo en particular, son administrados por la Unidad de Abastecimiento y se clasifican en:

- Suministros Esenciales: Son aquellos de alto valor de consumo y de alto riesgo implícito en la operación de CAP-Acero. Deben estar siempre en stock. Su gestión de reposición se hará manualmente, para la cual SAP operará sin modelo de reposición. Su característica de planificación será ND.
- Materiales Críticos: Son de alto riesgo y bajo valor de consumo. Su carencia genera costos importantes. Por lo que deberían estar siempre en stock. La gestión de reposición la hará SAP en base al punto de reposición a través del modelo VI_HB con stock de seguridad.
- Materiales Genéricos: Son de alto valor de consumo y bajo riesgo. Deseable que estén en stock. La gestión de reposición la hará SAP en base al punto de reposición a través del modelo VI_HB sin stock de seguridad.
- Materiales Rutinarios: Son de bajo valor de consumo y bajo riesgo. No requieren tener stock en CAP-Acero. La reposición la hará SAP a través del modelo PD_EX. Esto es que la compra se activará sólo con una reserva y se comprará sólo lo reservado. No se mantendrá existencia en bodega.

Repuestos: Son partes que pertenecen a uno o varios equipos, que se compran por número de parte de un fabricante determinado o por marca y plano. Su clasificación es: RA: repuestos no recuperable y falla no previsible, RB: No recuperables y su falla se puede prever, RC: Repuestos recuperables. La importancia de servicio de ellos. (1: Su carencia detiene la producción de una línea a lo menos; 2: Su carencia afecta el rendimiento y/o productividad de una línea; 3: Su carencia no afecta las líneas de producción) La combinación de letras y números da 9 posibilidades de clasificación, cuya equivalencia en SAP es la siguiente:

Tabla N° 11 Clasificación repuestos Fuente: CAP Acero, 2016.

| Clasificación | Cód. SAP | Clasificación | Cód. SAP | Clasificación | Cód. SAP |
|---------------|----------|---------------|----------|---------------|----------|
| RA1 | 17 | RB1 | 21 | RC1 | 25 |
| RA2 | 18 | RB2 | 22 | RC2 | 26 |
| RA3 | 19 | RB3 | 23 | RC3 | 27 |

Por los tanto los repuestos quedan clasificados de la siguiente forma:

RA1 – RB1 – RC1: Reposición inmediata automática

RA2 – RB2: Reposición inmediata automática

RC2 – RC3 – RA3 – RB3: Reposición contra reserva de área de mantenimiento.

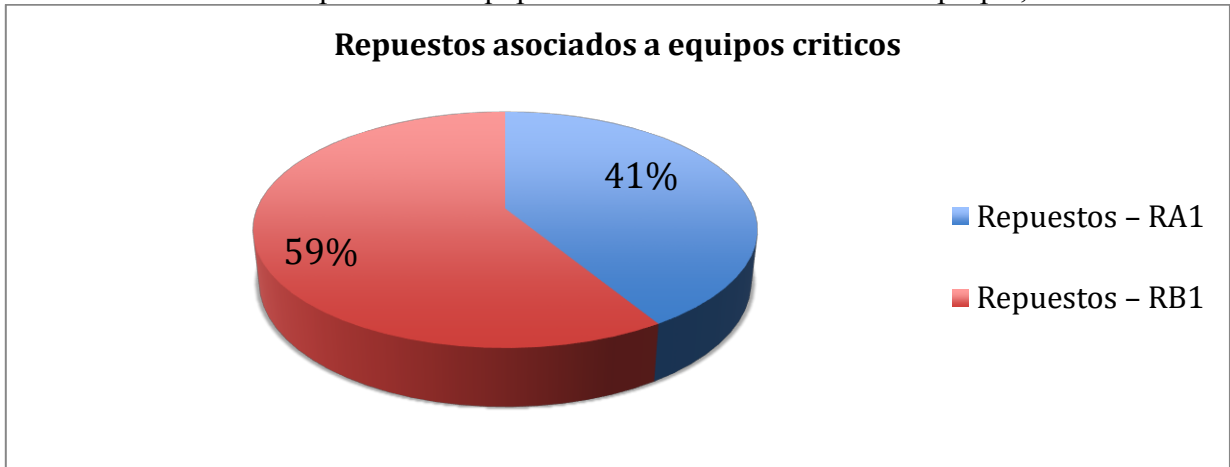
Se revisaron los equipos críticos vistos en la tabla anterior y se determinó que existen:

Tabla N° 12 Repuestos críticos LBR Fuente: CAP Acero, 2016.

| Repuestos asociados a equipos críticos | Repuestos – RA1 | Repuestos – RB1 |
|--|-----------------|-----------------|
| 80 | 33 | 47 |

De un total de 574 conjuntos de equipos el área de repuestos existen 33 repuestos asociados a equipos críticos que comprenden la clasificación RA1 y 47 repuestos con clasificación RB1.

Gráfico N° 6 Repuestos de equipos críticos Fuente: Elaboración propia, 2016.



Se determina con esta información que hay equipos con alto nivel de criticidad con los cuales se debe poner especial atención en recursos y gestión del mantenimiento. Al llevar a cabo este análisis se determinó:

Tabla N° 13 Repuestos Fuente: Elaboración propia, 2016.

| Área: 6.- Repuestos | |
|---|---|
| Estado actual | Sugerencias |
| 6.1 Existen equipos que no están categorizados en SAP por su nivel de criticidad. | 6.1 Regularizar en SAP el nivel de criticidad para todos los repuestos. Asignar tipo de reposición para todos los equipos del LBR tiempo estimados 8 meses y 2 personas. |
| 6.2 Al ser un sistema de producción en línea continua afecta de gran forma que la operación contemple equipos críticos durante toda el proceso de laminación. | 6.2 Contemplar un plan de resguardo para el stock de repuesto críticos. 6.3 Coordinar con el área de mantenimiento las actividades correctivas y preventivas de forma eficiente para no ocasionar detenciones prolongadas al sistema |

7. Integración entre mantenimiento y producción

El área de producción – mantención posee una estructura que soporta las operaciones del laminador y las tareas de mantenimiento mecánico, dejando el mantenimiento eléctrico de forma independiente a cargo del área eléctrica de planta.

Como estrategia de producción el LBR cuenta con la figura del operador mantenedor que se encarga de atender los turnos de producción y además se preocupa de actividades del mantenimiento de los equipos del laminador, tales como :

- Inspección diaria y permanente a los equipos.
- Verificación de las especificaciones técnicas de trabajo de los equipos.
- Registro de contingencias diarias en el libro de novedades.
- Reporte de fallas mayores al equipo técnico de mantenimiento liderado por el Jefe de mantenimiento mecánico, que depende del Jefe de operaciones.

El área de producción – mantención está organizada según el siguiente esquema:

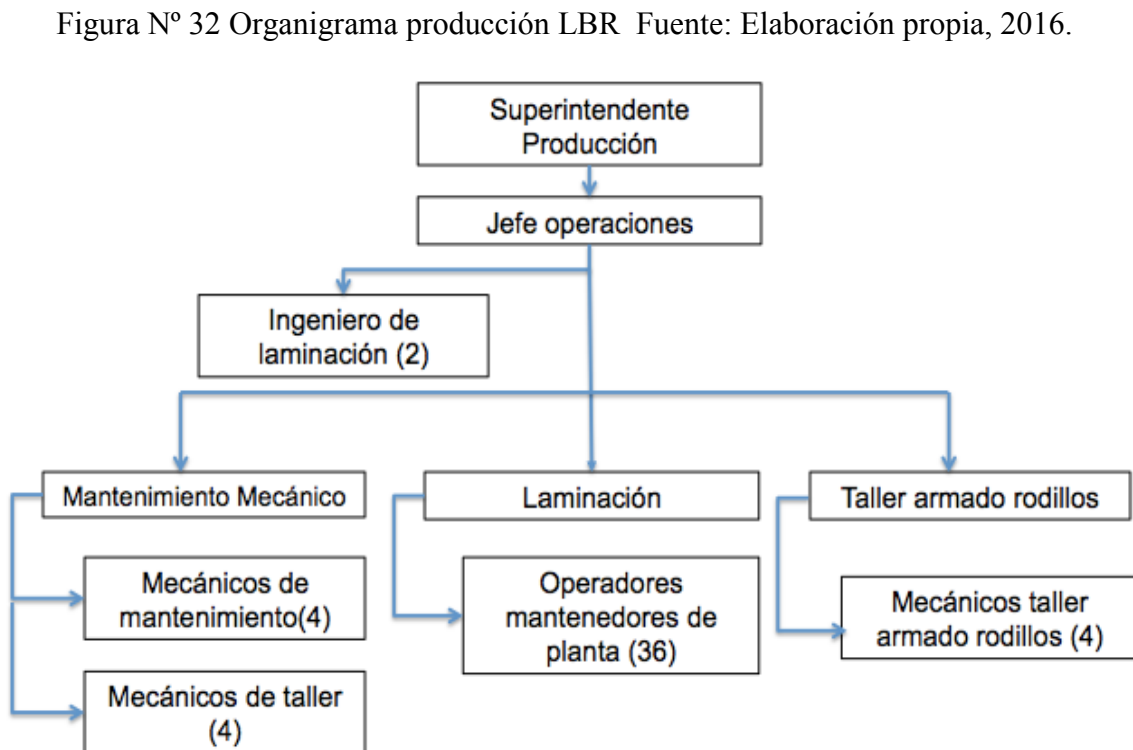


Tabla N° 14 Mantenimiento y producción Fuente: Elaboración propia, 2016.

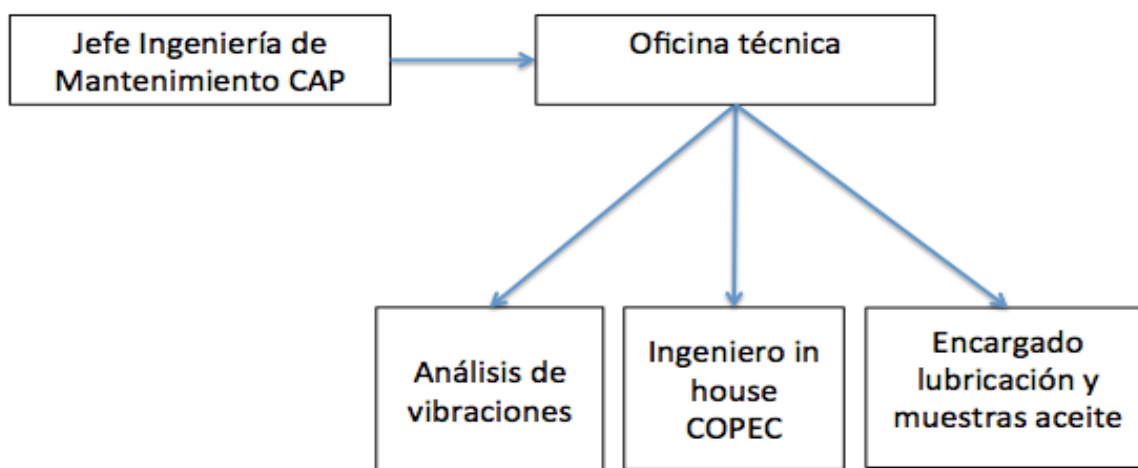
| Área: 7.- Mantenimiento y producción | |
|---|--|
| Estado actual | Sugerencias |
| 7.1 La operación y el mantenimiento mecánico no se encuentran integrados de forma óptima. | 7.1 Buscar una estrategia que ayude a unir las tareas de mantenimiento y operación, haciendo más eficiente las actividades del área de producción. |
| 7.2 No existen procedimientos de atención a las fallas y algunas fallas de turno no quedan registradas. | 7.2 Documentar todos los procedimientos de falla generadas en los turnos. |
| 7.3 No se encuentran documentadas las actividades por cargo. | 7.3 Crear descriptores de cargos, que sean actualizados periódicamente. |
| 7.4 El personal sabe por uso y costumbre las actividades que debe realizar. | 7.4 Capacitar a los operadores y mantenedores para llevar un registro efectivo de las fallas y creación de un histórico de fallas en SAP |
| 7.5 No existen indicadores de tiempo de falla y no se lleva un registro histórico de las fallas a los equipos | 7.5 Crear indicadores de eficiencia del mantenimiento e históricos de fallas en SAP. |
| 7.6 Los operadores – mantenedores no están certificados. | 7.6 Capacitar a operadores para que se certifiquen sus competencias en el área técnica, asegurando la correcta intervención de los equipos. |

8. Metodologías de ingeniería y fiabilidad

La fiabilidad se define como la probabilidad de que un bien o activo funcione adecuadamente durante un período determinado bajo condiciones operativas específicas (RAE). Teniendo en cuenta esta definición y considerando las condiciones operativas de los equipos del LBR, se determina como está conformado el LBR en el área de confiabilidad.

- I. La organización está conformada de la siguiente manera y se encarga de la confiabilidad de toda la planta en general, no solo del LBR.

Figura N° 33 Organigrama ingeniería Fuente: Elaboración propia, 2016.



La función principal del Jefe de Ingeniería de Mantenimiento es ver la confiabilidad a nivel planta.

La principal función del área técnica es liderar y concretar proyectos de mantenimiento que permitan aumentar la confiabilidad de los equipos, realizando:

- Análisis de fallas de los equipos
- Mejoras a los equipos en general

CAP está canalizando sus esfuerzos y recursos en el área de confiabilidad en los equipos críticos, a los cuales se les ha establecido parámetros de medición del estado operativo actual, como es el caso de la Guillotina de corte comercial, la cual posee monitoreo continuo de la condición de trabajo, con el cual se puede establecer un método de análisis predictivo y de fallas, y de esta forma tomar acciones correctivas para mejorar su operatividad.

La capacidad de planta en cuento al análisis de confiabilidad debe estar apoyada por personal altamente calificado (Maintenance Engineering Handbook 7th ed. McGraw-Hill, 2008) incorporando adecuadamente y a razón del personal técnico existente el cargo de Ingeniero de Confiabilidad, que esté a cargo principalmente del análisis de confiabilidad de los equipos.

La siguiente tabla muestra una sugerencia de organización y gestión de la función de mantenimiento.

Tabla N° 15 Organización en función del mantenimiento Fuente: Maintenance Engineering Handbook 7th ed. McGraw-Hill, 2008

| Technicians | Manager | Supervisor | Planner/ scheduler | Clerk | Reliability engineer | Maintenance control manager | Training coordinator |
|-------------|---------|------------|-----------------------|-------|-------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| 50-54 | 1 | 5 | 2 | 1 | 1 | | |
| 55-59 | 1 | 6 | 3 | 1 | 1 | | |
| 60-64 | 1 | 6 | 3 | 1 | 1 | 1 | |
| 65-69 | 1 | 7 | 3 | 2 | 1 | 1 | |
| 70-74 | 1 | 7 | 3 | 2 | 1 | 1 | |
| 75-79 | 1 | 8 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 80-84 | 1 | 8 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 85-89 | 1 | 9 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 90-94 | 1 | 9 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 95-99 | 1 | 10 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 100-109 | 1 | 10 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 110-119 | 1 | 11 | 5 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| 120-129 | 1 | 12 | 5 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| 130-139 | 1 | 13 | 6 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| 140-149 | 1 | 14 | 6 | 2 | 3 | 1 | 1 |

Para el caso del CAP Acero que cuenta con aproximadamente 140 técnicos se hace imprescindible contar por lo menos con tres ingenieros de confiabilidad en la planta.

Tabla N° 16 Confiabilidad Fuente: Elaboración propia, 2016.

| Área: 8.- Confiabilidad | |
|---|--|
| Estado actual | Sugerencias |
| 8.1 CAP no cuenta con un ingeniero de confiabilidad en planta. | 8.1 Incorporar tres Ingenieros de confiabilidad que se encarguen del análisis de los equipos. |
| 8.2 Replicar el modelo de monitoreo continuo de la condición de operación y falla aplicado a la guillotina de corte comercial a los equipos más críticos del laminador. | 8.2 Con la aplicación del monitoreo se podrá analizar los datos de falla y aplicar un mantenimiento centrado en la confiabilidad. |
| 8.3 No existen procedimientos o protocolos de trabajo bajo el modelo de confiabilidad. | 8.3 Establecer documentación de trabajo basado en la metodología de confiabilidad. |
| 8.4 En este momento no está automatizada la información de signos vitales y análisis de datos de los equipos del LBR. | 8.4 Incorporar un software de confiabilidad que ayude en el procesamiento de la información. |
| 8.5 No existe historial de falla que comprenda información global y causas de la falla para un correcto análisis y posterior revisión de indicadores de falla u operatividad. | 8.5 Mejorar la recolección e incorporación de datos en SAP. 8.6 Creación de indicadores de confiabilidad adaptados a la operatividad y Mantenibilidad del LBR |

Paso N° 5 Analizar los factores auditados.

Para analizar los factores auditados se utilizará el método de análisis por criticidad dando un rango de importancia según la categorización establecida por CAP Acero en costo y tiempo de implementación de la medida correctiva que se debe llevar a cabo para mejorar esta observación o no conformidad, así lo muestran las siguientes tablas:

Tabla N° 17 Costo de implementación de la medida correctiva

| Puntaje | Descripción |
|---------|----------------------------|
| 1 | Bajo, implica solo gestión |
| 2 | Medio: Costo < 30.000 UDS |
| 3 | Alto: Costo > 30.000 USD |

Tabla N° 18 Tiempo de implementación de la medida correctiva

| Puntaje | Descripción |
|---------|-------------------|
| 1 | Rápido: 1-3 meses |
| 2 | Medio: 4-7 meses |
| 3 | Lento: > 8 meses |

Tabla N° 19 Categorización factores auditados

| |
|--|
| Bajo costo Tiempo 1-3 meses |
| Bajo costo Tiempo 4-7 meses |
| Bajo costo Tiempo >8 meses |
| Medio: Costo < 30.000 USD Tiempo 1-3 meses |
| Medio: Costo < 30.000 USD Tiempo 4-7 meses |
| Medio: Costo < 30.000 USD Tiempo >8 meses |
| Alto: Costo > 30.000 USD Tiempo 1-3 meses |
| Alto: Costo > 30.000 USD Tiempo 4-7 meses |
| Alto: Costo > 30.000 USD Tiempo >8 meses |

Tabla N° 20 Análisis de criticidad factores auditados

| Área | No conformidades | Sugerencia | Costo | Tiempo | Resultado |
|---|------------------|--|-------|--------|-----------|
| 1.- Recursos gerenciales, aspectos de motivación y comunicación | 1.1 | 1.1 Afianzar esta cercanía con el desarrollo de un programa de motivación del personal. | 1 | 1 | 1 |
| | 1.2 | 1.2 Internalizar en el personal las políticas de desarrollo de los lineamientos corporativos. | 1 | 1 | 1 |
| | 1.3 | 1.3 Establecer medidas para que todo el personal, lea y recuerde la información de los comunicados oficiales. Tales como diarios murales activos o una aplicación móvil. | 1 | 1 | 1 |
| | 1.4 | 1.4 Crear descriptores de cargo generales para el personal interno. | 1 | 2 | 2 |
| | 1.5 | 1.5 Ejecutar un plan de evaluación de desempeño para todas las áreas del LBR. | 2 | 2 | 4 |
| 2.- Sistemas de información | 2.1 | 2.1 Capacitar a los operarios en las especificaciones de las fallas | 2 | 2 | 4 |
| | 2.2 | 2.2 Realizar árbol de equipos y componentes según descripción dada en SAP. | 2 | 2 | 4 |
| | 2.3 | 2.3 Realizar catálogos de modos de falla e incorporarlos a MES. | 1 | 2 | 2 |
| | 2.4 | 2.4 Conectar y desplegar resultados KPI desde el sistema MES a sharepoint mantenimiento u otra plataforma. | 1 | 1 | 1 |
| | 2.5 | 2.5 Incorporar un usuario clave para SAP y PI System que se encargue de las capacitaciones, | 2 | 2 | 4 |

| | | | | | |
|--|-----|--|---|---|---|
| | | de soporte técnico y esté atento a los requerimientos. | | | |
| | 2.6 | 2.6 Mejorar el uso de SAP en la planificación y asignación de recursos para las reparaciones y mantenencias. | 1 | 1 | 1 |
| | 2.7 | 2.7 PI System ampliar la cobertura de uso en el personal y capacitarlos. | 1 | 1 | 1 |
| 3.-Tecnología aplicada al mantenimiento o predictivo, análisis de vibraciones y lubricantes. | 3.1 | 3.1 Ampliar la cobertura de equipos analizados con software Aptitudes y realizar gestión bajo la metodología de confiabilidad. | 3 | 3 | 9 |
| | 3.2 | 3.2 Mejorar la instalación de sensores e instruir al personal para protegerlos teniendo el cuidado respectivo a la hora de intervenir los equipos. | 2 | 2 | 4 |
| | 3.3 | 3.3 Incorporar una herramienta tecnológica de control y gestión del proceso de lubricación y muestras de aceite, tal como SIGMO de Copec. | 3 | 3 | 9 |
| 4. Estrategias de mantenimiento | 4.1 | 4.1 Delegar el mantenimiento completamente a un ente, es decir, mantenimiento mecánico. | 1 | 2 | 2 |
| | 4.2 | 4.2 Desarrollo de la estrategia de mantenimiento para equipos críticos del LBR implementado en SAP | 1 | 2 | 2 |
| | 4.3 | 4.3 Crear una normativa que señale funciones, lineamientos y objetivos claros para difundir y dar a conocer a personal | 1 | 2 | 2 |

| | | | | | |
|--|------|---|---|---|---|
| | | correspondiente. | | | |
| | 4.4 | 4.4 Mejorar el feedback con el área mecánica, para tomar las acciones correctivas correspondientes y realizar análisis de fallas. | 1 | 2 | 2 |
| | 4.5 | 4.5 Implementar sistema de monitoreo de vibraciones principalmente en los equipos críticos. | 3 | 3 | 9 |
| | 4.6 | 4.6 Aumentar el número de muestras y equipos a los cuales se les realiza análisis de lubricantes. | 3 | 3 | 9 |
| | 4.7 | 4.7 Aumentar la comunicación entre análisis de vibraciones y lubricantes, e incorporar metodología de análisis de confiabilidad. | 1 | 2 | 2 |
| | 4.8 | 4.8 Complementar el programa MES con una base de datos mejorada para incorporar más fallas eléctricas y capacitar a los operadores para identificar las fallas. | 2 | 2 | 4 |
| | 4.9 | 4.9 Implementar un analista de repuestos, de igual forma que en el área mecánica. | 2 | 2 | 4 |
| | 4.10 | 4.10 Estandarizar ambas áreas eléctrica y mecánica para el desarrollo de su trabajo en el LBR | 1 | 2 | 2 |
| 5.- Control de calidad en mantenimiento. | 5.1 | 5.1 Realizar y estandarizar procedimientos de control de calidad. | 1 | 1 | 1 |
| | 5.2 | 5.2 Crear un encargado de control de calidad del mantenimiento, | 2 | 2 | 4 |

