UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN – REY BALDUINO DE BÉLGICA

PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A CARROS DE TRASPASO DE ARRABIO, ACERO Y ESCORIA EN ACERÍA CONOX PARA LA C.S.H. S.A.

Proyecto de Titulación para optar al Título de Ingeniero de Ejecución en mecánica de procesos y mantenimiento industrial.

Alumno:
Javier Antonio Ibañez Bastias

Profesor Guía:
Ing. Sr. Mario Fernando Castro Reyes

2018

DEDICATORIA

Agradecimientos:

A mis amados padres por estar en todo momento a mi lado y brindarme todo el apoyo necesario, porque han sido el pilar para nunca rendirme y conseguir mis objetivos.

A mis querido amigos conocidos en la universidad con quienes pase muchos momentos agradables y únicos, los cuales recordare por siempre.

A mi hermano Juan, mis amigos Jorge, Romina, Bernardo y Aaron, por que siempre me han acompañado en cada etapa vivida y me han brindando una amistad única.

A mi abuela querida que en sus cien años de vida siempre ha estado preocupada de mi desarrollo personal y profesional.

A mi pareja Fabiola quien ha sido un apoyo incondicional en los bueno y malos momentos en el desarrollo de mi carrera universitaria.

RESUMEN

La propuesta de plan de mantenimiento preventivo a carros de traspaso de arrabio, acero y escoria en acería conox realizada en este proyecto surge a raíz de la experiencia obtenida de la práctica profesional realizada en empresa aceros CAP. En primera instancia se realiza un levantamiento descriptivo de información que trae como resultado deficiencias en el área de mantención de dichos carros de traspaso surgiendo una cadena de eventos que dificultan este proceso, desde lo más básico como lo es el llenado de bitácora de mantención hasta problemas técnicos de materiales que son utilizados de forma errónea o nula.

Se reconoce, además, que estos equipos tienen una función primordial dentro del proceso de producción del acero, su falla parcial o total implica, no solo una detención de producción sino también perdidas económicas a gran escala; desde ahí surge la necesidad inmediata de elaborar un plan de mantenimiento preventivo, es decir, tomar acciones de manera anticipada para evitar que surjan problemáticas mayores en el proceso de funcionamiento de estos carros de traspaso, para ello se detallan las actividades asociadas a la misma, tales como inspección, lubricación, mantenciones periódicas, entre otras.

Además, se finaliza el proyecto realizando una evaluación técnica, presentando datos específicos de lo que actualmente está disponible en la empresa y con un análisis económico para su implementación, vale decir, costos asociados con la mejora de la propuesta que se presenta a disposición de esta empresa.

INDICE

INTRODUCCIÓN 1
OBJETIVO GENERAL 3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 3
CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 4
1.1. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE TÍTULO 5
1.2. REQUERIMIENTO DE LA EMPRESA 5
1.3. LA EMPRESA 6
1.4. ANTECEDENTES GENERALES 6
1.4.1. Proceso siderúrgico 7
1.4.2. Fabricación del acero 7
1.4.2.1. Planta de coque 8
1.4.2.2. Altos Hornos 8
1.4.2.3. Acería de convertidores al oxígeno 8
1.4.2.4. Estación de ajuste 8
1.4.2.5. Colada Continua 9
1.4.2.6. Laminación del acero 9
1.5. ACERÍA CONOX Y PROCESO 9
1.5.1. Proceso de convertidores al oxígeno 9
1.6. EQUIPOS DE TRASPASO 10
1.6.1. Carro traspaso de arrabio I 11
1.6.1.1. Descripción del carro de arrabio I 12
1.6.1.2. Datos técnicos del carro de arrabio I 12
1.6.2. Carro traspaso de arrabio II 12
1.6.2.1. Descripción del carro de arrabio II 13
1.6.2.2. Datos técnicos del carro de arrabio II 13
1.6.3. Carros traspaso de acero 14
1.6.3.1. Descripción del carro acero 15
1.6.3.2. Datos técnicos del carro de traspaso acero 15
1.6.4. Carro traspaso de escoria 16