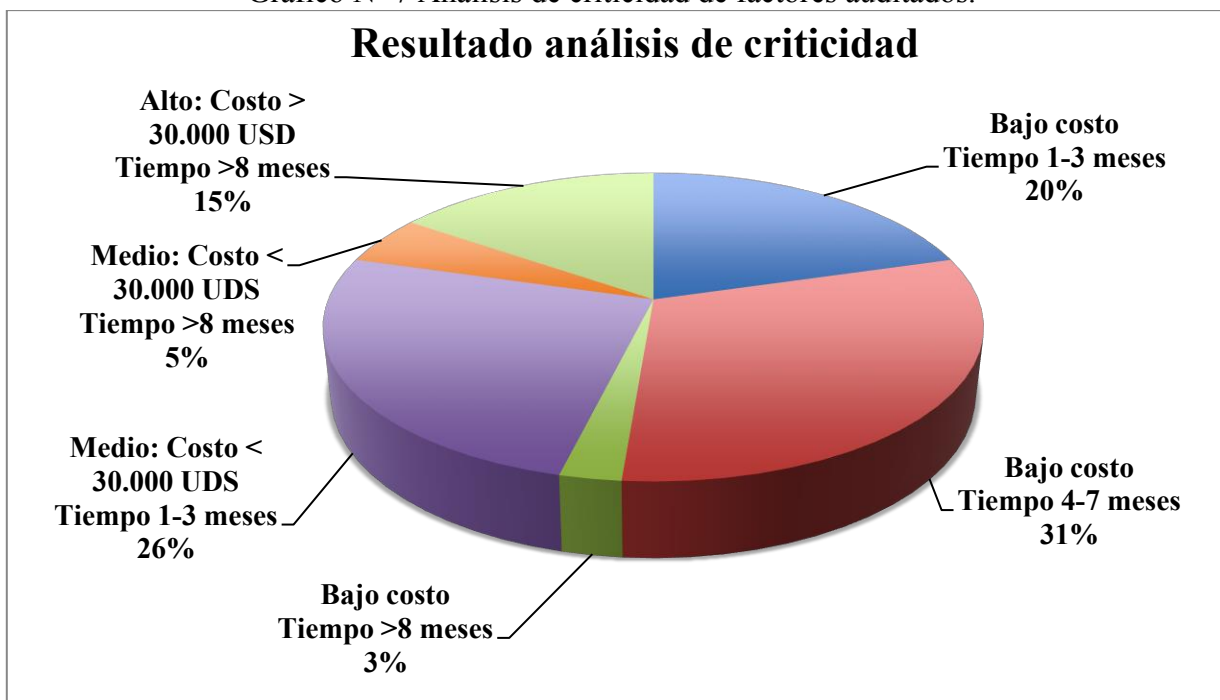
| | | | | | |
|--------------------------------------|-----|--|---|---|---|
| | | que se responsabilice de los estándares de calidad de los trabajos realizados. | | | |
| | 5.3 | 5.3 Los repuestos deben ser revisados y categorizados según nivel de calidad. | 2 | 2 | 4 |
| 6.- Repuestos | 6.1 | 6.1 Regularizar en SAP el nivel de criticidad para todos los repuestos. Asignar tipo de reposición para todos los equipos del LBR tiempo estimados 8 meses y 2 personas. | 1 | 2 | 2 |
| | 6.2 | 6.2 Contemplar un plan de resguardo para el stock de repuesto críticos. | 2 | 2 | 4 |
| 7.- Mantenimiento y producción | 7.1 | 7.1 Buscar una estrategia que ayude a unir las tareas de mantenimiento y operación, haciendo más eficiente las actividades del área de producción. | 1 | 2 | 2 |
| | 7.2 | 7.2 Documentar todos los procedimientos de falla generadas en los turnos. | 1 | 1 | 1 |
| | 7.3 | 7.3 Crear descriptores de cargos, que sean actualizados periódicamente. | 1 | 1 | 1 |
| | 7.4 | 7.4 Capacitar a los operadores y mantenedores para llevar un registro efectivo de las fallas y creación de un histórico de fallas en SAP | 1 | 2 | 2 |
| | 7.5 | | 1 | 2 | 2 |

| | | | | | |
|----------------------|-----|---|---|---|---|
| | 7.6 | 7.5 Crear indicadores de eficiencia del mantenimiento e históricos de fallas en SAP. 7.6 Capacitar a operadores para que se certifiquen sus competencias en el área técnica, asegurando la correcta intervención de los equipos. | 2 | 3 | 6 |
| 8.- Confiabilidad | 8.1 | 8.1 Incorporar tres Ingenieros de confiabilidad que se encarguen del análisis de los equipos. | 2 | 2 | 4 |
| | 8.2 | 8.2 Con la aplicación del monitoreo se podrá analizar los datos de falla y aplicar un mantenimiento centrado en la confiabilidad. | 3 | 3 | 9 |
| | 8.3 | 8.3 Establecer documentación de trabajo basado en la metodología de confiabilidad. | 2 | 3 | 6 |
| | 8.4 | 8.4 Incorporar un software de confiabilidad que ayude en el procesamiento de la información. | 3 | 3 | 9 |
| | 8.5 | 8.5 Mejorar la recolección e incorporación de datos en SAP. | 1 | 3 | 3 |
| | 8.6 | 8.6 Creación de indicadores de confiabilidad adaptados a la operatividad y Mantenibilidad del LBR | 1 | 1 | 1 |

Según lo mostrado en el anterior análisis de criticidad se puede obtener resultado de la tendencia que tienen los factores auditados en cuanto al alto, medio o bajo costo de implementar medidas correctivas y en cuanto al tiempo de acción al implementarlas, en rápido, medio o lento plazo de ejecución de estas medidas correctivas.

Se resumen los resultados de las no conformidades u observaciones vistas en la tabla N° 20 en el siguiente gráfico.

Gráfico N° 7 Análisis de criticidad de factores auditados.



Como observaciones del gráfico anterior se puede mencionar:

- El mayor porcentaje que corresponde el 31 % atañe a no conformidades y observaciones que tienen un bajo costo y medio tiempo entre 4 a 7 meses de implementación de medidas correctivas o acciones que se pueden tomar para mejorarlas.
- El segundo mayor porcentaje que corresponde al 26% pertenece a no conformidades u observaciones que tienen un costo medio y bajo tiempo entre 1 a 3 meses de implementación de medidas correctivas o acciones que se pueden tomar para mejorarlas.
- El tercer mayor porcentaje que corresponde al 20 % recae a no conformidades u observaciones de bajo costo y bajo tiempo de implementación 1 a 3 meses.

Esto como parte de las acciones que se pueden tomar a corto plazo sin una gran inversión y es posible de integrar al plan estratégico del año siguiente.

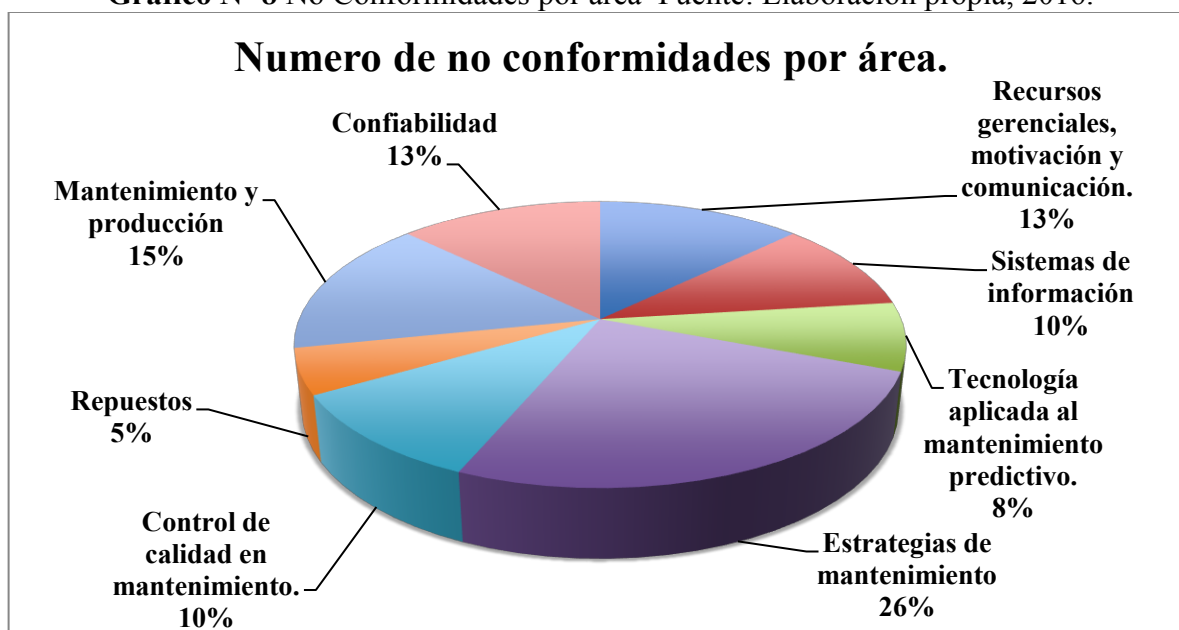
Paso N° 6 Resultados de la auditoría de mantenimiento al LBR

Las observaciones encontradas en el LBR hacen mención a la forma de trabajo y cumplimiento de protocolos internos que se llevan a cabo en las distintas áreas. En la siguiente tabla se aprecia el número de no conformidades encontradas en cada factor auditado, destacándose principalmente el factor N° 4 Estrategias de mantenimiento ya que integra al área mecánica, eléctrica y mantenimiento predictivo, por lo tanto presenta mayor cantidad de observaciones.

Tabla N° 21 No Conformidades por área Fuente: Elaboración propia, 2016.

| Ítem | Factor auditado | N° de no conformidades |
|-------|--|------------------------|
| 1 | Recursos gerenciales, aspectos de motivación y comunicación. | 5 |
| 2 | Sistemas de información. | 4 |
| 3 | Tecnología aplicada al mantenimiento predictivo. | 3 |
| 4 | Estrategias de mantenimiento. | 10 |
| 5 | Control de calidad en mantenimiento. | 4 |
| 6 | Repuestos. | 2 |
| 7 | Mantenimiento y producción. | 6 |
| 8 | Confiabilidad. | 5 |
| Total | | 39 |

Gráfico N° 8 No Conformidades por área Fuente: Elaboración propia, 2016.

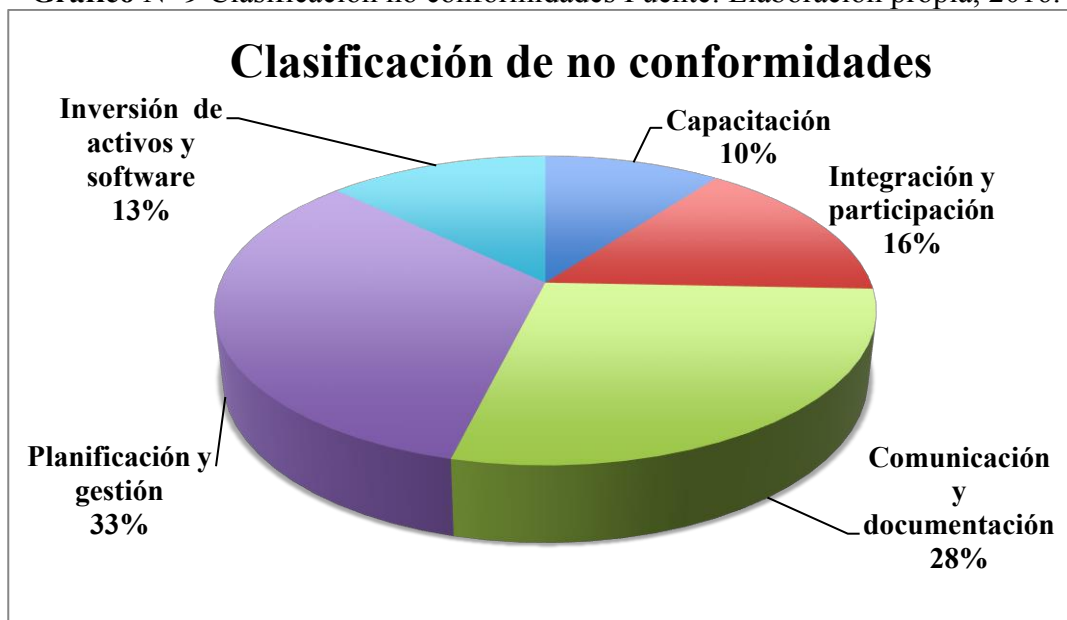


Las no conformidades encontradas son agrupadas según reiteración y esto nos da una mejor visión de los puntos que se pueden mejorar, se presenta en la siguiente tabla un resumen de la información:

Tabla N° 22 Clasificación no conformidades Fuente: Elaboración propia, 2016.

| Capacitación | Integración y participación | Comunicación y documentación | Planificación y gestión | Inversión de activos y software |
|--------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| 4 | 6 | 11 | 13 | 5 |

Gráfico N° 9 Clasificación no conformidades Fuente: Elaboración propia, 2016.



Se aprecia del gráfico N° 8 que el mayor porcentaje de no conformidades se agrupan en planificación y gestión, es por esto que es fundamental revisar la información del área de mantenimiento y sus protocolos de tareas que van enfocados a mejorar el trabajo del área y optimizar los recursos.

11 DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES GENERALES

El modelo de auditoría desarrollado en este proyecto reunió información aplicada a la gestión de activos industriales velando por su óptimo funcionamiento y correcta mantención, es por esto que es un modelo factible de aplicar en cualquier proceso productivo.

La auditoría aplicada al Laminador de barras rectas LBR de CAP Acero, ayudó a esta empresa a precisar su nivel de desempeño y presentarles oportunidades de mejoras. Se pudo definir las acciones pertinentes a llevar a cabo para perfeccionar el mantenimiento de sus equipos y determinar las causas que no hacen exitoso este proceso, sino más aun enlentecen las tareas de mantención.

Para llevar a cabo la auditoría de mantenimiento se debió realizar variadas reuniones con colaboradores de las distintas áreas que participan en el LBR para así presentar la información cualitativa e interpretar los resultados cuantitativos de forma eficiente, como se aprecia en el análisis de criticidad de los factores auditados donde se puede estimar que las acciones correctivas o preventivas para mejorarlos se pueden ejecutar a corto plazo sin una gran inversión y es posible integrarlas al plan estratégico del año siguiente.

En el proceso de recabar información pertinente al mantenimiento del LBR se encontraron 39 no conformidades u observaciones, de las cuales la mayor parte correspondiente al 26 % pertenecen a la estrategias del mantenimiento que reúne área mecánica y eléctrica donde muchas de las actividades son preventivas y correctivas, seguido por el área de mantenimiento y producción ya que el laminador cuenta con la figura de operador-mantenedor, por otra parte se observa que estas no conformidades tienen bases comunes que se clasifican según su frecuencia, principalmente con falencias en planificación, gestión, comunicación y documentación. Estos ítems presentan características en común que pueden ser mejoradas, siendo esta la idea de la auditoría, presentar resultados aterrizados y factibles de ser solucionados.

Con el trabajo realizado en el LBR se pudo determinar que esta metodología de auditoría es factible de ser llevada a cabo en conjunto con los colaboradores y optimizar los recursos y velar por un eficiente mantenimiento, que va en paralelo con las actividades de mantenimiento que la gerencia de CAP Acero propone como parte de su estrategia corporativa, y se sugiere realizar esta auditoría periódicamente o por lo menos una vez al año para así comparar y revisar la información de forma actualizada.

12 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- **Pascual, (2005).** Auditoría de gestión de mantenimiento y jerarquía de activos.
- **Mora, (1999).** Recuperado <https://sites.google.com/site/utcvgestiondelmantenimiento/home/unidad-1/1-1-elaborar-el-plan-maestro-de-mantenimiento/1-1-elaborar-el-plan-maestro-de-mantenimiento>
Fecha consulta 08/07/2016
- **Parra, (2012).** Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos.
- **Sinais, (2008).** Tendencias actuales del Mantenimiento Industrial
Recuperado: <http://www.sinais.es/Mantenimiento> Fecha consulta 09/07/2016
- **Pérez, (2001).** Principios de auditoría Normas de auditoría generalmente aceptadas
Recuperado:https://docs.google.com/document/d/1Vt_Wzywy1BGaG7f3PXWXkWBKrg0oG2kzzbl9aNo5kE4/edit Fecha consulta 20/07/2016
- **Acuña, (2005).** Mejoramiento de la calidad un enfoque a servicios, Editorial Tecnológica.
- **Cano, (2011).** Recuperado:
<http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=1740&edi=91&xit=mantenimiento-industrial-clave-para-garantizar-la-rentabilidad-de-su-empresa> Fecha consulta 21/07/2016
- **Pascual, (2005)** El arte de mantener. Departamento Ingeniería Mecánica Universidad de Chile.
- **Renovetec, (2013).** Recuperado <http://www.elplandemantenimiento.com/index.php/10-renovetec-editorial> Fecha consulta 21/07/2016
- **Suarez, (1991).** La moderna auditoría: un análisis conceptual y metodológico, Editorial McGraw-Hill
- **Tavarez, (2013).** Auditorias de mantenimiento Recuperado <https://es.scribd.com/doc/301439162/Auditoria-de-Mantenimiento> Fecha consulta 23/07/2016
- **Lattuca, (2008).** Compendio de auditoría Editorial: Temas Grupo Editorial
- **García-Muñoz, (2003)** recuperado <http://www.gestiopolis.com/gestion-por-procesos-para-la-satisfaccion-de-los-consumidores-de-servicios/> Fecha consulta 25/07/2016
- **Al-Muhaisen, (2002).** Metodología para auditar la asignación de recursos a las actividades críticas de mantenimiento Recuperado

http://taylor.us.es/sim/documentos/resultados/5819_Metodolog%EDa%20para%20audita_r_jmh.pdf Fecha consulta 25/07/2016

- **Sandoval, (2012)** Introducción a la auditoria Editorial Red Tercer Milenio
- **ISO 19011** Directrices para la auditoría de Sistemas de Gestión, Recuperado: http://www.unc.edu.ve/pdf/calidad/normasISO/Norma_ISO_19011-2011_Espanol.pdf Fecha consulta 26/04/2016
- **PAS 55** Gestión de Mantenimiento bajo estándares Internacionales como PAS 55 Asset Management. Recuperado <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/PAS55.pdf> Fecha consulta 26/04/2016
- **ISO 55000** Gestión de activos — Aspectos generales, principios y terminología Recuperado <https://www.iso.org/obp/ui#!iso:std:iso:55000:ed-1:v2:es> Fecha consulta 15/05/2016
- **Instituto Marshall, (2014)** recuperado <https://www.marshallinstitute.com/> fecha consulta 27/11/2016.

13 ANEXOS

Anexo A Resumen Informe de Gestión Laminador de Barras Rectas

Anexo B Conjuntos equipos LBR

Anexo C Equipos Críticos del Laminador de Barras Rectas NO-73-65002

Anexo D Criticidad equipos LBR

Anexo E Incorporación y clasificación de materiales PG-29-021 Revisión 6 17/06/2015 CAP

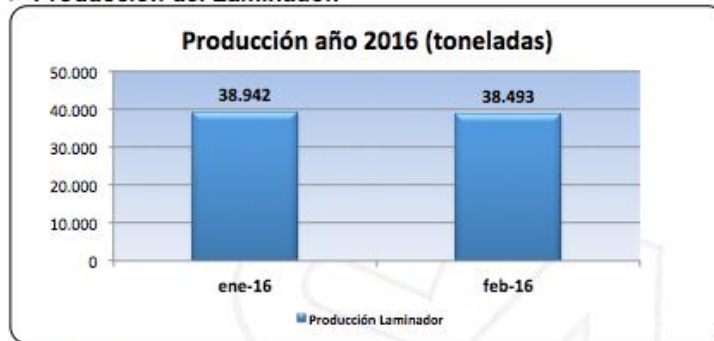
Anexo F Artículo propuesto

Anexo A Resumen Informe de Gestión Laminador de Barras Rectas

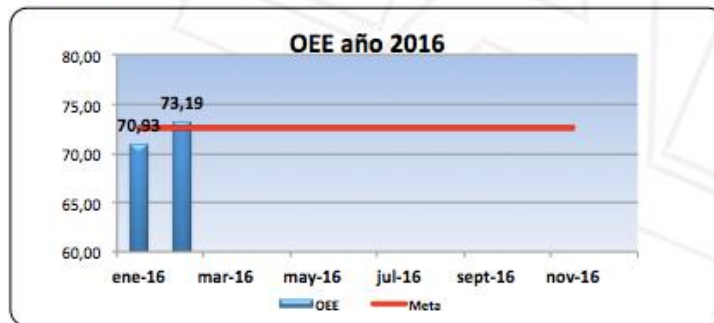
INFORME DE GESTIÓN MES ENERO-FEBRERO



➤ Producción del Laminador.



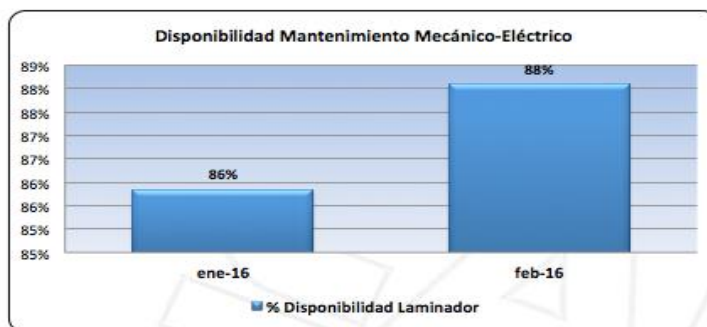
➤ O.E.E.



INFORME DE GESTIÓN MES ENERO-FEBRERO



➤ Disponibilidad Laminador de Barras.



Anexo B Conjuntos equipos LBR

| Nº | CONJUNTO EQUIPO |
|----|--|
| 1 | SH01-65-02 Patio Palanquillas |
| 2 | SH01-65-02-02 Carga Material Frio |
| 3 | SH01-65-02-02-02 Mesa Rodillos 1 al 8 |
| 4 | SH01-65-02-02-02-02 Tope Móvil Hidráulico |
| 5 | SH01-65-02-02-02-04 Mesa de Rodillos N° 1 Lado Colada |
| 6 | SH01-65-02-02-02-06 Mesa de Rodillos N° 2 Lado Colada |
| 7 | SH01-65-02-02-02-08 Mesa de Rodillos N° 3 Lado Colada |
| 8 | SH01-65-02-02-02-10 Mesa de Rodillos N° 4 Lado Colada |
| 9 | SH01-65-02-02-02-12 Mesa de Rodillos N° 5 Lado Colada |
| 10 | SH01-65-02-02-02-14 Mesa de Rodillos N° 6 Lado LBR |
| 11 | SH01-65-02-02-02-16 Mesa de Rodillos N° 7 Lado LBR |
| 12 | SH01-65-02-02-02-18 Mesa de Rodillos N° 8 Lado LBR |
| 13 | SH01-65-02-02-02-20 Tope Fijo Palanquilla |
| 14 | SH01-65-02-02-04 Mesa Descarga Palanquilla Fria |
| 15 | SH01-65-02-04 Carga de Material al Horno |
| 16 | SH01-65-02-04-02 Carga Caliente al Horno |
| 17 | SH01-65-02-04-02-02 Mesa de Rodillos N° 1 Lado Colada |
| 18 | SH01-65-02-04-02-04 Mesa de Rodillos N° 2 Lado Colada |
| 19 | SH01-65-02-04-02-06 Mesa de Rodillos N° 3 Lado Colada |
| 20 | SH01-65-02-04-02-08 Mesa de Rodillos N° 4 Lado Colada |
| 21 | SH01-65-02-04-02-10 Mesa de Rodillos N° 5 Lado Colada |
| 22 | SH01-65-02-04-02-12 Mesa de Rodillos N° 6 Lado Colada |
| 23 | SH01-65-02-04-02-14 Mesa de Rodillos N° 7 Lado Colada |
| 24 | SH01-65-02-04-02-16 Mesa de Rodillos N° 8 Lado Colada |
| 25 | SH01-65-02-04-02-18 Mesa de Rodillos N° 9 Lado Colada |
| 26 | SH01-65-02-04-02-20 Mesa de Rodillos N° 10 Lado Colada |
| 27 | SH01-65-02-04-02-22 Mesa de Rodillos N° 11 Lado Colada |
| 28 | SH01-65-02-04-02-24 Mesa de Rodillos N° 12 Lado Colada |
| 29 | SH01-65-02-04-02-26 Mesa de Rodillos N° 13 Lado Colada |
| 30 | SH01-65-02-04-02-28 Mesa de Rodillos N° 14 Lado LBR |
| 31 | SH01-65-02-04-02-30 Mesa de Rodillos N° 15 Lado LBR |
| 32 | SH01-65-02-04-02-32 Mesa de Rodillos N° 16 Lado LBR |
| 33 | SH01-65-02-04-02-34 Mesa de Rodillos N° 17 Lado LBR |
| 34 | SH01-65-02-04-02-36 Mesa de Rodillos N° 18 Lado LBR |
| 35 | SH01-65-02-04-02-38 Mesa de Rodillos N° 19 Lado LBR |
| 36 | SH01-65-02-04-02-40 Mesa de Rodillos N° 20 Lado LBR |
| 37 | SH01-65-02-04-02-42 Mesa de Rodillos N° 21 Lado LBR |
| 38 | SH01-65-02-04-02-44 Mesa de Rodillos N° 22 Lado LBR |
| 39 | SH01-65-02-04-02-46 Mesa de Rodillos N° 23 Lado LBR |
| 40 | SH01-65-02-04-02-48 Mesa de Rodillos N° 24 Lado LBR |
| 41 | SH01-65-02-04-02-50 Mesa de Rodillos N° 25 Lado LBR |
| 42 | SH01-65-02-04-02-52 Empujador Zona de Colada |
| 43 | SH01-65-02-04-02-54 Cargador zona de colada |
| 44 | SH01-65-02-04-02-55 Cargador Mesa Transferencia Palanquillas |
| 45 | SH01-65-02-04-02-56 Tope móvil neumático |
| 46 | SH01-65-02-04-02-58 Extractor de Emergencia |
| 47 | SH01-65-02-04-02-60 Volcador de Palanquillas Elevador |
| 48 | SH01-65-02-04-04 Sistema Carga Fria al Horno |
| 49 | SH01-65-02-04-06 Elevador Palanquillas |
| 50 | SH01-65-02-04-08 Mesa Entrada Horno |
| 51 | SH01-65-02-04-08-02 Mesa de Rodillos N° 01 |
| 52 | SH01-65-02-04-08-04 Mesa de Rodillos N° 02 |
| 53 | SH01-65-02-04-08-06 Cargador Entrada de Horno |
| 54 | SH01-65-02-90 Sist. Centralizado Grasa Patio Plqs. |
| 55 | SH01-65-04 Proceso Calentamiento |
| 56 | SH01-65-04-02 Horno Palanquillas |
| 57 | SH01-65-04-02-02 Estructura del Horno |
| 58 | SH01-65-04-02-04 Mesa Rodillos Interior Horno (entrada) |
| 59 | SH01-65-04-02-06 Kick-In (Norte-Sur) |
| 60 | SH01-65-04-02-08 Sistema de Movimiento Vigas |

| | |
|-----|--|
| 61 | SH01-65-04-02-08-02 Viga Fija |
| 62 | SH01-65-04-02-08-04 Viga Móvil |
| 63 | SH01-65-04-02-10 Kick-Off |
| 64 | SH01-65-04-02-12 Mesa Rodillos Interior Horno (Salida) |
| 65 | SH01-65-04-02-14 Zonas Calentamiento Horno |
| 66 | SH01-65-04-02-14-02 Zona Precalentamiento Superior 7 a 12 |
| 67 | SH01-65-04-02-14-04 Zona Precalentamiento Inferior 1 a 6 |
| 68 | SH01-65-04-02-14-06 Zona Calentamiento Superior 35 a 38 |
| 69 | SH01-65-04-02-14-08 Zona Calentamiento Inferior 31 a 34 |
| 70 | SH01-65-04-02-14-10 Zona Empape Sup De 26 a 30 (Lado Sur) |
| 71 | SH01-65-04-02-14-12 Zona Empape Sup. Izq 22 a 25(Lado Norte) |
| 72 | SH01-65-04-02-14-14 Zona Empape Inferior Quemador 13 a 21 |
| 73 | SH01-65-04-02-16 Puerta Carga e Inspección L/Norte |
| 74 | SH01-65-04-02-18 Puerta Descarga e inspección L/sur |
| 75 | SH01-65-04-90 Sistemas Zona Horno |
| 76 | SH01-65-04-90-02 Sistema Petróleo |
| 77 | SH01-65-04-90-04 Sistema Gas Natural |
| 78 | SH01-65-04-90-06 Sistema Gas Mezcla |
| 79 | SH01-65-04-90-08 Sistema Extracción Gases |
| 80 | SH01-65-04-90-08-04 Estación Monit. Emisiones Contam. CEM |
| 81 | SH01-65-04-90-09 Sistema Oxígeno Horno |
| 82 | SH01-65-04-90-10 Sistema Aire Combustión |
| 83 | SH01-65-04-90-11 Recuperador de Calor |
| 84 | SH01-65-04-90-12 Sistema Aire Dilución |
| 85 | SH01-65-04-90-14 Sistema Aire Comprimido |
| 86 | SH01-65-04-90-14-02 Sist Centralizado de Grasa Entrada Horno |
| 87 | SH01-65-04-90-16 Sistema Refrigeración |
| 88 | SH01-65-04-90-18 Sistema Nitrógeno |
| 89 | SH01-65-04-90-22 Sistema Vapor |
| 90 | SH01-65-04-90-24 Sistema Hidráulico Horno |
| 91 | SH01-65-04-90-24-02 Conjunto Moto Bomba |
| 92 | SH01-65-04-90-24-04 Unidad de Filtrado y Enfriamiento |
| 93 | SH01-65-04-90-24-06 Banco de Válvula |
| 94 | SH01-65-04-90-26 Sistema Aire Atomización |
| 95 | SH01-65-04-90-28 Sistema Centralizado Grasa Horno |
| 96 | SH01-65-04-90-30 Sistema Bombas de Foso Horno |
| 97 | SH01-65-06 Laminación LBR |
| 98 | SH01-65-06-02 Laminación Desbaste |
| 99 | SH01-65-06-02-02 Mesa Rodillos 01 Descarga Horno |
| 100 | SH01-65-06-02-04 Desescamador |
| 101 | SH01-65-06-02-06 Mesa Rodillos Emergencia N° 1 |
| 102 | SH01-65-06-02-06-02 Mesa Rodillos N°1, Emergencia N° 1 |
| 103 | SH01-65-06-02-06-04 Mesa Rodillos N°2, Emergencia N° 1 |
| 104 | SH01-65-06-02-06-06 Mesa Rodillos N°3, Emergencia N° 1 |
| 105 | SH01-65-06-02-06-08 Extractor de Palanquilla |
| 106 | SH01-65-06-02-08 Tope Móvil |
| 107 | SH01-65-06-02-10 Pich-Roll N° 1 |
| 108 | SH01-65-06-02-12 Laminador 1 H |
| 109 | SH01-65-06-02-14 Laminador 2 V |
| 110 | SH01-65-06-02-16 Laminador 3 H |
| 111 | SH01-65-06-02-18 Laminador 4 V |
| 112 | SH01-65-06-02-20 Mesa Rodillos Emergencia N° 2 |
| 113 | SH01-65-06-02-20-02 Mesa Rodillos N°1, Emergencia N° 2 |
| 114 | SH01-65-06-02-20-04 Mesa Rodillos N°2, Emergencia N° 2 |
| 115 | SH01-65-06-02-20-06 Mesa Rodillos N°3, Emergencia N° 2 |
| 116 | SH01-65-06-02-20-08 Mesa Rodillos N°4, Emergencia N° 2 |
| 117 | SH01-65-06-02-20-10 Mesa Rodillos N°5, Emergencia N° 2 |
| 118 | SH01-65-06-02-20-12 Mesa Rodillos N°6, Emergencia N° 2 |
| 119 | SH01-65-06-02-20-14 Mesa Rodillos N°7, Emergencia N° 2 |
| 120 | SH01-65-06-02-20-16 Mesa Rodillos N°8, Emergencia N° 2 |
| 121 | SH01-65-06-02-22 Pich-Roll N° 2 |
| 122 | SH01-65-06-02-24 Guillotina Neumática Segur. CSP 130 280 |
| 123 | SH01-65-06-02-26 Laminador 5 H |
| 124 | SH01-65-06-04 Laminación Intermedia |
| 125 | SH01-65-06-04-02 Laminador 6 V |
| 126 | SH01-65-06-04-04 Guillotina Despuntadora 1 CVS B 080 0960 |
| 127 | SH01-65-06-04-06 Laminador 7 H |

| | |
|-----|---|
| 128 | SH01-65-06-04-08 Laminador 8 V |
| 129 | SH01-65-06-04-10 Laminador 9 H |
| 130 | SH01-65-06-04-12 Laminador 10 V |
| 131 | SH01-65-06-04-14 Looper Formador N°1 |
| 132 | SH01-65-06-04-16 Laminador 11 H |
| 133 | SH01-65-06-04-18 Looper Formador N°2 |
| 134 | SH01-65-06-04-20 Laminador 12 V |
| 135 | SH01-65-06-04-22 Guillotina Despuntadora 2 CVS D 040 0960 |
| 136 | SH01-65-06-04-24 Transportador N° 1 Cambio Stand |
| 137 | SH01-65-06-06 Laminación Terminación |
| 138 | SH01-65-06-06-02 Looper Formador N° 3 |
| 139 | SH01-65-06-06-04 Laminador 13 H |
| 140 | SH01-65-06-06-06 Looper Formador N° 4 |
| 141 | SH01-65-06-06-08 Laminador 14 V |
| 142 | SH01-65-06-06-10 Looper Formador N° 5 |
| 143 | SH01-65-06-06-12 Laminador 15 H |
| 144 | SH01-65-06-06-14 Looper Formador N° 6 |
| 145 | SH01-65-06-06-16 Laminador 16 H |
| 146 | SH01-65-06-06-18 Looper Formador N° 7 |
| 147 | SH01-65-06-06-20 Laminador 17 H |
| 148 | SH01-65-06-06-22 Looper Formador N° 8 |
| 149 | SH01-65-06-06-24 Laminador 18 H/V |
| 150 | SH01-65-06-06-26 Transportador N° 2 Cambio Stand |
| 151 | SH01-65-06-08 Zona Enfriamiento Barras |
| 152 | SH01-65-06-08-02 Mesa Rodillos Entrada QTB |
| 153 | SH01-65-06-08-04 Zona QTB |
| 154 | SH01-65-06-08-04-02 Tren de Ensamblaje |
| 155 | SH01-65-06-08-04-04 Línea de Paso Directo |
| 156 | SH01-65-06-08-04-06 Línea Paso Único |
| 157 | SH01-65-06-08-04-08 Línea Multipaso |
| 158 | SH01-65-06-08-04-10 Transportadores |
| 159 | SH01-65-06-08-06 Mesa Rodillos Salida QTB |
| 160 | SH01-65-06-08-08 Pinch Roll Entr.Guill.3 CVS M 040 1000 |
| 161 | SH01-65-06-08-10 Guillotina Corte Medida 3 CVS M 040 1000 |
| 162 | SH01-65-06-08-12 Mesa Rodillos Sal.Guill.3 CVS M 040 1000 |
| 163 | SH01-65-06-08-14 Mesa Rodillos y Cursores Cama Enfriam |
| 164 | SH01-65-06-08-16 Cama Enfriamiento y Rodillos Alineadores |
| 165 | SH01-65-06-08-18 Transportador Hidráulico Barras |
| 166 | SH01-65-06-08-18-02 Cuerpo Transportador N° 1 |
| 167 | SH01-65-06-08-18-04 Cuerpo Transportador N° 2 |
| 168 | SH01-65-06-08-18-06 Cuerpo Transportador N° 3 |
| 169 | SH01-65-06-08-18-08 Cuerpo Transportador N° 4 |
| 170 | SH01-65-06-08-18-10 Cuerpo Transportador N° 5 |
| 171 | SH01-65-06-08-18-12 Cuerpo Transportador N° 6 |
| 172 | SH01-65-06-08-18-14 Cuerpo Transportador N° 7 |
| 173 | SH01-65-06-08-20 Formador Estratos y Cadenas |
| 174 | SH01-65-06-08-20-02 Dispositivo Formador Paso a Paso |
| 175 | SH01-65-06-08-20-04 Grupo Carro de Extracción Cero |
| 176 | SH01-65-06-08-20-06 Mesa Cadena Salida Cama Enfriamiento |
| 177 | SH01-65-06-08-22 Mesa Rod.Sal.Cama Enfr.Entr.Guill.C.Com |
| 178 | SH01-65-06-10 Zona Formación Bultos |
| 179 | SH01-65-06-10-02 Guillotina Corte Medida Comercial Frio |
| 180 | SH01-65-06-10-04 Mesa Rodillos Salida Guillotina |
| 181 | SH01-65-06-10-04-02 Mesa Basculante GCC |
| 182 | SH01-65-06-10-04-04 Mesa Rodillo Zona Tope Dimensionador |
| 183 | SH01-65-06-10-04-06 Tope Dimensionador |
| 184 | SH01-65-06-10-04-08 Tope Móvil |
| 185 | SH01-65-06-10-06 Conjunto Transferencia de Barras |
| 186 | SH01-65-06-10-06-02 Conjunto Mesa Transf Trolley Salida GCC |
| 187 | SH01-65-06-10-06-04 Mesa Emergencia |
| 188 | SH01-65-06-10-06-06 Tope Móvil Salida GCC |
| 189 | SH01-65-06-10-06-08 Tope Fijo |
| 190 | SH01-65-06-10-06-10 Mesa de Cadenas Tramo N° 1 |
| 191 | SH01-65-06-10-06-12 Mesa de Cadenas Tramo N° 2 |
| 192 | SH01-65-06-10-06-14 Mesa del Contador Barras N°3 |
| 193 | SH01-65-06-10-10 Estación Formación Paquetes |
| 194 | SH01-65-06-10-10-02 Estación Formación de Paquetes |

| | |
|-----|--|
| 195 | SH01-65-06-10-10-04 Mesa Rodillos Bajo Transferidor Vertical |
| 196 | SH01-65-06-10-12 Estación Atadora y Formación Bultos |
| 197 | SH01-65-06-10-12-02 Mesas de Rodillos Atadora |
| 198 | SH01-65-06-10-12-04 Atadora N° 1 |
| 199 | SH01-65-06-10-12-06 Atadora N° 2 |
| 200 | SH01-65-06-10-12-08 Atadora N° 3 |
| 201 | SH01-65-06-10-12-10 Atadora N° 4 |
| 202 | SH01-65-06-10-12-12 Formador Bulto N° 1 |
| 203 | SH01-65-06-10-12-14 Formador Bulto N° 2 |
| 204 | SH01-65-06-10-12-16 Formador Bulto N° 3 |
| 205 | SH01-65-06-10-12-18 Formador Bulto N° 4 |
| 206 | SH01-65-06-10-14 Zona Pesaje |
| 207 | SH01-65-06-10-14-02 Mesa Entrada N° 1 Norte |
| 208 | SH01-65-06-10-14-04 Mesa Entrada N° 2 Sur |
| 209 | SH01-65-06-10-14-06 Plataforma Pesaje N°1 Norte |
| 210 | SH01-65-06-10-14-08 Plataforma Pesaje N°2 Sur |
| 211 | SH01-65-06-10-14-10 Tope Móvil |
| 212 | SH01-65-06-10-14-12 Tope Final Fijo |
| 213 | SH01-65-06-10-14-20 Romana de Salida |
| 214 | SH01-65-06-10-16 Mesa Recogida Paquetes |
| 215 | SH01-65-06-10-16-02 Transferidor Cadenas N° 1 |
| 216 | SH01-65-06-10-16-04 Transferidor Cadenas N° 2 |
| 217 | SH01-65-06-10-16-06 Transferidor Cadenas N° 3 |
| 218 | SH01-65-06-10-16-08 Transferidor Cadenas N° 4 |
| 219 | SH01-65-06-10-16-10 Transferidor Cadenas N° 5 |
| 220 | SH01-65-06-10-16-12 Cuna Recepción de Bultos |
| 221 | SH01-65-06-12 Equipos Auxiliares Laminación LBRECTAS |
| 222 | SH01-65-06-12-02 Rodillos LBR |
| 223 | SH01-65-06-12-04 Cuchillos y Elementos Guiado LBR |
| 224 | SH01-65-06-20 Pulpito |
| 225 | SH01-65-06-20-02 Pulpito Principal |
| 226 | SH01-65-06-20-04 Pulpito Zona Terminación |
| 227 | SH01-65-06-20-06 Pulpitos Locales Laminador |
| 228 | SH01-65-06-20-06-02 Pulpito Local Patio Palanq. N° 4 |
| 229 | SH01-65-06-20-06-04 Pulpito Local Patio Palanq. N° 2 |
| 230 | SH01-65-06-20-06-06 Pulpito Local Patio Palanq. N° 1 |
| 231 | SH01-65-06-20-06-08 Pulpito Local Descarga Horno |
| 232 | SH01-65-06-20-06-10 Pulpito Local Desescamador |
| 233 | SH01-65-06-20-06-12 Pulpito Local Stands S1 - S2 |
| 234 | SH01-65-06-20-06-14 Pulpito Local Stands S3 - S4 |
| 235 | SH01-65-06-20-06-16 Pulpito Local Stands S5 - S6 |
| 236 | SH01-65-06-20-06-18 Pulpito Local Stands S7 - S8 |
| 237 | SH01-65-06-20-06-20 Pulpito Local Stands S9 - S10 |
| 238 | SH01-65-06-20-06-22 Pulpito Local Stands S11 - S12 |
| 239 | SH01-65-06-20-06-24 Pulpito Local Stands S13 - S14 |
| 240 | SH01-65-06-20-06-26 Pulpito Local Stands S15 - S16 |
| 241 | SH01-65-06-20-06-28 Pulpito Local Stands S17 - S18 |
| 242 | SH01-65-06-20-06-30 Pulpito Local Guillotina N° 3 (SH3) |
| 243 | SH01-65-06-20-06-32 Pulpito Local Barras Cortas |
| 244 | SH01-65-06-20-06-34 Pulpito Local Mesas Enfriamiento |
| 245 | SH01-65-06-20-06-36 Pulpito Local Atadoras N° 1 al N° 4 |
| 246 | SH01-65-06-20-06-38 Pulpito Local Robot Taller Rodillos |
| 247 | SH01-65-06-25 Laboratorio Laminador Barras |
| 248 | SH01-65-06-40 Salas Control |
| 249 | SH01-65-06-40-02 Sala Control Principal (JD02) |
| 250 | SH01-65-06-40-02-02 Centro Distribución Carga N° 1 |
| 251 | SH01-65-06-40-02-04 Centro Distribución Carga N° 2 |
| 252 | SH01-65-06-40-02-06 Cabinas Conversores Drives DRM01 |
| 253 | SH01-65-06-40-02-08 Cabinas Conversores Drives DRM02 |
| 254 | SH01-65-06-40-02-10 Cabinas Conversores Drives DRM03 |
| 255 | SH01-65-06-40-02-12 Cabinas Conversores Drives DRM04 |
| 256 | SH01-65-06-40-02-14 Cabinas Conversores Horno Bendotti |
| 257 | SH01-65-06-40-02-16 Tableros Accionamientos Laminac E20DRA01 |
| 258 | SH01-65-06-40-02-18 Tableros Accionamientos Lamin. E20DRA02 |
| 259 | SH01-65-06-40-02-20 Tableros Arrancadores Lamin. 2E20MCS01 |
| 260 | SH01-65-06-40-02-22 Tableros Arrancadores Lamin. 2E20MCS02 |
| 261 | SH01-65-06-40-02-24 Cabinas Automatización |

| | |
|-----|--|
| 262 | SH01-65-06-40-02-26 Cabinas Automatización |
| 263 | SH01-65-06-40-02-28 Cabinas Automatización |
| 264 | SH01-65-06-40-02-30 Cabinas Automatización |
| 265 | SH01-65-06-40-02-32 Cabina UPS |
| 266 | SH01-65-06-40-02-34 Cabina Alumbrado Nave Lam. Barras |
| 267 | SH01-65-06-40-02-36 Resistencias Frenado |
| 268 | SH01-65-06-40-02-38 Autotransformador TR11 |
| 269 | SH01-65-06-40-02-40 Autotransformador TR12 |
| 270 | SH01-65-06-40-02-42 Autotransformador TR13 |
| 271 | SH01-65-06-40-02-46 Autotransformador TR14 |
| 272 | SH01-65-06-40-04 Sala Sub-Estación 13.8 KV |
| 273 | SH01-65-06-40-04-02 Cabina A05 Línea Llegada N° 1 |
| 274 | SH01-65-06-40-04-04 Cabina A01 - Alim. Filtro Compensador |
| 275 | SH01-65-06-40-04-06 Cabina A02 - Alim. Transf. N°1 - 3500 KW |
| 276 | SH01-65-06-40-04-08 Cabina A03 - Alim. Transf. N°2- 3500 KW |
| 277 | SH01-65-06-40-04-10 Cabina A04 - Alim. Transf. N°3- 2500 KW |
| 278 | SH01-65-06-40-04-12 Cabina A06 - Acoplador Barras 1 y 2 |
| 279 | SH01-65-06-40-04-14 Cabina A07 Línea Llegada N° 2 |
| 280 | SH01-65-06-40-04-16 Cabina A08 - Alim. Filtro Compensador |
| 281 | SH01-65-06-40-04-18 Cabina A09 - Alim. Transf. N°6- 2500 KW |
| 282 | SH01-65-06-40-04-20 Cabina A10 - Alim. Transf. N° 5 -2500 KW |
| 283 | SH01-65-06-40-04-22 Cabina A11 - Alim. Transf. N°4- 3500 KW |
| 284 | SH01-65-06-40-04-24 Cabina A12 - Alim. Transf. N°7- 2500 KW |
| 285 | SH01-65-06-40-04-26 Cargador Baterías 125 VDC |
| 286 | SH01-65-06-40-06 Sala Control JE02 (Terminación) |
| 287 | SH01-65-06-40-06-02 Centro Distribución Carga N° 3 |
| 288 | SH01-65-06-40-06-04 Tableros Accionamientos Lamin. E50DRA01 |
| 289 | SH01-65-06-40-06-06 Tableros Arrancadores Lamin. 2E50MCS01 |
| 290 | SH01-65-06-40-06-08 Cabinas Automatización |
| 291 | SH01-65-06-40-06-10 Cabina Alumbrado Terminación |
| 292 | SH01-65-06-40-06-12 Grupo Diésel Emergencia |
| 293 | SH01-65-06-40-08 Transformadores |
| 294 | SH01-65-06-40-08-02 Transformador N° 1 3500KVA 13.8KVA/740V |
| 295 | SH01-65-06-40-08-04 Transformador N° 2 3500KVA 13.8KVA/740V |
| 296 | SH01-65-06-40-08-06 Transformador N° 3 3500KVA 13.8KVA/740V |
| 297 | SH01-65-06-40-08-08 Transformador N° 4 3500KVA 13.8KV/740V |
| 298 | SH01-65-06-40-08-10 Transformador N° 5 2500KVA 13.8KV/420V |
| 299 | SH01-65-06-40-08-12 Transformador N° 6 2500KVA 13.8KV/420V |
| 300 | SH01-65-06-40-08-14 Transformador N° 7 2500KVA 13.8KV/420V |
| 301 | SH01-65-06-40-10 Filtros Compensadores |
| 302 | SH01-65-06-40-10-02 Filtro Compensador N° 1 |
| 303 | SH01-65-06-40-10-04 Filtro Compensador N° 2 |
| 304 | SH01-65-06-40-12 Paneles Control Remotos Laminador |
| 305 | SH01-65-06-40-12-02 Panel Remoto Zona Patio Palanquillas |
| 306 | SH01-65-06-40-12-04 Panel Remoto Tren Desbastador |
| 307 | SH01-65-06-40-12-06 Panel Remoto Tren Intermedio |
| 308 | SH01-65-06-40-12-08 Panel Remoto Tren Terminador |
| 309 | SH01-65-06-40-12-10 Panel Remoto Área QTB |
| 310 | SH01-65-06-40-12-12 Panel Remoto Salida Área Corte Frio |
| 311 | SH01-65-06-40-12-14 Panel Remoto Área Mesa Enfriamiento |
| 312 | SH01-65-06-40-12-16 Panel Remoto Contador Barras |
| 313 | SH01-65-06-40-12-18 Panel Remoto Área Taller Rodillos |
| 314 | SH01-65-06-40-14 Cabinas Controles Sist. Agua Indirecta |
| 315 | SH01-65-06-40-14-02 Controles Motores Bbas. Agua Indirecta |
| 316 | SH01-65-06-40-14-04 Controles Motores Ventiladores Enfriam. |
| 317 | SH01-65-06-40-16 Panel Protección Motores Laminador |
| 318 | SH01-65-06-40-16-02 Paneles Motores Salida Colada N° 1-2-3 |
| 319 | SH01-65-06-40-16-04 Paneles Motores Zona Horno N° 1-2-3-4 |
| 320 | SH01-65-06-40-16-06 Paneles Motores Zona Horno N° 5 - 6 |
| 321 | SH01-65-06-40-16-08 Paneles Motores Laminador N° 1 |
| 322 | SH01-65-06-40-16-10 Paneles Motores Laminador N° 2 |
| 323 | SH01-65-06-40-16-12 Paneles Motores Laminador N° 3 |
| 324 | SH01-65-06-40-16-14 Paneles Motores Loopers N° 1 |
| 325 | SH01-65-06-40-16-16 Paneles Motores Loopers N° 2 |
| 326 | SH01-65-06-40-16-18 Paneles Motores Loopers N° 3 |
| 327 | SH01-65-06-40-16-20 Paneles Motores Loopers N° 4 |
| 328 | SH01-65-06-40-16-22 Paneles Motores Terminación N° 1 al 19 |

| | |
|-----|--|
| 329 | SH01-65-06-40-16-24 Paneles Motores Enfriamiento N° 1 al 8 |
| 330 | SH01-65-06-40-18 Sala Ctrl. Transf. Cadenas N° 4 y N° 5 |
| 331 | SH01-65-06-40-18-02 Cabina Control Transf. Cadenas 4 y 5 |
| 332 | SH01-65-06-40-18-04 Cabina Var. Frecuencia Transf. Cadena 5 |
| 333 | SH01-65-06-40-18-06 Cabina Aliment. Fuerza TDA-F Nave 217 |
| 334 | SH01-65-06-90 Sistemas |
| 335 | SH01-65-06-90-02 Sistema Tratamiento Agua QTB |
| 336 | SH01-65-06-90-02-02 Bombas Impulsoras para QTB |
| 337 | SH01-65-06-90-02-04 Bombas Elevadoras para QTB |
| 338 | SH01-65-06-90-02-06 Estanque y Conexiones |
| 339 | SH01-65-06-90-04 Sistemas Hidráulicos Laminadores |
| 340 | SH01-65-06-90-04-02 Conjunto Moto- bomba (6.187342.V) HY_LAM |
| 341 | SH01-65-06-90-04-04 Unidad de Filtrado y Enfriamiento |
| 342 | SH01-65-06-90-04-06 Banco de Válvula |
| 343 | SH01-65-06-90-06 Sistemas Hidráulicos Cama enfriamiento |
| 344 | SH01-65-06-90-06-02 Conjunto Moto- bomba (6.187344.X) |
| 345 | SH01-65-06-90-06-04 Unidad de Filtrado y Enfriamiento |
| 346 | SH01-65-06-90-06-06 Banco de Válvulas |
| 347 | SH01-65-06-90-08 Sistemas Hidráulicos de Terminación |
| 348 | SH01-65-06-90-08-02 Conjunto Moto- bomba (6.187346.S) |
| 349 | SH01-65-06-90-08-04 Unidad de Filtrado y Enfriamiento |
| 350 | SH01-65-06-90-08-06 Banco de Válvulas |
| 351 | SH01-65-06-90-10 Sistema Lubricación |
| 352 | SH01-65-06-90-10-02 Laminación Desbaste |
| 353 | SH01-65-06-90-10-04 Laminación Intermedia |
| 354 | SH01-65-06-90-10-06 Laminación Terminación |
| 355 | SH01-65-06-90-10-08 Lubricación Maq Salida Tren Acabador |
| 356 | SH01-65-06-90-12 Sistema Aire / Oil |
| 357 | SH01-65-06-90-12-02 Conjunto Estanque - Bomba |
| 358 | SH01-65-06-90-12-04 Panel de Control Aire-Aceite |
| 359 | SH01-65-06-90-14 Sist Centralizado Grasas |
| 360 | SH01-65-06-90-14-04 Sist Centralizado Grasa Salida Horno |
| 361 | SH01-65-06-90-14-06 Sist Centralizado Grasa Cama de Enfria. |
| 362 | SH01-65-06-90-14-08 Sist Centralizado Grasa Terminación |
| 363 | SH01-65-06-90-14-10 Sist Centra Grasa Guillotina Comercial |
| 364 | SH01-65-06-90-22 Sistema de Desescamado |
| 365 | SH01-65-06-90-22-02 Unidad de Bomba |
| 366 | SH01-65-06-90-22-04 Sistema Alimentación y Descarga |
| 367 | SH01-65-06-90-24 Sistema Extracción Agua Foso Laminilla |
| 368 | SH01-65-06-90-24-02 Bombas Foso Laminilla |
| 369 | SH01-65-06-90-24-04 Foso Acopio |
| 370 | SH01-65-06-90-26 Sistemas Control - Automatización |
| 371 | SH01-65-06-90-28 Sistema Aire Comprimido - Compresores |
| 372 | SH01-65-06-90-30 Sistemas Aire Comprim Laminador (ANILLO) |
| 373 | SH01-65-06-90-32 Sistema Vent. Controles Eléctricos |
| 374 | SH01-65-06-90-40 Grupo Generador Diésel Emergencia |
| 375 | SH01-65-16 Planta Tratamiento Agua |
| 376 | SH01-65-16-90 Sistemas |
| 377 | SH01-65-16-90-02 Agua Directa |
| 378 | SH01-65-16-90-02-02 Sistema Agua Directa |
| 379 | SH01-65-16-90-04 Sistema Agua Indirecta Refrigeración |
| 380 | SH01-65-16-90-04-02 Conjunto Bombas |
| 381 | SH01-65-16-90-04-04 Conjunto Ventiladores |
| 382 | SH01-65-16-90-04-06 Estanque y Alimentación |
| 383 | SH01-65-18 Roll Shop LBR |
| 384 | SH01-65-18-02 Tornos |
| 385 | SH01-65-18-02-02 Torno ECHO 550 |
| 386 | SH01-65-18-02-04 Torno ECHO 230 |
| 387 | SH01-65-18-02-06 Torno ATOMAT 830 |
| 388 | SH01-65-18-04 Volcador |
| 389 | SH01-65-18-06 Banco Mecanizado |
| 390 | SH01-65-18-08 Estación de Lavado |
| 391 | SH01-65-18-10 Zona Roll Shop |
| 392 | SH01-65-18-10-02 Tren Desbaste (Stand 1 - 5) |
| 393 | SH01-65-18-10-03 Tren Intermedio (Stand 6 - 12) |
| 394 | SH01-65-18-10-04 Tren Terminación (Stand 13 - 18) |
| 395 | SH01-65-18-10-06 Unidad Hidráulica |

| | |
|-----|--|
| 396 | SH01-65-18-10-08 Armado Stand de Laminación |
| 397 | SH01-65-18-12 Zona Armado de Cuchillos |
| 398 | SH01-65-18-12-02 Cuchillos |
| 399 | SH01-65-18-12-04 Peinetas y Guías de Entrada |
| 400 | SH01-65-18-90 Sistemas Hidráulico ROB |
| 401 | SH01-65-18-90-02 Conjunto Moto-Bomba |
| 402 | SH01-65-18-90-04 Unidad Filtrado y Enfriamiento |
| 403 | SH01-65-18-90-06 Banco de Válvulas |
| 404 | SH01-65-18-90-08 Aire Comprimido |
| 405 | SH01-65-18-90-10 Agua Industrial |
| 406 | SH01-65-18-90-12 Agua Potable |
| 407 | SH01-65-18-90-14 Vapor |
| 408 | SH01-65-50 Grúas Puente |
| 409 | SH01-65-50-02 Grúa N°101 Patio Palanquillas |
| 410 | SH01-65-50-02-02 Motores |
| 411 | SH01-65-50-02-04 Frenos |
| 412 | SH01-65-50-02-06 Panel Controles |
| 413 | SH01-65-50-02-08 Interruptores Comando |
| 414 | SH01-65-50-02-10 Límites de Paradas |
| 415 | SH01-65-50-02-12 Resistencia Frenado |
| 416 | SH01-65-50-02-15 Sistema Aire Acondicionado |
| 417 | SH01-65-50-02-16 Equipos Auxiliares |
| 418 | SH01-65-50-02-18 Parte Mecánica |
| 419 | SH01-65-50-02-18-02 Traslación Puente |
| 420 | SH01-65-50-02-18-04 Marco Estructural Puente |
| 421 | SH01-65-50-02-18-06 Traslación Carro |
| 422 | SH01-65-50-02-18-08 Marco Estructural Carro |
| 423 | SH01-65-50-02-18-10 Giro Tornamesa |
| 424 | SH01-65-50-02-18-12 Sistema Levante |
| 425 | SH01-65-50-02-18-14 Balancín Armado |
| 426 | SH01-65-50-04 Grúa N°102 Zona Laminación |
| 427 | SH01-65-50-04-02 Motores |
| 428 | SH01-65-50-04-04 Frenos |
| 429 | SH01-65-50-04-06 Panel Controles |
| 430 | SH01-65-50-04-08 Interruptores Comando/ Control Remoto |
| 431 | SH01-65-50-04-10 Límites de Altura |
| 432 | SH01-65-50-04-14 Resistencia Frenado |
| 433 | SH01-65-50-04-15 Sistema Aire Acondicionado |
| 434 | SH01-65-50-04-16 Equipos Auxiliares |
| 435 | SH01-65-50-04-18 Parte Mecánica |
| 436 | SH01-65-50-04-18-02 Traslación Puente |
| 437 | SH01-65-50-04-18-04 Marco Estructural Puente |
| 438 | SH01-65-50-04-18-06 Traslación Carro |
| 439 | SH01-65-50-04-18-08 Marco Estructural Carro |
| 440 | SH01-65-50-04-18-10 Levante Principal |
| 441 | SH01-65-50-04-18-12 Levante Auxiliar |
| 442 | SH01-65-50-06 Grúa N°103 Cama Enfriamiento |
| 443 | SH01-65-50-06-02 Motores |
| 444 | SH01-65-50-06-04 Frenos |
| 445 | SH01-65-50-06-06 Panel Controles |
| 446 | SH01-65-50-06-08 Interruptores Comando/ Control Remoto |
| 447 | SH01-65-50-06-10 Límites de Altura |
| 448 | SH01-65-50-06-14 Resistencia Frenado |
| 449 | SH01-65-50-06-15 Sistema Aire Acondicionado |
| 450 | SH01-65-50-06-16 Equipos Auxiliares |
| 451 | SH01-65-50-06-18 Parte Mecánica |
| 452 | SH01-65-50-06-18-02 Traslación Puente |
| 453 | SH01-65-50-06-18-04 Marco Estructural Puente |
| 454 | SH01-65-50-06-18-06 Traslación Carro |
| 455 | SH01-65-50-06-18-08 Marco Estructural Carro |
| 456 | SH01-65-50-06-18-10 Levante Principal |
| 457 | SH01-65-50-06-18-12 Levante Auxiliar |
| 458 | SH01-65-50-08 Grúa N°104 Formación Paquetes |
| 459 | SH01-65-50-08-02 Motores |
| 460 | SH01-65-50-08-04 Frenos |
| 461 | SH01-65-50-08-06 Panel Controles |
| 462 | SH01-65-50-08-08 Interruptores Comando |

| | |
|-----|--|
| 463 | SH01-65-50-08-10 Limites de Paradas |
| 464 | SH01-65-50-08-14 Resistencia Frenado |
| 465 | SH01-65-50-08-15 Sistema Aire Acondicionado |
| 466 | SH01-65-50-08-16 Equipos Auxiliares |
| 467 | SH01-65-50-08-18 Parte Mecánica |
| 468 | SH01-65-50-08-18-02 Traslación Puente |
| 469 | SH01-65-50-08-18-04 Marco Estructural Puente |
| 470 | SH01-65-50-08-18-06 Traslación Carro |
| 471 | SH01-65-50-08-18-08 Marco Estructural Carro |
| 472 | SH01-65-50-08-18-10 Giro Tornamesa |
| 473 | SH01-65-50-08-18-12 Sistema Levante |
| 474 | SH01-65-50-08-18-14 Balancín Armado |
| 475 | SH01-65-50-10 Grúa N°105 Sección Rodillos |
| 476 | SH01-65-50-10-02 Motores |
| 477 | SH01-65-50-10-04 Frenos |
| 478 | SH01-65-50-10-06 Panel Controles |
| 479 | SH01-65-50-10-08 Interruptores Comando/ Control Remoto |
| 480 | SH01-65-50-10-10 Limites de Paradas |
| 481 | SH01-65-50-10-12 Resistencia Frenado |
| 482 | SH01-65-50-10-15 Sistema Aire Acondicionado |
| 483 | SH01-65-50-10-16 Equipos Auxiliares |
| 484 | SH01-65-50-10-18 Parte Mecánica |
| 485 | SH01-65-50-10-18-02 Traslación Puente |
| 486 | SH01-65-50-10-18-04 Marco Estructural Puente |
| 487 | SH01-65-50-10-18-06 Traslación Carro |
| 488 | SH01-65-50-10-18-08 Marco Estructural Carro |
| 489 | SH01-65-50-10-18-10 Levante Principal |
| 490 | SH01-65-50-10-18-12 Levante Auxiliar |
| 491 | SH01-65-50-16 Grúa Mantenimiento Elevador Palanquillas |
| 492 | SH01-65-60 Accesorios Levante |
| 493 | SH01-65-60-10 Balancines |
| 494 | SH01-65-60-20 Yugos |
| 495 | SH01-65-60-30 Cadenas |
| 496 | SH01-65-60-35 Estrobos |
| 497 | SH01-65-60-42 Capachos |
| 498 | SH01-65-60-44 Grúas de piso |
| 499 | SH01-65-60-60 Electroimanes |
| 500 | SH01-65-60-70 Tecler |
| 501 | SH01-65-60-70-02 Tecler Mantenimiento Grúa 101 MISIA 2 Ton |
| 502 | SH01-65-60-70-04 Tecler Mantenimiento Grúa 102 MISIA 2 Ton |
| 503 | SH01-65-60-70-06 Tecler Mantenimiento Grúa 103 MISIA 2 Ton |
| 504 | SH01-65-60-70-08 Tecler Mantenimiento Grúa 104 MISIA 2 Ton |
| 505 | SH01-65-60-70-10 Tecler Mantenimiento Grúa 105 MISIA 2 Ton |
| 506 | SH01-65-70 Equipo Rodante y Traslado Carga |
| 507 | SH01-65-70-02 Carro Traspaso Stand Laminación |
| 508 | SH01-65-80 Oficinas y Edificios departamentales |
| 509 | SH01-65-80-10 Naves |
| 510 | SH01-65-80-10-02 Nave Patio Palanquillas |
| 511 | SH01-65-80-10-02-02 Rieles Navegación Grúas |
| 512 | SH01-65-80-10-02-04 Rieles Toma Corriente |
| 513 | SH01-65-80-10-02-06 Alumbrado Alta Nave - Pl. Interruptores |
| 514 | SH01-65-80-10-02-08 Interruptores Seguridad CC - AC |
| 515 | SH01-65-80-10-02-10 Alarmas FFCC Nave 101 |
| 516 | SH01-65-80-10-02-12 Canalizaciones Eléctricas |
| 517 | SH01-65-80-10-04 Nave Horno Palanquillas |
| 518 | SH01-65-80-10-04-02 Rieles Navegación Grúas |
| 519 | SH01-65-80-10-04-04 Rieles Toma Corriente |
| 520 | SH01-65-80-10-04-06 Alumbrado Alta Nave - Pnl. Interruptores |
| 521 | SH01-65-80-10-04-08 Interruptores Seguridad CC - AC |
| 522 | SH01-65-80-10-04-10 Alarmas FFCC Nave Horno |
| 523 | SH01-65-80-10-04-12 Canalizaciones Eléctricas |
| 524 | SH01-65-80-10-06 Nave Laminación y Zona Terminación |
| 525 | SH01-65-80-10-06-02 Rieles Navegación Grúas |
| 526 | SH01-65-80-10-06-04 Rieles Toma Corriente |
| 527 | SH01-65-80-10-06-06 Alumbrado Alta Nave - Pnl. Interruptores |
| 528 | SH01-65-80-10-06-08 Interruptores Seguridad CC - AC |
| 529 | SH01-65-80-10-06-10 Alarmas FFCC Naves |

| | |
|-----|--|
| 530 | SH01-65-80-10-06-12 Canalizaciones Eléctricas |
| 531 | SH01-65-80-10-08 Nave Sección Rodillos |
| 532 | SH01-65-80-10-08-02 Rieles Navegación Grúas |
| 533 | SH01-65-80-10-08-04 Rieles Toma Corriente |
| 534 | SH01-65-80-10-08-06 Alumbrado Alta Nave - Pnl. Interruptores |
| 535 | SH01-65-80-10-08-08 Interruptores Seguridad CC - AC |
| 536 | SH01-65-80-10-08-10 Alarmas FFCC Navas |
| 537 | SH01-65-80-10-08-12 Canalizaciones Eléctricas |
| 538 | SH01-65-80-30 Salas Control |
| 539 | SH01-65-80-30-02 Sala Eléctrica JD02 Principal |
| 540 | SH01-65-80-30-04 Sala Eléctrica JE02 Finishing |
| 541 | SH01-65-80-44 Edificio Laboratorio Laminador Barras |
| 542 | SH01-65-80-50 Oficinas, Sanitarios, Comedores |
| 543 | SH01-65-80-50-02 Oficinas |
| 544 | SH01-65-80-50-02-02 Oficina Jefe Mant. Eléctrica |
| 545 | SH01-65-80-50-04 Sanitarios |
| 546 | SH01-65-80-50-06 Comedores |
| 547 | SH01-65-80-60 Talleres |
| 548 | SH01-65-80-60-02 Taller Eléctrico |
| 549 | SH01-65-80-60-04 Laboratorio Pruebas Eléctricas |
| 550 | SH01-65-80-60-06 Taller Mecánico |
| 551 | SH01-65-80-60-10 Taller de Tracción Metro-Com (IDAC) |
| 552 | SH01-65-90 Redes y Suministros |
| 553 | SH01-65-90-02 Agua Industrial |
| 554 | SH01-65-90-04 Agua Potable |
| 555 | SH01-65-90-10 Aire Instrumentación |
| 556 | SH01-65-90-12 Aire Comprimido |
| 557 | SH01-65-90-30 Contra Incendio |
| 558 | SH01-65-90-30-10 Red Extintores Portátiles |
| 559 | SH01-65-90-34 Aire Acondicionado |
| 560 | SH01-65-90-40 Comunicaciones |
| 561 | SH01-65-90-40-02 Teléfonos |
| 562 | SH01-65-90-40-04 Citofonos |
| 563 | SH01-65-90-40-06 Transceptores |
| 564 | SH01-65-90-40-08 Circuito Cerrado TV |
| 565 | SH01-65-90-40-08-02 CCTV Horno Palanquillas |
| 566 | SH01-65-90-40-08-06 CCTV Zona Central |
| 567 | SH01-65-90-40-08-10 CCTV Zona Terminación |
| 568 | SH01-65-90-45 Datos |
| 569 | SH01-65-90-51 Gas Doméstico |
| 570 | SH01-65-90-55 Gas Licuado |
| 571 | SH01-65-90-65 Nitrógeno |
| 572 | SH01-65-90-70 Oxígeno |
| 573 | SH01-65-90-75 Petróleo |
| 574 | SH01-65-90-80 Vapor |

Anexo C Equipos Críticos del Laminador de Barras Rectas

Unidad Mantenimiento Mecánico NO-73-65002 Revisión 1 30/04/2015

| | | | |
|--|----------|-----------|-----------------------------------|
| Equipos Críticos del Laminador de Barras Rectas Unidad Mantenimiento Mecánico | | | NO-73-65002 Revisión 1 30/04/2015 |
| Calidad | Ambiente | Seguridad | Página 1 de 1 |
| √ | √ | √ | |

1. OBJETIVO

Especificar en un listado los Equipos Críticos de la Unidad Laminador de Barras en Rectas (LBR) considerando los aspectos de Calidad, Seguridad y Ambiente.

2. ALCANCE

Esta Norma Interna es aplicada a la Unidad de Mantenimiento Mecánico LBR y la Unidad de Productos Largos.

3. DEFINICIONES

3.1 Los criterios de Seguridad, Calidad y Ambiente: Se analizará de acuerdo a lo establecido en PG-32-017 Equipos y Repuestos Críticos para Mantenimiento.

3.2 MM: Unidad Mantenimiento Mecánico

3.3 ME: Unidad Mantenimiento Eléctrico

3.4 Seg: Unidad Seguridad e Higiene Industrial

4. REFERENCIAS

4.1 PG-32-017 Equipos y Repuestos Críticos para Mantenimiento.

5. DESCRIPCION.

5.1 En la siguiente tabla se muestra la lista de Equipos Críticos que incluye, equipos, ubicación, unidad responsable, plan de inspección y frecuencia. Además se indica si el equipo es crítico desde el punto de vista de Seguridad (S), Calidad (C), Ambiente (A)

| Equipo | Denominación Específica | Ubicación | Unidad Responsable | Plan de Inspección | S | C | A |
|---------------|--|-----------------------|--------------------|--|---|---|---|
| MM650167-0112 | Mesa de Transferencia de palanquillas | Patio de Palanquillas | MM | Ruta de Inspección SHM65 | X | X | X |
| MM652193-0123 | Elevador de Palanquillas | Patio de Palanquillas | MM | SHMA65PP0003 Pos. 27195 | X | X | X |
| MM652192-0122 | Volcador de Palanquillas | Patio de Palanquillas | MM | SHMA65LA0002 Pos. 27235 | | | |
| MM650258 | Ventilador de Combustión | Horno | MM | Ruta Predictiva | X | X | |
| MM650259 | Damper de control de flujo | Horno | MM | Ruta de Inspección SHM65 | X | X | |
| MM650201 | Conjunto rodillo interior entrada del 1 al 9 | Horno | MM | SHMA65LA0002 Pos. 28439 | X | X | |
| MM650226 | Conjunto rodillo interior salida del 1 al 9 | Horno | MM | SHMA65LA0001 Pos. 27384 SHMA65LA0002 Pos. 27262 SHMA65LA0003 Pos. 27264 SHMA65LA0004 Pos. 27263 SHMA65PP0001 Pos. 27267 SHMA65PP0002 Pos. 27266 | X | X | |
| MM650202 | Conjunto Kick Off | Horno | MM | SHMA65LA0002 Pos. 27237 27238 | X | X | |
| MM650273 | Sistema Hidráulico Horno | Horno | MM | Ruta Inspección SHM65 | X | X | X |

| | | | | | | | |
|---|---|------------|----|---|---|---|---|
| MM650371-0451 | Pinch Roll N°1 | Laminación | MM | SHMA65LA0003 Pos. 27277 | X | X | |
| MM650400-1800 MM650406-1840 MM650412-1800 MM650418-1840 MM650497-1800 | Reductor de Stand 1 al 5 | Laminación | MM | SHMA65LA0001 Pos. 27131, 29895, 29896 SHMA65LA0002 Pos. 27134, 27135 | | X | X |
| MM650402-1800 MM650408-1840 MM650414-1800 MM650420-1840 MM650499-1800 | Separador de cardan Stand 1 al 5 | Laminación | MM | SHMA65LA0001 Pos. 27131, 29895, 29896 SHMA65LA0002 Pos. 27134, 27135 | | X | X |
| MM650486-0432 | Pinch Roll N°2 | Laminación | MM | SHMA65LA0003 Pos. 27278 | | | |
| MM652116-7411 | Sistema Lubricación Laminación Desbaste | Laminación | MM | Ruta de Inspección SHMI65 | X | X | X |
| MM650502-1980 MM650518-1940 MM650524-1980 MM650530-1940 MM650536-1940 MM650547-1940 MM650559-1990 | Reductor de stand 6 al 12 | Laminación | MM | SHMA65LA0002 Pos. 27136 SHMA65LA0003 Pos. 27139, 27139, 27140 SHMA65LA0004 Pos. 27141, 27142, 27143 | | X | X |
| MM650504-1980 MM650520-1940 MM650526-1980 MM650532-1940 MM650538-1940 MM650549-1940 MM650561-1990 | Separador de cardan Stand 6 al 12 | Laminación | MM | SHMA65LA0002 Pos. 27136 SHMA65LA0003 Pos. 27139, 27139, 27140 SHMA65LA0004 Pos. 27141, 27142, 27143 | | X | X |
| MM650206 | Guillotina N°1 | Laminación | MM | SHMA65LA0004 Pos. 27331 | X | X | X |
| MM650207 | Guillotina N°2 | Laminación | MM | SHMA65LA0002 Pos. 27332 | X | X | X |
| MM652120-7412 | Sistema Lubricación Laminación Intermedia | Laminación | MM | Ruta de Inspección SHMI65 | X | X | X |
| MM650581-2240 MM650593-2270 MM650606-2230 MM650618-2230 MM650630-2230 MM650642-2320 MM650647-2320 | Reductor de stand 13 al 18 | Laminación | MM | SHMA65PP0001 Pos. 27144, 27145, 27146 SHMA65PP0002 Pos. 27147, 27148, 27149 | | X | X |
| MM650583-2240 MM650595-2270 MM650608-2230 MM650621-2230 MM650632-2230 MM650645-2320 | Separador de cardan Stand 13 al 18 | Laminación | MM | SHMA65PP0001 Pos. 27144, 27145, 27146 SHMA65PP0002 Pos. 27147, 27148, 27149 | | X | X |
| MM652126-7413 | Sistema Lubricación Laminación Terminación | Laminación | MM | Ruta de Inspección SHMI65 | X | X | X |
| MM652165-3580 | Guillotina N° 3 | Laminación | MM | SHMA65LA0003 Pos. 27333 | X | X | |
| MM652130-7431 | Sistema de lubricación Guillotina N°3 | Laminación | MM | Ruta de Inspección SHMI65 | | X | X |
| MM652023-7202 | Sistema Hidráulico Laminadores | Laminación | MM | Ruta de Inspección SHMI65 | X | X | X |

| | | | | | | | |
|--|---|--------------------|----|---|---|---|---|
| MM652129-7451 | Sistema Lubricación aire/aceite | Laminación | MM | Ruta de Inspección SHMI65 | | | |
| MM650208 | Sistema Motriz Mesa Enfriamiento | Zona Enfriamiento | MM | SHMA65LA0001 Pos. 27212 SHMA65LA0002 Pos. 27344 SHMA65LA0004 Pos. 27346 SHMA65PP0002 Pos. 27345 SHMA65PP0001 Pos. 27187 | X | X | X |
| MM652052-7203 | Sistema Hidráulico Mesa de Enfriamiento | Zona Enfriamiento | MM | Ruta de Inspección SHMI65 | X | X | X |
| MM652229-4251 | Guillotina de corte comercial | Zona de Corte | MM | SHMA65LA0001 Pos. 27214 SHMA65LA0002 Pos. 27353, 27215 SHMA65LA0003 Pos. 27355 SHMA65PP0001 Pos. 27356 | X | X | X |
| MM651122-4560 | Transferidor Vertical | Terminación | MM | SHMA65PP0001 Pos. 27182 SHMA65PP0003 Pos. 27195 | X | X | |
| MM651176-4771 MM651177-4771 MM651178-4771 MM651179-4771 | Maquinas atadoras 1, 2, 3 y 4 | Terminación | MM | SHMA65PP0003 Pos. 27219, 27220, 27373, 27374 | X | X | X |
| MM652150 MM652151 MM652152 | Conjunto ventiladores Torre de enfriamiento | Planta de Agua LBR | MM | - | X | X | |

| | | | |
|--|----------|-----------|-----------------------------------|
| Equipos Críticos del Laminador de Barras Rectas Unidad Mantenimiento Mecánico | | | NO-73-65002 Revisión 1 30/04/2015 |
| Calidad | Ambiente | Seguridad | Página 1 de 1 |
| √ | √ | √ | |

| | | |
|----------------|---|--|
| Elaborado por: | Eduardo Cárcamo V. Supervisor General Mantenimiento Mecánico LBR | |
| Revisado por: | Francisco Ceballos O. Jefe Programación Mantenimiento Mecánico LBR | |
| Revisado por: | Octavio Fernandez F. Jefe Sección Mantenimiento Planificado Mantenimiento Mecánico | |
| Aprobado por: | Juan Carlos Ponti C. Superintendente Mantenimiento Mecánico | |

Anexo D Criticidad equipos LBR

| N° | Equipo | rep | Denominación técnica | Ubicación técnica | Denom.ubic. técnica | Posición | F Frecuencia falla (cada/meses) | Tipo de falla | Año | Q Produccion | Manten cion (hrs det progr.) | S Seguridad | E Medio Ambiente | E | S | Q | W | D | F | M | CRITICIDAD |
|----|----------------|-----------------|---|---------------------|--|----------|---------------------------------|-----------------------|------|---|------------------------------|----------------------------------|------------------|---|---|---|---|---|---|---|------------|
| 1 | MM652 192-0122 | MM6 52192 -0122 | Sistema Volcador Palanquilla a Elevador | SH01-65-02-04-02-60 | Volcador de Palanquillas Elevador | Oper | 4 | fallas varias | 2010 | fuera de servicio detiene la producción | 16 | | | C | C | C | A | A | A | B | A |
| 2 | MM650 165-0112 | #N/A | Cargador de Palanquilla Fria | SH01-65-02-04-04 | Sistema Carga Fria al Horno | Oper | 12 | Rodamientos | 2007 | | 24 | | | C | C | C | A | A | B | A | A |
| 3 | MM652 193-0123 | MM6 52193 -0123 | Elevador de palanquillas | SH01-65-02-04-06 | Elevador Palanquillas | Oper | 6 | fallas varias | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 10 | | | C | C | C | A | A | A | B | A |
| 4 | MM650 188-0131 | #N/A | Cargador Entrada al Horno | SH01-65-02-04-08-06 | Cargador Entrada de Horno | Oper | 12 | Rodamientos | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 16 | | | C | C | C | A | A | B | B | C |
| 5 | MM650 201 | MM6 50201 | Conjuntos rodillos entrada horno 1 al 9 | SH01-65-04-02-04 | Mesa Rodillos Interior Horno (entrada) | Oper | 48 | Lubricación | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 8 | Riesgo en maniobra de desmontaje | | C | A | C | A | A | C | B | A |
| 6 | MM650 202 | MM6 50202 | Conjunto Kick Off | SH01-65-04-02-10 | Kick-Off | Oper | 3 | fallas varias | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 8 | Riesgo en maniobra de desmontaje | | C | A | C | A | A | A | B | A |
| 7 | MM650 226 | MM6 50226 | Conjuntos rodillos salida horno 1 al 9 | SH01-65-04-02-12 | Mesa Rodillos Interior Horno (Salida) | Oper | 6 | Desprendimiento manto | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 8 | Riesgo en maniobra de desmontaje | | C | A | C | A | A | A | B | A |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----------------------|-----------------------|--|-------------------------|---|------|-----------------|------------------------|------|---|----|--|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | MM650 258 | MM6 50258 | Ventilador Aire Combustión | SH01-65-04- 90-10 | Sistema Aire Combustión | Oper | sin registro | | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 24 | Riesgo en maniobra de desmontaje | Emana- ción de CO | | A | A | C | A | A | C | A | A |
| 9 | MM650 221 | #N/A | Viga Movil | SH01-65-04- 02-08-04 | Viga Movil | Oper | 6 | filtración cilindro | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 16 | Riesgo en maniobra de desmontaje | | C | C | C | A | A | A | B | A | |
| 10 | MM650 273 | MM6 50273 | LBR Estanq. Sist_ Hidráulico Horno | SH01-65-04- 90-24 | Sistema Hidráulico Horno | Oper | 12 | | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 24 | | fisura en estan- que produce derrame | B | C | C | A | A | B | B | B | |
| 11 | MM650 203 | #N/A | Mesa Rodillos 01 Descarga Horno | SH01-65-06- 02-02 | Mesa Rodillos 01 Descarga Horno | Oper | 6 | fallas varias | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 8 | | | C | C | C | A | A | A | B | A | |
| 12 | MM650 204 | #N/A | Sistema Desescam ador | SH01-65-06- 02-04 | Desescam ador | Oper | 10 | | 2007 | con más de una bomba detenida se detiene producción | 8 | | | C | C | B | A | A | B | B | B | |
| 13 | MM650 371- 0451 | MM6 50371 -0451 | Conjunto Pinch Roll N° 1 | SH01-65-06- 02-10 | Pich-Roll N° 1 | Oper | 6 | descansos | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 8 | | | C | C | C | A | A | A | B | A | |
| 14 | MM652 164- 1800 | #N/A | Stand Laminador 1 H | SH01-65-06- 02-12 | Laminador 1 H | Oper | 6 | separador de ejes | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 12 | | | C | C | B | A | A | A | B | A | |
| 15 | MM652 168- 1840 | #N/A | Stand Laminador 2 V | SH01-65-06- 02-14 | Laminador 2 V | Oper | 12 | lubricación | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 24 | | | C | C | B | A | A | B | A | A | |
| 16 | MM652 169- 1800 | #N/A | Stand Laminador 3 H | SH01-65-06- 02-16 | Laminador 3 H | Oper | 84 | Reductor | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 24 | | | C | C | B | A | A | C | A | A | |
| 17 | MM652 170- 1800 | #N/A | Stand Laminador 4 V | SH01-65-06- 02-18 | Laminador 4 V | Oper | 12 | lubricación | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 24 | | | C | C | B | A | A | B | A | A | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----------------------|-----------------------|--|----------------------|---|------|-----------------|-------------------------|------|--|----|--|--|--|--|--|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 18 | MM650 486- 0432 | MM6 50486 -0432 | Conjunto Pinch Roll Nº 2 | SH01-65-06- 02-22 | Pich-Roll Nº 2 | Oper | 6 | copla reductor | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 8 | | | | | | C | C | C | A | A | A | B | A |
| 19 | MM652 171- 1800 | #N/A | Stand Laminador 5 H | SH01-65-06- 02-26 | Laminador 5 H | Oper | 4 | fallas varias | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 24 | | | | | | C | C | B | A | A | A | A | A |
| 20 | MM652 172- 1980 | #N/A | Stand Laminador 6 V | SH01-65-06- 04-02 | Laminador 6 V | Oper | 36 | cilindro hidraulico | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 24 | | | | | | C | C | A | A | A | C | B | A |
| 21 | MM650 206 | MM6 50206 | Conjunto Guillotina Despuntad ora 1 CVS | SH01-65-06- 04-04 | Guillotina Despuntad ora 1 CVS B 080 0960 | Oper | 8 | fallas varias | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 10 | | | | | | C | C | B | A | A | B | B | B |
| 22 | MM652 173- 1940 | #N/A | Stand Laminador 7 H | SH01-65-06- 04-08 | Laminador 7 V | Oper | sin registro | | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 12 | | | | | | C | C | A | B | B | C | B | B |
| 23 | MM652 174- 1980 | #N/A | Stand Laminador 8 V | SH01-65-06- 04-08 | Laminador 8 V | Oper | sin registro | | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 12 | | | | | | C | C | A | B | B | C | B | B |
| 24 | MM652 175- 1940 | #N/A | Stand Laminador 9 H | SH01-65-06- 04-10 | Laminador 9 H | Oper | 10 | fallas varias | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 12 | | | | | | C | C | A | B | B | B | B | B |
| 25 | MM652 176- 1940 | #N/A | Stand Laminador 10 V | SH01-65-06- 04-12 | Laminador 10 V | Oper | 10 | fallas varias | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 12 | | | | | | C | C | A | B | B | B | B | B |
| 26 | MM652 177- 1940 | #N/A | Stand Laminador 11 H | SH01-65-06- 04-16 | Laminador 11 H | Oper | 6 | pernos de seguir-dad | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 12 | | | | | | C | C | A | B | B | A | B | B |
| 27 | MM652 178- 1990 | #N/A | Stand Laminador 12 V | SH01-65-06- 04-20 | Laminador 12 V | Oper | 6 | pernos de seguir-dad | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 12 | | | | | | C | C | A | B | B | A | B | B |
| 28 | MM652 179- 2240 | #N/A | Stand Laminador 13 H | | Laminador 13 H | Oper | 6 | pernos de seguir-dad | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 12 | | | | | | C | C | A | B | B | A | B | B |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----------------------|-----------------------|---|----------------------|---|------|-----------------|------------------------|------|--|----|--|--|--|--|--|--|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 29 | MM652 180- 2270 | #N/A | Stand Laminador 14 V | | Laminador 14 V | Oper | 6 | pernos de seguridad | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 12 | | | | | | | C | C | A | B | B | A | B | B |
| 30 | MM650 207 | MM6 50207 | Conjunto Guillotina Despunta ora 2 CVS | SH01-65-06- 04-22 | Guillotina Despunta ora 2 CVS D 040 0960 | Oper | 2 | fallas varias | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 12 | | | | | | | C | C | B | A | A | A | B | A |
| 31 | MM652 181- 2230 | #N/A | Stand Laminador 15 H | SH01-65-06- 06-12 | Laminador 15 H | Oper | sin registro | | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 12 | | | | | | | C | C | A | B | B | C | B | B |
| 32 | MM652 182- 2230 | #N/A | Stand Laminador 16 H | SH01-65-06- 06-16 | Laminador 16 H | Oper | sin registro | | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 12 | | | | | | | C | C | A | B | B | C | B | B |
| 33 | MM652 183- 2230 | #N/A | Stand Laminador 17 H | SH01-65-06- 06-20 | Laminador 17 H | Oper | 12 | pernos de seguridad | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 12 | | | | | | | C | C | A | B | B | B | B | B |
| 34 | MM652 184- 2320 | #N/A | Stand Laminador 18 H/V | SH01-65-06- 06-24 | Laminador 18 H/V | Oper | 2 | fallas varias | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 12 | | | | | | | C | C | A | B | A | A | B | A |
| 35 | MM650 699- 3362 | #N/A | Conjunto Pinch Roll N° 3 | SH01-65-06- 02-22 | Pich-Roll N° 3 | Oper | 10 | copla reductor | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 8 | | | | | | | C | C | B | A | A | B | B | B |
| 36 | MM652 165- 3580 | MM6 52165 -3580 | Guillotina CVS M 040 1000 N° 3 | SH01-65-06- 08-10 | Guillotina Corte Medida 3 CVS M 040 1000 | Oper | 6 | fallas varias | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 10 | | | | | | | C | C | B | B | A | A | B | B |
| 37 | MM650 208 | #N/A | Sistema Motriz de accionami ento | SH01-65-06- 08-16 | Cama Enfriami ento y Rodillos Alineado res | Oper | 3 | fallas varias | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 10 | | | | | | | C | C | B | A | A | A | B | A |
| 38 | MM652 229- 4251 | MM6 52229 -4251 | Guillotina Corte Comercial (GCC) | SH01-65-06- 10-02 | Guillotina Corte Medida Comercial Frio | Oper | 1 | fallas varias | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 24 | | | | | | | C | C | A | A | A | A | A | A |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----------------------|-----------------------|------------------------------------|-------------------------|--|------|-----------------|------------------|------|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 39 | MM651 080- 4306 | #N/A | Sistema de Ajuste de Medida | SH01-65-06- 10-04-06 | Tope Dimension ador | Oper | 6 | fallas varias | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 8 | | | | | | | | | C | C | A | A | A | A | B | A | |
| 40 | MM650 209 | #N/A | Sistema de accionami ento | SH01-65-06- 10-06-02 | Conjunto Mesa Transf Trolley Salida GCC | Oper | 10 | fallas varias | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 12 | | | | | | | | | | C | C | C | A | A | B | B | C |
| 41 | MM650 211 | #N/A | Mesa de Cadenas Tramo Nº1 | SH01-65-06- 10-06-10 | Mesa de Cadenas Tramo Nº 1 | Oper | sin registro | | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 8 | | | | | | | | | | C | C | C | A | A | C | B | C |
| 42 | MM650 210 | #N/A | Mesa de Cadenas Tramo Nº2 | SH01-65-06- 10-06-12 | Mesa de Cadenas Tramo Nº 2 | Oper | sin registro | | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 8 | | | | | | | | | | C | C | C | A | A | C | B | C |
| 43 | MM650 212 | #N/A | Mesa de Cadenas Nº3 | SH01-65-06- 10-06-14 | Mesa del Contador Barras Nº3 | Oper | sin registro | | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 8 | | | | | | | | | | C | C | C | A | A | C | B | C |
| 44 | MM651 122- 4560 | MM6 51122 -4560 | Transferid or Vertical | SH01-65-06- 10-10-02 | Estación Formación de Paquetes | Oper | 6 | | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 10 | | | | | | | | | | C | C | C | A | A | A | B | A |
| 45 | MM651 176- 4771 | MM6 51176 -4771 | LBR Maquina Atadora Nº 1 | SH01-65-06- 10-12-04 | Atadora Nº 1 | Oper | 1 | fallas varias | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 16 | | | | | | | | | | C | C | A | A | A | A | B | A |
| 46 | MM651 177- 4771 | MM6 51177 -4771 | LBR Maquina Atadora Nº 2 | SH01-65-06- 10-12-06 | Atadora Nº 2 | Oper | 2 | fallas varias | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 16 | | | | | | | | | | C | C | A | A | A | A | B | A |
| 47 | MM651 178- 4771 | MM6 51178 -4771 | LBR Maquina Atadora Nº 3 | SH01-65-06- 10-12-08 | Atadora Nº 3 | Oper | 3 | fallas varias | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 16 | | | | | | | | | | C | C | A | A | A | A | B | A |
| 48 | MM651 179- 4771 | MM6 51179 -4771 | LBR Maquina Atadora Nº 4 | SH01-65-06- 10-12-10 | Atadora Nº 4 | Oper | 4 | fallas varias | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 16 | | | | | | | | | | C | C | A | A | A | A | B | A |
| 49 | MM650 232 | #N/A | Sistema de pesaje Nº1 Norte | SH01-65-06- 10-14-06 | Plataforma Pesaje Nº1 Norte | Oper | 12 | fallas varias | 2007 | fuera de servicio detiene la | 10 | | | | | | | | | | C | C | A | A | A | B | B | A |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----------------------|-----------------------|---|-------------------------|---|------|----|------------------|------|---|----|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 58 | MM652 077- 7204 | #N/A | LBR Estanq. Sist_ Hidráulico Terminaci ón | SH01-65-06- 90-08 | Sistemas Hidráulico s de Terminaci ón | Oper | 12 | | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 24 | | fisura estan-que produce derrame | B | C | C | A | A | B | B | B |
| 59 | MM652 116- 7411 | MM6 52116 -7411 | LBR Estanq. Sist_ Lubri cación Desbaste | SH01-65-06- 90-10-02 | Laminació n Desbaste | Oper | 12 | | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 24 | | fisura estan-que produce derrame | B | C | C | A | A | B | B | B |
| 60 | MM652 120- 7412 | MM6 52120 -7412 | LBR Estanq. Sist_ Lubri cación Lam_ Inter m. | SH01-65-06- 90-10-04 | Laminació n Intermedia | Oper | 12 | | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 24 | | fisura estan-que produce derrame | B | C | C | A | A | B | B | B |
| 61 | MM652 126- 7413 | MM6 52126 -7413 | LBR Estanq. Sist_ Lubri cación Lam_ Ter min. | SH01-65-06- 90-10-06 | Laminació n Terminaci ón | Oper | 12 | | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 24 | | fisura estan-que produce derrame | B | C | C | A | A | B | B | B |
| 62 | MM652 130- 7431 | MM6 52130 -7431 | Est. Lubric Guillotina Corte Medida N° 3 | SH01-65-06- 90-10-08 | Lubricació n Maq Salida Tren Acabador | Oper | 12 | | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 24 | | fisura estan-que produce derrame | B | C | C | A | A | B | B | B |
| 63 | MM652 129- 7451 | MM6 52129 -7451 | LBR Estanque Sist. Lubricac Aire- Aceite | SH01-65-06- 90-12 | Sistema Aire / Oil | Oper | 12 | | 2007 | fuera de servicio detiene la producción | 24 | | fisura estan-que produce derrame | B | C | C | A | A | B | B | B |
| 64 | MM652 145- 0474 | #N/A | Bomba 1 Impulsión 350 m3/h | SH01-65-06- 90-24-02 | Bombas Foso Laminilla | Oper | 10 | Rodami- entos | 2012 | con más de una bomba detenida se disminuye producción | 6 | Riesgo en maniobra de desmontaje | | C | A | C | B | B | B | C | B |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----------------------|--------------|--|-------------------------|------------------------------|--------------|----|------------------|------|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|---|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 65 | MM652 146- 0474 | #N/A | Bomba 2 Impulsión 350 m3/h | SH01-65-06- 90-24-02 | Bombas Foso Laminilla | Oper | 10 | Rodami- entos | 2012 | con más de una bomba detenida se disminuye producción | 6 | Riesgo en maniobra de desmontaje | | | | | | | | | | | | | C | A | C | B | B | B | C | B | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 66 | MM652 147- 0474 | #N/A | Bomba 3 Impulsión 350 m3/h | SH01-65-06- 90-24-02 | Bombas Foso Laminilla | Oper | 10 | Rodami- entos | 2012 | con más de una bomba detenida se disminuye producción | 6 | Riesgo en maniobra de desmontaje | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C | A | C | B | B | B | C | B | | | | | | | | | |
| 67 | MM652 148- 0474 | #N/A | Bomba 1 Recirculac ión 200 m3/h | SH01-65-06- 90-24-02 | Bombas Foso Laminilla | Oper | 48 | motor | 2007 | | 6 | Riesgo en maniobra de desmontaje | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C | A | C | A | B | C | C | C | | | | | | | | |
| 68 | MM652 150 | MM6 52150 | Ventilador torre de enfriamien to A | SH01-65-16- 90-04-04 | Conjunto Ventilador es | Oper | 10 | | 2007 | con más de una bomba detenida se disminuye producción | 8 | Riesgo manio-bra de desmontaje | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C | B | C | A | A | B | B | B | | | | | | |
| 69 | MM652 151 | MM6 52151 | Ventilador torre de enfriamien to B | SH01-65-16- 90-04-04 | Conjunto Ventilador es | Oper | 10 | | 2007 | con más de una bomba detenida se disminuye producción | 8 | Riesgo en maniobra de desmontaje | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C | B | C | A | A | B | B | B | | | | |
| 70 | MM652 152 | MM6 52152 | Ventilador torre de enfriamien to C | SH01-65-16- 90-04-04 | Conjunto Ventilador es | Stand- by | 10 | | 2007 | con más de una bomba detenida se disminuye producción | 8 | Riesgo en manio-bra de desmontaje | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | C | B | C | A | A | B | B | B |

Anexo E Incorporación y clasificación de materiales

PG-29-021 Revisión 6 17/06/2015 CAP



| Incorporación y clasificación de materiales | | | PG-29-021 Revisión 6 17/06/2015 |
|---|----------|-----------|---------------------------------|
| Calidad | Ambiente | Seguridad | Página 1 de 4 |
| √ | - | - | |

1. OBJETIVO

Establecer la responsabilidad, oportunidad y metodología para solicitar la incorporación a existencia de materiales, y hacer la clasificación de éstos de acuerdo con los requerimientos del Sistema de Gestión y los lineamientos del Plan estratégico de Compañía Siderúrgica Huachipato S.A. (en adelante CAP-Acero).

2. ALCANCE

Este procedimiento es aplicable a todas las Unidades de CAP-Acero.

3. DEFINICIONES

Los materiales se clasifican en materiales generales y repuestos.

3.1 Materiales generales

Son los materiales de uso frecuente y que no pertenecen a un equipo en particular, son administrados por la Unidad de Abastecimiento y se clasifican en:

3.1.1 Suministros Esenciales: Son aquellos de alto valor de consumo y de alto riesgo implícito en la operación de CAP-Acero. Deben estar siempre en stock. Su gestión de reposición se hará manualmente, para la cual SAP operará sin modelo de reposición. Su característica de planificación será **ND**.

3.1.2 Materiales Críticos: Son de alto riesgo y bajo valor de consumo. Su carencia genera costos importantes. Por lo que deberían estar siempre en stock. La gestión de reposición la hará SAP en base al punto de reposición a través del **modelo VI → HB con stock de seguridad**.

3.1.3 Materiales Genéricos: Son de alto valor de consumo y bajo riesgo. Deseable que estén en stock. La gestión de reposición la hará SAP en base al punto de reposición a través del **modelo VI → HB sin stock de seguridad.**

3.1.4 Materiales Rutinarios: Son de bajo valor de consumo y bajo riesgo. No requieren tener stock en CAP-Acero. La reposición la hará SAP a través del **modelo PD → EX.** Esto es que la compra se activará sólo con una reserva y se comprará sólo lo reservado. No se mantendrá existencia en bodega.

3.2 Repuestos

Son partes que pertenecen a uno o varios equipos, que se compran por número de parte de un fabricante determinado o por marca y plano. Su clasificación es: **RA:** repuestos no recuperable y falla no previsible, **RB:** No recuperables y su falla se puede prever, **RC:** Repuestos recuperables. La **importancia de servicio de ellos.** (1: Su carencia detiene la producción de una línea a lo menos; 2: Su carencia afecta el rendimiento y/o productividad de una línea; 3: Su carencia no afecta las líneas de producción)

La combinación de letras y números da 9 posibilidades de clasificación, cuya equivalencia en SAP es la siguiente:

FO-32-001 Revisión 4



| | | | |
|--|-----------------|------------------|--|
| Incorporación y clasificación de materiales | | | PG-29-021 Revisión 6 17/06/2015 |
| Calidad | Ambiente | Seguridad | Página 2 de 4 |
| √ | - | - | |

| Clasificación | Cód. SAP | Clasificación | Cód. SAP | Clasificación | Cód. SAP |
|---------------|----------|---------------|----------|---------------|----------|
| RA1 | 17 | RB1 | 21 | RC1 | 25 |
| RA2 | 18 | RB2 | 22 | RC2 | 26 |
| RA3 | 19 | RB3 | 23 | RC3 | 27 |

4. REFERENCIA

No hay.

5. DESCRIPCIÓN

5.1 Clasificación de materiales

Con el fin de lograr una gestión más eficiente en la administración de las existencias de materiales generales y repuestos la Almacenamiento de la Unidad de Abastecimiento aplica los siguientes criterios de clasificación:

5.5.1 Suministro esenciales: La **Unidad de Abastecimiento** obtiene del Sistema un listado de los materiales generales de más alto consumo y valorización en dólares, y junto con las unidades que los consumen, se definen cuáles de éstos son más importantes para la operación, pasando a constituir la lista de suministros esenciales.

5.5.2 Críticos: La **Unidad de Abastecimiento** solicita a las Unidades Usuarias que definan qué materiales de bajo consumo consideran de vital importancia para sus actividades. Estos artículos forman parte de los materiales críticos que administra la Unidad de Abastecimiento.

5.5.3 Genéricos: La **Unidad de Abastecimiento** en base a la información de consumo histórico que se tiene en el sistema, se define cuáles son los artículos de alto consumo y qué no son esenciales ni críticos. Los artículos que reúnan estas condiciones forman parte del grupo de los genéricos.

5.5.4 Rutinarios: La **Unidad de Abastecimiento** extrae del Sistema todos los artículos de bajo consumo o de muy bajo valor y que no son importantes para la operación.

5.2 Quién clasifica los repuestos

Jefe de Programación Mecánica o el Encargado de Repuestos de Mantenimiento Eléctrico definen la clasificación para los repuestos a incorporar a existencia y lo indica en SIAE Solicitud de Incorporación de Existencia a Bodega, o en formulario **FO-29-020**.

Para modificaciones, el Encargado de Repuestos de Mant. Eléctrico o Jefe de Programación Mant. Mecánico, vía e-mail solicita al **Jefe Almacenamiento** de Abastecimiento o directamente al **Analista de Repuestos** asignado el cambio de clasificación, este último será **el único** funcionario con privilegios para hacer modificaciones a la clasificación de artículos en el Sistema

FO-32-001 Revisión 4



| | | | |
|--|-----------------|------------------|--|
| Incorporación y clasificación de materiales | | | PG-29-021 Revisión 6 17/06/2015 |
| Calidad | Ambiente | Seguridad | Página 3 de 4 |
| √ | - | - | |

5.3 Frecuencia de la actualización de las clasificaciones

Como los consumos de los materiales cambian en el tiempo, se deben hacer revisiones y modificación permanentemente.

El encargado del Maestro de Materiales en el último trimestre de cada año hace una revisión de las clasificaciones de los materiales generales en cuanto a su valor y frecuencia de consumo e importancia de servicio procede a reclasificarlos según instrucción del **Jefe de Abastecimiento**.

Respecto a los repuestos, los **Jefes de Programación Mecánica**, cuando corresponda, deberán informar cambios de clasificación, vía correo electrónico, al **Analista de Repuestos** correspondiente, quién hará los cambios en SAP.

5.4 Codificación de materiales generales

Quando los **Jefes de Unidades Usuarias** deseen incorporar un nuevo producto correspondiente a un material general, deberán enviar SIAE a través de sistema documentos al Analista responsable del grupo de compras.

Quando se desee incorporar a existencia un material de seguridad (EPP) se deberá hacer llegar SIAE al Analista responsable del grupo de compras y además un memorándum de validación de la Unidad Seguridad e Higiene Industrial. La Unidad de Abastecimiento no incorpora EPP a existencia sin la validación de la Unidad seguridad Higiene Industrial, esto con el fin de estandarizar lo EPP de uso en Cap Acero.

5.5 Codificación de repuestos para existencia

Cuando se debe incorporar a existencia de bodega un repuesto, el Sectorista por instrucción del **Jefe de Programación** de la respectiva Unidad Usuaria, completa la información SIAE o fo-29-020 Ver punto 5.9

5.6 Quién y cómo se codifican los materiales y repuestos

5.6.1. El Analista Comprador o Analista de Repuestos de la Unidad de Abastecimiento, tienen privilegio para ingresar nuevos códigos a existencia, quienes antes de codificar deben verificar que este material o repuestos no esté codificado en el Maestro de Materiales de CAP (incluye Maestro Cap-Acero y Cap Minería). Además debe incorporar a cada código creado, sus parámetros y modelo de reposición.

5.6.2 Cada Analista codificará el material o repuesto según corresponda al rubro que administra, Luego mediante correo electrónico envía esta codificación al responsable de la administración del maestro de materiales para que amplíe la vista contable del código creado.



| Incorporación y clasificación de materiales | | | PG-29-021 Revisión 6 17/06/2015 |
|---|----------|-----------|---------------------------------|
| Calidad | Ambiente | Seguridad | Página 4 de 4 |
| √ | - | - | |

5.7 Cómo se completa formulario SIAE en sistema Documentos:

Para completar el formulario SIAE, ingresar a la Intranet, Sistema de Documentos, Nuevo Envío, Tipo de Documento (SIAE), ingresar los datos solicitados para la incorporación de Material a Existencia, se puede agregar Nuevo Ítem (tener cuidado que la SIAE contenga ítemes de un solo rubro para que sea procesada por un solo Analista); Guardar Todo.

Volver a página principal Documentos, en menú Documentos seleccionar "En Preparación", "Estado", se abre ventana, seleccionar "Visto Bueno", según estrategia de aprobaciones definidas en la Unidad Usuaria para dejarla en Estado Firmado. Así la SIAE queda aprobada.

5.8 Respuesta sobre codificación

Analista, Analista de Repuestos o Comprador responsable del grupo de artículo, debe comunicar a usuario vía email el N° de código asignado.

6. REGISTROS

6.1 Solicitud de Incorporación de artículo a Existencia (SIAE)

7. ANEXOS

7.1 Descripción de Modificaciones

7.2 FO-29-020

| | | |
|---------------|---|--|
| Elaborado por | Enrique Muñoz M. Analista de Repuestos | |
| Revisado por: | Luis Moena Z. Jefe Sección Almacenamiento | |
| Aprobado por: | Ignacio García M. Jefe Unidad Abastecimiento | |

ANEXO F ARTICULO PROPUESTO

METODOLOGÍA DE AUDITORIA DE MANTENIMIENTO, UNA HERRAMIENTA RELEVANTE PARA LA EFICIENCIA DE LOS PROCESOS DE GESTIÓN DE ACTIVOS.

Paulina Angélica Inostroza Zúñiga

**Bajo la supervisión del profesor José Luis
Muñoz Pincheira**

RESUMEN: El mantenimiento mirado bajo la metodología de gestión de activos es una herramienta potente que aporta beneficios muy importantes para el sector industrial. Junto con esto, es relevante poder controlar los procesos de ejecución de las tareas que se llevan a cabo para cumplir con estándares eficientes de calidad y de ahí nace la necesidad de auditar los protocolos de trabajo para las distintas áreas que controlan el mantenimiento ya sea mecánico, eléctrico, etc.

La auditoría de mantenimiento realizada en el Laminador de Barras Rectas (LBR) de CAP Acero es un estudio crítico y sistemático que reúne información del estado actual del mantenimiento y de los protocolos de trabajo de las distintas áreas que en él participan, con la finalidad de aportar con una opinión independiente y competente.

Se logra reunir información actualizada de normativas mundialmente utilizadas en el área de gestión de activos industriales tales como ISO 19011, Pas 55 e ISO 55000 que son la base para llevar a cabo un sistema de auditoría de mantenimiento.

Se realiza este estudio desarrollando la metodología de auditoría de mantenimiento propuesta para el LBR la cual contempla una estructura de seis pasos a seguir, partiendo por definir el organismo a estudiar, continuando con la revisión de los factores auditados y por último con la revisión de las no conformidades por área, donde se encontraron 39 observaciones, de las cuales el 26 % pertenecen a la estrategias del

mantenimiento que reúne área mecánica y eléctrica, con bases en común principalmente fallencias en planificación, gestión, comunicación y documentación. Se hace hincapié en que esta auditoría debe realizarse de forma periódica, para así revisar y mejorar los factores auditados.

ABSTRACT: The maintenance under the asset management methodology is a powerful tool that provides important benefits for the industrial sector. Along with this, it is important to be able to control the processes of execution of the tasks that are carried out to meet the efficient quality standards and hence the need for the hearing protocols work for the various areas that control the maintenance and the Mechanical sea, electric, etc.

The maintenance audit carried out at the CAP Rolling Mill (LBR) is a critical and systematic study that gathers information on the current state of maintenance and working protocols of the various areas that participate in it, with the purpose of contributing with An independent and competent opinion.

It is able to gather up-to-date information on globally used standards in the area of industrial asset management such as ISO 19011, Pas 55 and ISO 55000 which are the basis for conducting a maintenance audit system.

This study develops the methodology of the maintenance audit for the LBR which contemplates a structure of six steps to follow, the definition for the analysis of a study, continuing with the review of the factors audited and finally with the review Of nonconformities by area, where 39 observations were found, of which 26% belong to the maintenance strategies that combine the mechanics of the area and electrical, with bases in general mainly failures in planning, management, communication and documentation

It is emphasized that this audit should be conducted on a regular basis, as well as review and improve the audited factors.

1 INTRODUCCIÓN

El mantenimiento es un factor determinante en la operatividad de los equipos industriales en todos los procesos productivos pero la realidad muestra que este es visto en general solo como un centro de costos. Los beneficios económicos de la aplicación de una gestión óptima de mantenimiento se ven en otras áreas tales como producción, calidad y en la reducción de capital detenido en equipos y repuestos (Pascual, 2005).

El presente proyecto apunta a abordar el tema de auditoría de mantenimiento de forma metódica, se relacionan las distintas áreas de trabajo que se ven involucradas, revelando la realidad del mantenimiento actual y obteniendo resultados concretos del estado del Laminador de Barras Rectas (LBR) de CAP Acero.

Se establece una metodología de auditoría simple, fácil de aplicar y que involucre aspectos fundamentales de la gestión de activos de mantenimiento.

Esto con la finalidad de mejorar la calidad del producto que está directamente relacionada con el proceso de mantenimiento y de cómo se lleva a cabo. Ese será el foco principal de este proyecto el cual será revisado en una auditoría que incorporará distintas áreas del Laminador de Barras en CAP Acero, la cual apoyará la gestión del departamento de mantención.

1.2 Auditoría una herramienta clave en mantenimiento.

La necesidad de utilizar la auditoría como una herramienta clave para mejorar la eficiencia de los procesos productivos, nos lleva a revisar el rol del mantenimiento industrial.

El papel del mantenimiento es incrementar la confiabilidad de los sistemas de producción al realizar actividades, tales como planeación, organización, control y ejecución de métodos de conservación de los equipos, y sus funciones van más allá de las reparaciones. Su valor se aprecia en la medida en que estas disminuyan como resultado de un trabajo planificado y sistemático

con apoyo y recursos de una política integral de los directivos (Mora, 1999).

El proceso de gestión de mantenimiento se puede dividir en dos partes principales:

- i) La definición de la estrategia de mantenimiento;
- ii) La implementación de la estrategia de mantenimiento.

La primera de estas partes, el proceso de definición de la estrategia de mantenimiento, requiere la definición de los objetivos de mantenimiento como “input” del mismo. Obviamente, los objetivos de mantenimiento dimanan directamente del plan de negocio de la organización en cuestión. Diseñar estrategias de mantenimiento que estén alineadas con los planes de negocio es un aspecto clave y condiciona la consecución de los objetivos del mantenimiento y en última instancia los reseñados en el plan de negocio de la organización.

La segunda parte del proceso, la implementación de la estrategia tiene un distinto nivel de importancia y tienen que ver con nuestra habilidad para asegurar niveles adecuados de formación del personal, de preparación de los trabajos, con la selección de las herramientas adecuadas para realizar las diferentes tareas o, por ejemplo, con el diseño y consecución de la ejecución a tiempo de los diferentes programas de mantenimiento. (Parra, 2012).

La gestión del mantenimiento ha evolucionado mucho a lo largo del tiempo. El mantenimiento industrial, día a día, está rompiendo con las barreras del pasado. Actualmente, muchas empresas aplican la frase: “el mantenimiento es inversión, no gasto”. El primer mantenimiento llevado a cabo por las empresas fue el llamado mantenimiento correctivo, también llamado mantenimiento de emergencia. Esta clase de mantenimiento consiste en solucionar los problemas de los equipos cuando fallan, reparando o sustituyendo las piezas o equipos estropeados. Estas técnicas quedaron obsoletas, ya que, si bien el programa de mantenimiento está centrado en solucionar el fallo cuando se produce, va a implicar altos costos por descenso de la productividad y mermas en la calidad.

De esta situación surge el mantenimiento preventivo, que consiste en revisar de forma

periódica los equipos y reemplazar ciertos componentes en función de estimaciones estadísticas, muchas veces proporcionadas por el fabricante. Con este mantenimiento se reduce el costo del mantenimiento no planeado y los fallos imprevistos, de forma que se incrementa la confiabilidad en los equipos pero su principal inconveniente es que presenta unos costos muy elevados, ya que genera gastos excesivos y muchas veces innecesarios. En la década de los noventa se observa una nueva tendencia en la industria, el llamado mantenimiento predictivo o mantenimiento basado en la condición de los equipos. Se basa en realizar mediciones periódicas de algunas variables físicas relevantes de cada equipo mediante los sensores adecuados y, con los datos obtenidos, se puede evaluar el estado de confiabilidad del equipo. Su objetivo es ofrecer información suficiente, precisa y oportuna para la toma de decisiones. Predecir significa “ver con anticipación”. Con el conocimiento de la condición de cada equipo podemos hacer “el mantenimiento adecuado en el momento adecuado” anticipándonos a los problemas. Por eso se dice que es un mantenimiento informado. En una organización estas tres estrategias de mantenimiento no son excluyentes, si no que cuando una empresa se plantea qué estrategia de mantenimiento seguir, normalmente la respuesta es una combinación de los tres tipos de mantenimiento anteriores. (Sinai, 2008)

La auditoría representa un proceso sistemático y regulado bajo normas, ello incluye la consideración de capacidades profesionales como lo son la competencia, la independencia, los requisitos de informes y la evidencia. (Pérez, 2001)

Por tanto se entiende que sin un sistema eficiente que sea capaz de regular la validez en sus procesos no sería apto lograr la excelencia del mantenimiento que lleve a valores de clase mundial la operatividad de los equipos.

2 IMPORTANCIA DE LA AUDITORÍA DE MANTENIMIENTO AL LBR

El LBR cuenta principalmente con una estrategia de mantenimiento que contempla tareas

preventivas, predictivas y correctivas, es por esto que es de vital importancia revisar o regular las actividades de mantenimiento que se realizan y que no están dentro de los planes de mantención. Según indicadores internos, la efectividad general de los equipos OEE, que mide el rendimiento total al relacionar la disponibilidad de un proceso respecto a su productividad y calidad del producto en el LBR bordea el 70% y considerando la disponibilidad de mantenimiento mecánico y eléctrico en promedio del 87% (Informe Gestión LBR CAP, 2016. Anexo A), se aprecia que existen variables que se pueden mejorar implementando una auditoría de mantenimiento que apunte a optimizar los procesos, enfocándose principalmente en revisar el estado actual de las distintas áreas que participan en el proceso de mantención y así sugerir mejoras que ayuden a incrementar los indicadores antes vistos.

2.1 La Auditoría.

La auditoría es el examen crítico y sistemático que realiza una persona o grupo de personas independientes del sistema auditado, que puede ser una persona, organización, sistema, proceso, proyecto o producto, con el objeto de emitir una opinión independiente y competente.

La auditoría se divide en dos tipos: la auditoría interna y la auditoría externa; en el primer caso se trata del examen detallado de un sistema de información perteneciente a una unidad económica, que se lleva a cabo por un profesional utilizando diferentes técnicas con el objeto de formular sugerencias para una mejora de la misma. La auditoría interna es hecha por personal de la misma empresa denominado auditor interno, y el mismo tiene bajo su cargo una supervisión constante sobre el control de las operaciones financieras que se realice; se preocupa por el mejoramiento de los procedimientos mediante los cuales se puedan llevar a cabo los controles internos que suelen derivar a una operación mucho más eficaz. (Suarez, 1991)

Las auditorías están logrando mejoras significativas en la reducción de los costos del mantenimiento y efectividad operacional a través de sus acciones, buscando:

- La ejecución de algunas actividades por parte

de los operarios de los equipos.

- El mejoramiento continuo de los equipos.
- Educación y capacitación de los responsables de la actividad de mantenimiento.
- Recopilación de información, evaluación y satisfacción de las necesidades de los clientes.
- Evaluación de servicios necesarios e innecesarios
- Análisis adecuado de la información y aplicación de soluciones simples pero estratégicas.
- Planificación del mantenimiento con "enfoque en la estrategia por tipo de equipo".
- Sistemas de mantenimiento con auxilio electrónico de datos. (Tavarez, 2013)

Las directrices más amplias disponibles son las 10 normas de auditoría generalmente aceptadas. Estas fueron elaboradas por el AICPA American Institute of Certified Public Accountants en 1947 y han sufrido cambios mínimos desde que fueron emitidas. Estas normas de observan en el siguiente esquema. (Pérez, 2001)

2.2 La auditoría de mantenimiento.

El objetivo que se persigue al realizar una auditoría no es juzgar al responsable de mantenimiento, no es cuestionar su forma de trabajo, no es una actividad contra el jefe de mantenimiento: es saber en qué situación se encuentra un departamento de mantenimiento en un momento determinado, identificar puntos de mejora y determinar qué acciones son necesarias para mejorar los resultados.

Claro está que hay que diferenciar entre las evaluaciones técnicas, denominadas a veces Auditorías Técnicas de Mantenimiento, y las Auditorías de Gestión que se analizan en éste informe. Las primeras tratan de determinar el estado de una instalación. Las segundas, tratan de determinar el grado de excelencia de un departamento de mantenimiento y de su forma de gestionar.

Cada una de ellas tiene su área y su utilidad. Las primeras son una fotografía técnica instantánea que permite conocer el estado de la instalación, permite conocer su evolución futura e incluso la posibilidad de que sufra determinados cambios. Las segundas, las auditorías de gestión del

mantenimiento, son mucho más profundas, y ahondan en las causas por las que se ha llegado a una situación técnica determinada. Hay que tener en cuenta que una instalación degradada, aunque se identifiquen los puntos a reparar y se aborden estas reparaciones, al cabo de un tiempo volverá a estar degradada, ya que la causa habitual de esa degradación es que la gestión del mantenimiento de esa instalación no es la adecuada. Visto de esta forma, las auditorías técnicas que evalúan el estado de la instalación identifican los síntomas, mientras que las auditorías de gestión identifican las causas de esa situación. (Renovetec, 2013)

2.3 Para qué sirve una auditoría de mantenimiento

- Determina si la gestión de los principales aspectos relacionados con el mantenimiento (repuestos, personal, métodos de trabajo, seguridad, herramientas, etc.) es la adecuada.
- Puede utilizarse para una negociación con los principales seguros, sobre todo si el estudio lo ha realizado una empresa de reconocido prestigio. Es especialmente útil para la contratación de seguros de maquinaria o de gran avería, consiguiéndose, en caso de que el informe no revele problemas graves, reducciones importantes en las primas.
- Es una herramienta de mejora, pues detecta los puntos que no se gestionan correctamente (no-conformidades) y propone un plan de acción realmente útil y rentable.
- Determina si un contratista de mantenimiento está realizando un trabajo adecuado en las instalaciones, o si, por el contrario, su gestión provocará una degradación acelerada de la instalación (Renovetec, 2013).

La auditoría de mantenimiento se basa en:

- Análisis de diversa documentación.
- Entrevistas con los responsables de planta y con determinados técnicos.
- Visita a las instalaciones.

2.4 Empresas y sectores interesados en la realización de auditorías de gestión

Las empresas que tienen externalizado el servicio de mantenimiento o tienen un servicio mixto con personal de mantención interno y externo, como es el caso de CAP Acero, y sobre todo, las empresas que tienen contratos de mantenimiento de gran alcance están interesadas en saber si la gestión que se realiza es la adecuada.

Al igual que las plantas industriales degradadas también están interesadas en conocer si los problemas que tienen se deben a deficiencias en el diseño o a una gestión inadecuada de la producción o del mantenimiento. Hay que tener muy en cuenta que aunque se cambien los equipos o se reparen todas las averías que existan en una planta en un determinado momento (parada, puesta a punto, etc.) si la gestión que se hace del mantenimiento es inadecuada la planta volverá a estar degradada en un corto espacio de tiempo.

Por último, las empresas en las que la seguridad es importante por la peligrosidad potencial de las instalaciones (refinerías, industria química y petroquímica, centrales nucleares, etc.) también necesitan saber que el mantenimiento y las prácticas que se siguen en ese departamento son las correctas.

2.5 Problemas habituales que suelen detectarse en una auditoría de gestión

García indica que entre los problemas que más se repiten al realizar auditorías de gestión en diferentes empresas están los siguientes: (García - Muñoz, 2003)

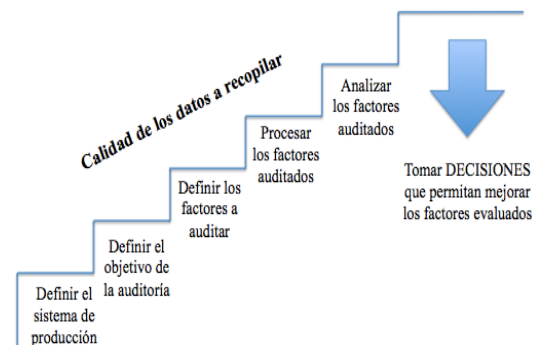
- Estructura de personal poco adecuada
- Fallos en el almacén de repuesto
- Fallos en el plan de mantenimiento
- Problemas diversos de seguridad

3 PROPUESTA METODOLÓGICA

El proceso de implantación de una auditoría debe pasar por un conjunto de etapas siguiendo un

orden lógico específico, en la figura N° 2 se presenta un procedimiento básico de implantación de una auditoría (Parra, 2008). Es importante señalar que no hay fórmulas simples para medir el mantenimiento, tampoco hay reglas fijas o inmutables con validez para siempre y para todos los casos. Los resultados de las técnicas de auditoría aplicadas al diagnóstico de la efectividad del mantenimiento, deben ayudar a mejorar la rentabilidad del sistema de producción y a disminuir la incertidumbre en la toma de decisiones del proceso de gestión del mantenimiento (Parra, 2008 y González, 2004).

Figura N° 34 Procedimiento general de implantación de una auditoría. Fuente: Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad en la gestión de activos, 2012.



Las auditorías de mantenimiento evalúan los procesos más importantes de la gestión del mantenimiento para enfocarse en los procesos claves y determinados por los factores más relevantes dentro de la organización, la Auditoría de Mantenimiento se basa en:

- Análisis de diversa documentación
- Entrevistas con los responsables de planta
- Visita a las instalaciones.
- Tabla resumen con el estado actual

4 DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN

4.1 CAP Acero.

Desde el año 1950 el acero en Chile se asocia a una marca: Productos CAP, desarrollados por

CAP Acero, una empresa líder en calidad e innovación que cuenta con la más avanzada tecnología para proveer las soluciones en acero que apoyan el crecimiento del país.

CAP Acero es una industria siderúrgica integrada única en su tipo en Chile. Esto quiere decir que elabora sus productos a partir de materias primas básicas presentes en la naturaleza tales como material de hierro, carbón y caliza, lo que garantiza acero de alta pureza y calidad.

Desde su fundación en 1950, la capacidad de producción de la Compañía ha aumentado en más de ocho veces, llegando hoy a 1.000.000 toneladas de acero líquido, con lo cual consolida su liderazgo en el mercado nacional. Actualmente CAP Acero, cuya razón social es Compañía Siderúrgica Huachipato S.A. cubre las necesidades de importantes sectores de la economía del país: minería, industria metalmecánica, construcción y elaboración de envases de hojalata. Además los productos CAP están presentes en exigentes mercados internacionales.

Operacionalmente CAP Acero se divide en 3 secciones productivas, las cuales a su vez se subdividen en las distintas áreas que finalmente convergen en obtener un producto terminado de excelente calidad. Estas son:

1. Unidad de Producción Primaria
 - Materias Primas
 - Planta de Coque y Subproductos
 - Altos Hornos
2. Unidad de Acería y Colada Continua
 - Convertidores
 - Estación de Ajuste Metalúrgico
 - Máquina de Colada Continua
3. Unidad de Productos Largos
 - Laminador de Barras en Rollos
 - **Laminador de Barras Rectas**

4.2 Descripción de la unidad bajo estudio

Con la finalidad de abastecer las crecientes demandas de la industria de la construcción y la minería, es que durante el año 2008 CAP Acero toma la importante decisión estratégica de

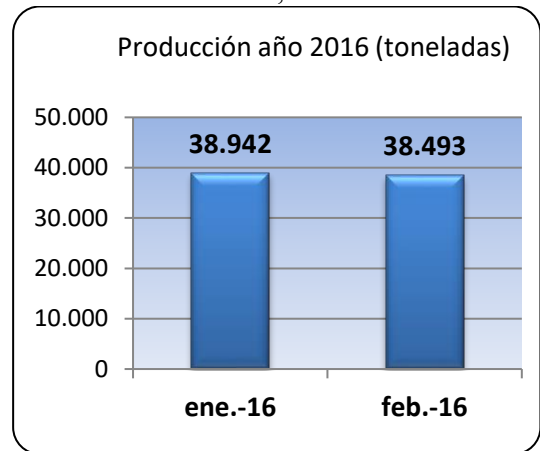
adquisición y posterior puesta en marcha de un nuevo y moderno Laminador de Barras Rectas, el cual actualmente posee el mayor porcentaje de la producción de planta y que bordea el 60%.

Dentro de los procesos que ocurren en CAP Acero se desarrollará la siguiente tesis específicamente en el Laminador de Barras Rectas LBR.

El Laminador de Barras Rectas fue concebido en un plan de expansión de la Compañía Siderúrgica Huachipato, con el objeto de aumentar la producción hasta 1.450.000 toneladas de acero, con diseño productivo de 550.000 ton/año en barras para molienda, barras de hormigón entre otros, las que cumplen con los estándares requeridos, por ejemplo de las normas antisísmicas en la construcción cumplen con la calidad exigida a nivel nacional e internacional.

El laminador tiene una producción esperada para el año 2016 de 500.000 mil toneladas de barras, como se aprecia en el siguiente gráfico

Gráfico N° 10 Producción barras Fuente: CAP Acero, 2016.



La principal ventaja que tiene el laminador es que opera con un sistema de laminación dividida, lo cual permite aumentar la producción de barras en diámetros pequeños; además permite ofrecer al mercado barras estructurales soldables las que se obtienen mediante un tratamiento térmico de temple y autorevenido.

4.3 Productos

En el laminador de barras rectas de CAP Acero se elaboran dos productos principalmente:

- **Barras para minería:** CAP-SOL® ha sido diseñada para fortificación minera.
- **Barras para construcción:** Para uso en refuerzo de hormigón.

5 NORMAS DE AUDITORÍAS DE MANTENIMIENTO

5.1 Normativas actualmente existentes en el mundo

La efectividad de la gestión del mantenimiento solo puede ser evaluada y medida por el análisis exhaustivo de una amplia variedad de factores que, en su conjunto, constituyen la aportación del mantenimiento al sistema de producción. Este procedimiento de evaluación se denomina con el término Auditoría, que puede definirse como “revisión sistemática de una actividad o de una situación para evaluar el cumplimiento de las reglas o criterios objetivos a que aquellas deben someterse” (Sandoval, 2012).

Para este proceso de auditoría se han establecido normativas internacionales las cuales dan las directrices de cómo llevar a cabo el proceso y son una guía para establecer estándares mundialmente reconocidos.

La serie de normas internacionales ISO 19011, PAS 55 e ISO 55000 enfatizan en la importancia de las auditorías como una herramienta de la dirección para hacer el seguimiento y verificar la implementación efectiva de la política de una organización.

5.2 ISO 19011

ISO 19011 proporciona una guía para que las organizaciones y los auditores entiendan el enfoque de las auditorías de sistemas de gestión, elaboren y gestionen el programa de auditorías y busquen la mejora en el desempeño de los auditores a través del desarrollo de su competencia.

Como apreciamos a continuación, el diagrama de flujo nos muestra el proceso para la gestión de un programa de auditoría establecido en la norma ISO 19011:2002

Figura N° 35 Programa auditoría según norma ISO 19011:2002 Fuente: ISO 19011, 2002

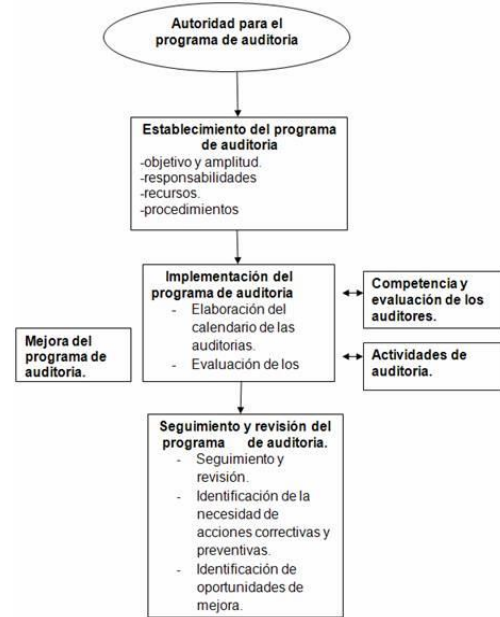
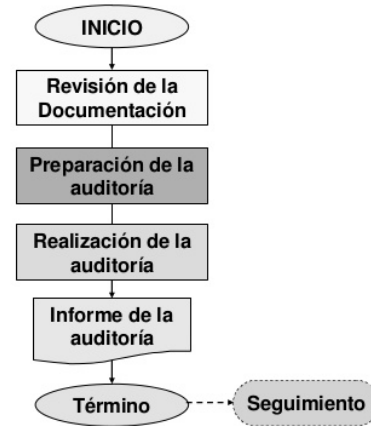


Figura N° 36 Actividades típicas de auditoría Fuente: ISO 19011, 2011



La norma ISO 19011:2011 nos entrega una visión global de las actividades típicas de auditoría que se pueden aplicar en el área de mantenimiento industrial. En el esquema anterior se muestra como se organizan estas actividades. ISO, (2011)

5.3 PAS 55

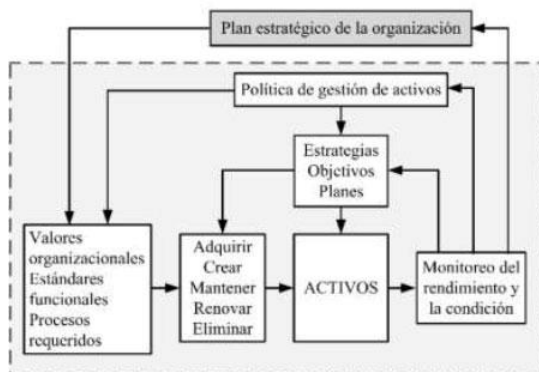
PAS 55 es la Publicly Available Specification disponible al público para la gestión optimizada de activos físicos. Esta provee las definiciones claras y la especificación de requerimientos para establecer y auditar un sistema de gestión

integrado y optimizado a lo largo del ciclo de vida para todo tipo de activo físico.

Esta norma aplica a cualquier organización bien sea pública o privada, regulada o no regulada, que tenga una alta dependencia en infraestructura o equipos físicos. Esta describe qué debe ser hecho en una planificación e implementación sincronizadas, en la gestión integrada de la adquisición/creación, operación, mantenimiento y renovación/desincorporación y en los muchos "habilitadores" que impulsan un desempeño optimizado y sustentable.

Basándose en el plan estratégico de la organización bajo la mirada de la gestión de activos, la norma PAS 55 indica el siguiente esquema para interconectar toda la gestión del mantenimiento.

Figura N° 37 Esquema de interconexión del mantenimiento. Fuente: PAS 55, 2016



Además la norma PAS 55 en su capítulo cuatro nos muestra cómo debe estar estructurado el sistema de gestión de la organización donde vamos a implementar la auditoría o de lo contrario poder reunir esfuerzos para lograr establecer este modelo. ISO, (2016).

5.4 ISO 55000

Las Normas internacionales ISO 55000, ISO 55001 e ISO 55002 pueden utilizarse combinadas con cualquier especificación técnica o norma de gestión de activos de un sector pertinente o de un tipo de activo específico. La ISO 55001 especifica los requisitos para un sistema de gestión de activos, mientras que la ISO 55002 detalla requisitos técnicos específicos de un sector de activos o actividad técnica

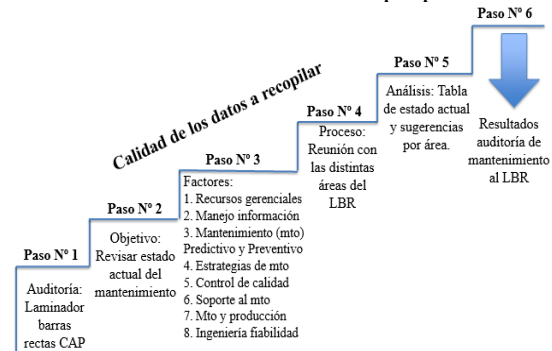
específica y orientaciones sobre cómo se debería interpretar y aplicar la Norma ISO 55001 dentro de un sector industrial o comercial. ISO, (2016).

6 REALIDAD ACTUAL DEL MANTENIMIENTO Y PROCESO DE AUDITORÍA

La auditoría al LBR se lleva a cabo según el esquema explicado en el capítulo N° 6 figura N° 2 siguiendo un paso a paso metódico y organizado bajo el cual se revisará la información existente, protocolos de trabajo y principalmente conversación con los distintos equipos de mantenedores, operadores y colaboradores que se encargan del mantenimiento del laminador.

Esta metodología organiza la información de una auditoría de forma sistemática y la lleva a un informe que es fácil de comprender. Para esto se apoyara de una tabla resumen que alcanza el estado actual del área analizada y sugerencias que fueron conversadas y analizadas por cada departamento.

Figura N° 38 Procedimiento general de implantación de una auditoría aplicado al LBR, Fuente: Elaboración propia.



7 DESARROLLO DEL MODELO DE AUDITORÍA DE MANTENIMIENTO APLICADO AL LBR.

Paso N° 1 Auditoría de mantenimiento Laminador Barras Rectas CAP Acero.

Auditoría en la gestión de activos y la importancia del mantenimiento del LBR como una actividad primordial para el eficiente proceso de control de protocolos y tareas de mantención preventiva, correctiva y predictiva

de los equipos para una operación y producción de alto nivel.

Paso N° 2 Objetivo: Revisar el estado actual del mantenimiento.

Para evaluar la gestión del mantenimiento, se han de definir claramente los objetivos que el mantenimiento pretende conseguir. Estos objetivos se fijarán en función de los objetivos de la empresa (rentabilidad, en mercados competitivos). La mejor manera de saber si dichos objetivos se consiguen o no y cómo contribuyen a mejorar la competitividad de la empresa es realizando una auditoría.

Paso N° 3 Definir los factores a auditar

El presente proyecto incluye el análisis de los procedimientos de trabajo y metodologías de comunicación de las distintas áreas del LBR. A continuación se indican ocho factores:

9. Recursos gerenciales, aspectos de motivación y comunicación.
10. Sistemas de manejo de la información de LBR
11. Tecnologías aplicadas al mantenimiento preventivo y predictivo
12. Estrategias de mantenimiento
13. Control de calidad en mantenimiento
14. Procesos de soporte (repuestos)
15. Integración entre mantenimiento y producción
16. Metodología de ingeniería y fiabilidad

Paso N° 4 Procesar los factores auditados

En esta etapa se llevan a cabo reuniones con las distintas áreas involucradas en el mantenimiento del LBR y su personal a cargo describiendo las funciones, tareas y actividades realizadas y posteriormente se concluye con una tabla que contrasta la realidad actual y sugerencias de mejora.

Tabla N° 23 Recursos gerenciales, aspectos de motivación y comunicación. Fuente: Elaboración propia, 2016.

| |
|--|
| Área: 1.- Recursos gerenciales, aspectos de motivación y comunicación. |
| Estado actual |
| 1.6 Se destaca la cercanía de gerencia con el personal interno y externo. |
| 1.7 Gerencia establece las bases y lineamientos corporativos para el desarrollo de las |

| |
|--|
| actividades. |
| 1.8 La comunicación en las reuniones diarias de coordinación con el personal interno y externo o los comunicados oficiales, en algunas oportunidades no son recordado. |
| 1.9 Los descriptores de cargo del personal interno no están actualizados. |
| 1.10 Actualmente no se lleva a cabo una evaluación de desempeño del personal |
| Sugerencias: |
| 1.1 Afianzar esta cercanía con el desarrollo de un programa de motivación del personal. |
| 1.2 Internalizar en el personal las políticas de desarrollo de los lineamientos corporativos. |
| 1.3 Establecer medidas para que todo el personal, lea y recuerde la información de los comunicados oficiales. Tales como diarios murales activos o una aplicación móvil. |
| 1.4 Crear descriptores de cargo generales para el personal interno. |
| 1.5 Ejecutar un plan de evaluación de desempeño para todas las áreas del LBR. |

Tabla N° 24 Sistemas de información. Fuente: Elaboración propia, 2016.

| |
|--|
| Área: 2.- Sistemas de información |
| Estado actual : |
| 2.1 MES mejorar el registro de fallas. |
| 2.2 SAP y PI System se encuentra ausente la figura de un usuario clave |
| 2.3 SAP mayor integración en planificación del mantenimiento. |
| 2.4 PI System no todos los usuarios tienen acceso y saben usarlo |
| Sugerencias: |
| 2.8 Capacitar a los operarios en las especificaciones de las fallas, realizar árbol de equipos y componentes según descripción dada en SAP. |
| 2.9 Incorporar un usuario clave para SAP y PI System que se encargue de las capacitaciones, de soporte técnico y esté atento a los requerimientos. |
| 2.10 Mejorar el uso de SAP en la planificación y asignación de recursos para las reparaciones y mantenciones. |
| 2.11 PI System ampliar la cobertura de uso en el personal y capacitarlos. |

Tabla N° 25 Tecnología aplicada al mantenimiento predictivo Fuente: Elaboración propia, 2016.

| |
|---|
| <p>Área: 3.-Tecnología aplicada al mantenimiento predictivo, análisis de vibraciones y lubricantes.</p> |
| <p>Estado actual</p> <p>3.1 Análisis de vibraciones es difícil implementarlo por su alto costo en tecnología y equipamiento.</p> <p>3.2 Los dispositivos de medición (sensores) están ubicados en zonas de alto movimiento y ha ocurrido el caso que se han desprendido del equipo no logrando tomar la medición correctamente.</p> <p>3.3 La plataforma STARLIMS no entrega reporte de gestión en base a metodología de confiabilidad para el registro de los equipos.</p> |
| <p>Sugerencias</p> <p>3.1 Ampliar la cobertura de equipos analizados con software Aptitudes y realizar gestión bajo la metodología de confiabilidad.</p> <p>3.2 Mejorar la instalación de sensores e instruir al personal para protegerlos teniendo el cuidado respectivo a la hora de intervenir los equipos.</p> <p>3.3 Incorporar una herramienta tecnológica de control y gestión del proceso de lubricación y muestras de aceite, tal como SIGMO de Copec.</p> |

Tabla N° 26 Estrategias de mantenimiento Fuente: Elaboración propia, 2016.

| |
|--|
| <p>Área:4.- Estrategias de mantenimiento</p> |
| <p>Estado actual:</p> <p>4.11 Existe cierta confusión en la atención de los trabajos mecánicos dada la dualidad de responsabilidades por parte de operación y de mantenimiento mecánico, especialmente en temas de tiempos asociados a alguna detención</p> <p>4.12 Falta desarrollo de estrategias de mantenimiento para equipos críticos.</p> <p>4.13 No existe documentación o practica que identifique claramente objetivos, responsabilidades y funciones de cada uno de los integrantes del mantenimiento mecánico en la unidad.</p> <p>4.14 Baja comunicación del área predictiva y el área de programación – ejecución de mantención.</p> <p>4.15 Baja implementación de monitoreo continuo de vibraciones a equipos críticos.</p> |

| |
|---|
| <p>4.16 Bajo número de muestras de aceite (una por equipo) y bajo número de equipos, no son suficiente para realizar un completo análisis.</p> <p>4.17 Baja comunicación entre vibraciones y lubricación para realizar un correcto mantenimiento predictivo.</p> <p>4.18 El programa MES usado por el área de operaciones no especifica correctamente las fallas eléctricas y los operadores no cuentan con la capacitación adecuada para determinar el motivo de la falla.</p> <p>4.19 No existe una persona encargada exclusivamente del control, planificación, abastecimiento y revisión de los repuestos eléctricos.</p> <p>4.20 Diferente estructura de trabajo en SAP entre área eléctrica y mecánica</p> |
| <p>Sugerencias:</p> <p>4.11 Delegar el mantenimiento completamente a un ente, es decir, mantenimiento mecánico</p> <p>4.12 Desarrollo de la estrategia de mantenimiento para equipos críticos del LBR implementado en SAP</p> <p>4.13 Crear una normativa que señale funciones, lineamientos y objetivos.</p> <p>4.14 Mejorar el feedback con el área mecánica, para tomar las acciones correctivas correspondientes y realizar análisis de fallas.</p> <p>4.15 Implementar sistema de monitoreo de vibraciones principalmente en los equipos críticos.</p> <p>4.16 Aumentar el número de muestras y equipos a los cuales se les realiza análisis de lubricantes.</p> <p>4.17 Aumentar la comunicación entre análisis de vibraciones y lubricantes, e incorporar metodología de análisis de confiabilidad.</p> <p>4.18 Complementar el programa MES con una base de datos mejorada para incorporar más fallas eléctricas y capacitar a los operadores para identificar las fallas.</p> <p>4.19 Implementar un analista de repuestos, de igual forma que en el área mecánica.</p> <p>4.20 Estandarizar ambas áreas eléctrica y mecánica para el desarrollo de su trabajo en el LBR</p> |

Tabla N° 27 Control de calidad Fuente: Elaboración propia, 2016.

| |
|---|
| <p>Área: 5.- Control de calidad en mantenimiento.</p> |
|---|

| |
|--|
| Estado actual: |
| 5.1 No existen procedimientos por escrito de control de calidad del mantenimiento. |
| 5.2 La inspección de las actividades de mantenimiento es realizada por los supervisores de operación y planificación. |
| 5.3 No existe control de calidad con los repuestos, no son revisados. |
| 5.4 No existen indicadores de retraso s. |
| Sugerencias: |
| 5.1 Realizar y estandarizar procedimientos de control de calidad. |
| 5.2 Crear un encargado de control de calidad del mantenimiento, que se responsabilice de los estándares de calidad de los trabajos realizados. |
| 5.3 Los repuestos deben ser revisados y categorizados según nivel de calidad. |
| 5.4 Crear indicadores de calidad repuestos. |

Tabla N° 28 Repuestos Fuente: Elaboración propia, 2016.

| |
|--|
| Área: 6.- Repuestos |
| Estado actual: |
| 6.3 Existen equipos que no están categorizados en SAP por su nivel de criticidad. |
| 6.4 Al ser un sistema de producción en línea continua afecta de gran forma que la operación contemple equipos críticos durante toda el proceso de laminación. |
| Sugerencias: |
| 6.4 Regularizar en SAP el nivel de criticidad para todos los repuestos. Asignar tipo de reposición para todos los equipos del LBR tiempo estimados 8 meses y 2 personas. |
| 6.5 Contemplar un plan de resguardo para el stock de repuesto críticos. |
| 6.6 Coordinar con el área de mantenimiento las actividades correctivas y preventivas. |

Tabla N° 29 Mantenimiento y producción Fuente: Elaboración propia, 2016.

| |
|---|
| Área: 7.- Mantenimiento y producción |
| Estado actual: |
| 7.1 La operación y el mantenimiento mecánico no se encuentran integrados de forma óptima. |
| 7.2 No existen procedimientos de atención a las fallas y algunas fallas de turno no quedan registradas. |
| 7.3 No se encuentran documentadas las actividades por cargo. |

| |
|--|
| 7.4 El personal sabe por uso y costumbre las actividades que debe realizar. |
| 7.5 No existen indicadores de tiempo de falla y no se lleva un registro histórico de las fallas a los equipos |
| 7.6 Los operadores – mantenedores no están certificados. |
| Sugerencias: |
| 7.1 Buscar una estrategia que ayude a unir las tareas de mantenimiento y operación, haciendo más eficiente las actividades del área de producción. |
| 7.2 Documentar todos los procedimientos de falla generadas en los turnos. |
| 7.3 Crear descriptores de cargos, que sean actualizados periódicamente. |
| 7.4 Capacitar a los operadores y mantenedores para llevar un registro efectivo de las fallas y creación de un histórico de fallas en SAP |
| 7.5 Crear indicadores de eficiencia del mantenimiento e históricos de fallas en SAP. |
| 7.6 Capacitar a operadores para que se certifiquen. |

Tabla N° 30 Confiabilidad Fuente: Elaboración propia, 2016.

| |
|---|
| Área: 8.- Confiabilidad |
| Estado actual: |
| 8.1 CAP no cuenta con un ingeniero de confiabilidad en planta. |
| 8.2 Replicar el modelo de monitoreo continuo de la condición de operación y falla aplicado a la guillotina de corte comercial a los equipos más críticos del laminador. |
| 8.3 No existen procedimientos o protocolos de trabajo bajo el modelo de confiabilidad. |
| 8.4 En este momento no está automatizada la información de signos vitales y análisis de datos de los equipos del LBR. |
| 8.5 No existe historial de falla que comprenda información global y causas de la falla para un correcto análisis y posterior revisión de indicadores de falla u operatividad. |
| Sugerencias: |
| 8.1 Incorporar tres Ingenieros de confiabilidad que se encarguen del análisis de los equipos. |
| 8.2 Con la aplicación del monitoreo se podrá analizar los datos de falla y aplicar un mantenimiento centrado en la confiabilidad. |
| 8.3 Establecer documentación de trabajo basado en la metodología de confiabilidad. |
| 8.4 Incorporar un software de confiabilidad que |

ayude en el procesamiento de la información.
8.5 Mejorar la recolección e incorporación de datos en SAP.

Paso N° 5 Analizar los factores auditados.

Para analizar los factores auditados se utilizará el método de análisis por criticidad dando un rango de importancia según la categorización establecida por CAP Acero en costo y tiempo de implementación de la medida correctiva

Tabla N° 31 Costo de implementación
Elaboración propia, 2016.

| Puntaje | Descripción |
|---------|----------------------------|
| 1 | Bajo: implica solo gestión |
| 2 | Medio: Costo < 30.000 USD |
| 3 | Alto: Costo > 30.000 USD |

Tabla N° 32 Tiempo de implementación
Elaboración propia, 2016.

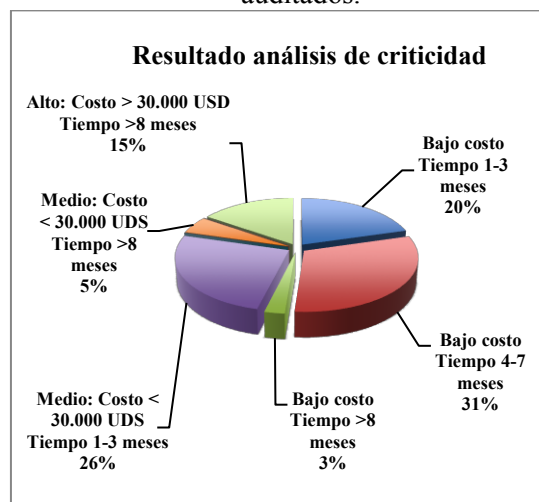
| Puntaje | Descripción |
|---------|-------------------|
| 1 | Rápido: 1-3 meses |
| 2 | Medio: 4-7 meses |
| 3 | Lento: > 8 meses |

Tabla N° 33 Categorización factores auditados
Elaboración propia, 2016.

| |
|--|
| Bajo: costo Tiempo 1-3 meses |
| Bajo: costo Tiempo 4-7 meses |
| Bajo: costo Tiempo >8 meses |
| Medio: Costo < 30.000 USD Tiempo 1-3 meses |
| Medio: Costo < 30.000 USD Tiempo 4-7 meses |
| Medio: Costo < 30.000 USD Tiempo >8 meses |
| Alto: Costo > 30.000 USD Tiempo 1-3 meses |
| Alto: Costo > 30.000 USD Tiempo 4-7 meses |
| Alto: Costo > 30.000 USD Tiempo >8 meses |

Según lo mostrado en el anterior análisis de criticidad se puede obtener resultado de la tendencia que tienen los factores auditados en cuanto al alto, medio o bajo costo de implementar medidas correctivas y en cuanto al tiempo de acción al implementarlas, en rápido, medio o lento plazo de ejecución de estas medidas correctivas.

Gráfico N° 11 Análisis de criticidad de factores auditados.



Como observaciones del gráfico anterior se puede mencionar:

- El mayor porcentaje que corresponde el 31 % atañe a no conformidades y observaciones que tienen un bajo costo y medio tiempo entre 4 a 7 meses de implementación de medidas correctivas o acciones que se pueden tomar para mejorarlas.

Paso N° 6 Resultados de la auditoría de mantenimiento al LBR

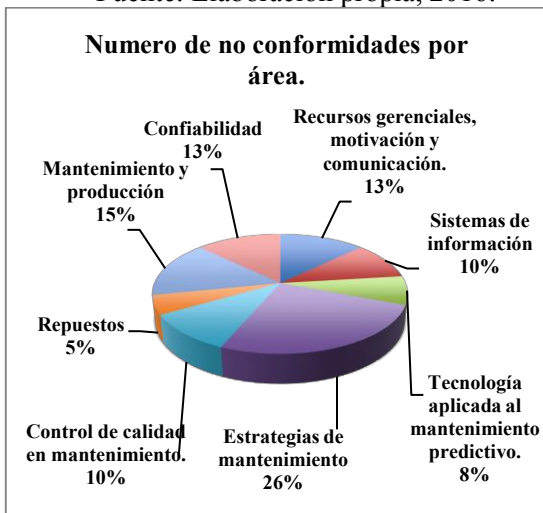
Las observaciones encontradas en el LBR hacen mención a la forma de trabajo y cumplimiento de protocolos internos que se llevan a cabo en las distintas áreas. En la siguiente tabla se aprecia el número de no conformidades encontradas en cada factor auditado.

Tabla N° 34 No Conformidades por área
Fuente: Elaboración propia, 2016.

| Ítem | Factor auditado | N° de no conformidades |
|------|--|------------------------|
| 1 | Recursos gerenciales, aspectos de motivación y comunicación. | 5 |
| 2 | Sistemas de información. | 4 |
| 3 | Tecnología aplicada al mantenimiento | 3 |

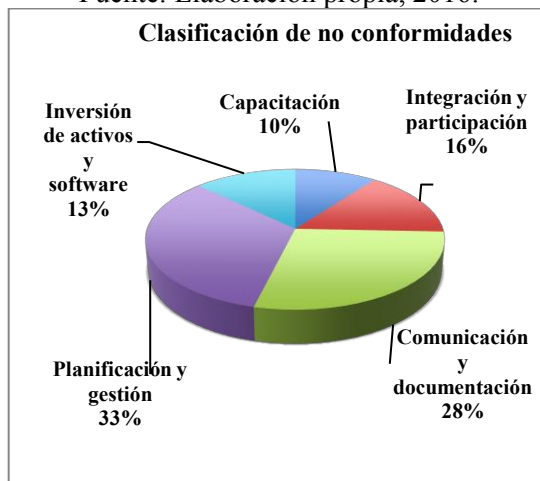
| | | |
|-------|--------------------------------------|----|
| | predictivo. | |
| 4 | Estrategias de mantenimiento. | 10 |
| 5 | Control de calidad en mantenimiento. | 4 |
| 6 | Repuestos. | 2 |
| 7 | Mantenimiento y producción. | 6 |
| 8 | Confiabilidad. | 5 |
| Total | | 39 |

Gráfico N° 12 No Conformidades por área
Fuente: Elaboración propia, 2016.



Las no conformidades encontradas son agrupadas según reiteración y esto nos da una mejor visión de los puntos que se pueden mejorar, se presenta en el siguiente gráfico un resumen de la información:

Gráfico N° 13 Clasificación no conformidades
Fuente: Elaboración propia, 2016.



Se aprecia del gráfico N° 8 que el mayor porcentaje de no conformidades se agrupan en planificación y gestión, es por esto que es fundamental revisar la información del área de mantenimiento y sus protocolos de tareas que van enfocados a mejorar el trabajo del área y optimizar los recursos.

8 DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES GENERALES

El modelo de auditoría desarrollado en este proyecto reunió información aplicada a la gestión de activos industriales velando por su óptimo funcionamiento y correcta mantención, es por esto que es un modelo factible de aplicar en cualquier proceso productivo.

La auditoría aplicada al Laminador de barras rectas LBR de CAP Acero, ayudó a esta empresa a precisar su nivel de desempeño y presentarles oportunidades de mejoras. Se pudo definir las acciones pertinentes a llevar a cabo para perfeccionar el mantenimiento de sus equipos y determinar las causas que no hacen exitoso este proceso, sino más aun enlentecen las tareas de mantención.

Para llevar a cabo la auditoría de mantenimiento se debió realizar variadas reuniones con colaboradores de las distintas áreas que participan en el LBR para así presentar la información cualitativa e interpretar los resultados cuantitativos de forma eficiente, como se aprecia en el análisis de criticidad de los factores auditados donde se puede estimar que las acciones correctivas o preventivas para mejorarlos se pueden ejecutar a corto plazo sin una gran inversión y es posible integrarlas al plan estratégico del año siguiente.

En el proceso de recabar información pertinente al mantenimiento del LBR se encontraron 39 no conformidades u observaciones, de las cuales la mayor parte correspondiente al 26 % pertenecen a la estrategias del mantenimiento que reúne área mecánica y eléctrica donde muchas de las actividades son preventivas y correctivas, seguido por el área de mantenimiento y producción ya que el laminador cuenta con la figura de operador-mantenedor, por otra parte se observa que estas no conformidades tienen bases

comunes que se clasifican según su frecuencia, principalmente con falencias en planificación, gestión, comunicación y documentación. Estos ítems presentan características en común que pueden ser mejoradas, siendo esta la idea de la auditoría, presentar resultados aterrizados y factibles de ser solucionados.

Con el trabajo realizado en el LBR se pudo determinar que esta metodología de auditoría es factible de ser llevada a cabo en conjunto con los colaboradores y optimizar los recursos y velar por un eficiente mantenimiento, que va en paralelo con las actividades de mantenimiento que la gerencia de CAP Acero propone como parte de su estrategia corporativa, y se sugiere realizar esta auditoría periódicamente o por lo menos una vez al año para así comparar y revisar la información de forma actualizada.

9 BIBLIOGRAFÍA

- **Pascual, (2005).** Auditoría de gestión de mantenimiento y jerarquía de activos.
- **Mora, (1999).** Recuperado <https://sites.google.com/site/utcvgestiondelmantenimiento/home/unidad-1/1-1-elaborar-el-plan-maestro-de-mantenimiento/1-1-elaborar-el-plan-maestro-de-mantenimiento> Fecha consulta 08/07/2016
- **Parra, (2012).** Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestión de activos.
- **Sinai, (2008).** Tendencias actuales del Mantenimiento Industrial Recuperado: <http://www.sinai.es/Mantenimiento> Fecha consulta 09/07/2016
- **Pascual, (2005)** El arte de mantener. Departamento Ingeniería Mecánica Universidad de Chile.
- **Renovetec, (2013).** Recuperado <http://www.elplandemantenimiento.com/index.php/10-renovetec-editorial> Fecha consulta 21/07/2016
- **Suarez, (1991).** La moderna auditoría: un análisis conceptual y metodológico, Editorial McGraw-Hill
- **Tavarez, (2013).** Auditorias de mantenimiento Recuperado <https://es.scribd.com/doc/301439162/Auditoria-de-Mantenimiento> Fecha consulta 23/07/2016
- **García-Muñoz, (2003)** recuperado <http://www.gestiopolis.com/gestion-procesos-para-la-satisfaccion-de-los-consumidores-de-servicios/> Fecha consulta 25/07/2016
- **Sandoval, (2012)** Introducción a la auditoria Editorial Red Tercer Milenio
- **ISO 19011** Directrices para la auditoría de Sistemas de Gestión, Recuperado: http://www.umc.edu.ve/pdf/calidad/normasISO/Norma_ISO_19011-2011_Espanol.pdf Fecha consulta 26/04/2016
- **PAS 55** Gestión de Mantenimiento bajo estándares Internacionales como PAS 55 Asset Management. Recuperado <http://www.mantenimientomundial.com/site/mm/notas/PAS55.pdf> Fecha consulta 26/04/2016
- **ISO 55000** Gestión de activos — Aspectos generales, principios y terminología Recuperado: <https://www.iso.org/obp/ui#!iso:std:iso:55000:ed-1:v2:es> Fecha consulta 15/05/2016