1.6.4.1. Descripción del carro escoria 16
1.6.4.2. Datos técnicos del carro de traspaso escoria 17
1.6.5. Ubicación dentro de la Acería 17
1.6.6. Recopilación de datos.....18
1.6.6.1. Entrevista a personal 18
1.6.6.2. Observación.....19
1.6.6.3. Sistema de datos 19
1.6.7. Importancia de los carros dentro del proceso 20
1.6.7.1. Carros de arrabio 20
1.6.7.2. Carros de acero y escoria 21
1.7. PUNTOS CRÍTICOS 22
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO 24
2.1. MANTENIMIENTO 25
2.1.1. Objetivos del mantenimiento 25
2.1.2. Funciones del mantenimiento.....26
2.2. TIPOS DE MANTENIMIENTO 27
2.2.1. Clasificación.....27
2.2.1.1. Mantenimiento Correctivo 27
2.2.1.2. Mantenimiento Preventivo 28
2.2.1.3. Mantenimiento Predictivo 30
2.3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO 32
2.3.1. Alcance y definición.....32
2.3.2. Programación y planificación.....34
2.3.3. Rutinas de inspección.....34
2.3.3.1. Rutinas de inspección estáticas 35
2.3.3.2. Rutinas de inspección dinámicas.....35
2.3.4. Rutinas de lubricación 35
2.3.4.1. Frecuencias para rutinas de lubricación 36
2.4. FALLAS DE ELEMENTOS MECÁNICOS 37
2.5. TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO CONDICIONAL 37

2.5.1. Ondas de ultrasonido 38
2.5.1.1. Alcance y aplicaciones 39
2.5.1.2. Ventajas y desventajas 39
2.5.2. Partículas magnéticas 39
2.5.2.1. Ventajas y desventajas 40
2.6. ELEMENTOS ROTATIVOS DE DESGASTE 41
2.6.1. Rodamientos 41
2.6.1.1 Lubricación de rodamientos 42
2.6.1.2. Inspección y limpieza 43
2.6.2. Sistema de transmisión por cadena 44
2.6.2.1. Componentes involucrados 45
2.6.2.2. Características del conjunto motriz 46
2.6.2.3. Inspección y limpieza al sistema de traslación 47
2.7. MOTOREDUCTORES 47
2.7.1. Lubricación de motorreductor 48
CAPÍTULO 3: DISEÑO Y SOLUCIÓN 51
3.1. PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO 52
3.2. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN 52
3.3. SECUENCIA DEL PROCESO 52
3.4. LUBRICACIÓN DE EQUIPOS 53
3.4.1. Rodamientos 53
3.4.1.1. Cálculos de cantidad de grasa 54
3.4.2. Motorreductores 55
3.5. EQUIPOS Y ACCIONES A REALIZAR 57
3.5.1. Carro de arrabio N° 1 57
3.5.2. Carro de arrabio N° 2 58
3.5.3. Carros de acero 59
3.5.4. Carros de escoria 60
3.6. ÓRDENES DE TRABAJO 61
3.6.1. Codificación de órdenes 61

3.6.2. Formato de orden de trabajo 62
3.6.3. Orden de trabajo mantención periódica carro acero 64
3.7. FRECUENCIA DE ACTIVIDADES SEGÚN EQUIPO 66
3.7.1. Frecuencias del carro de arrabio N.º 1 67
3.7.2. Frecuencias del carro de arrabio N.º 2 67
3.7.3. Frecuencias de carros de acero 68
3.7.4. Frecuencias de carros de escoria 68
CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ANÁLISIS ECONÓMICO 69
4.1. EVALUACIÓN TÉCNICA 70
4.1.1. Capacidad de producción 70
4.1.2. Capacidad técnica 70
4.1.3. Gestión de herramientas 71
4.1.4. Bitácora de mantenimiento 71
4.1.5. Stock de repuestos 72
4.1.5.1. Solicitud de lubricantes en bodega 72
4.2. ANÁLISIS ECONÓMICO 73
4.2.1. Inversión total 83
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 84
5.1. CONCLUSIONES 85
5.2. RECOMENDACIONES 86
BIBLIOGRAFIA 88
LINKOGRAFIA 89
ANEXOS 90
Anexo 1: Diagrama del proceso de acería conox 90
Anexo 2: Cálculo de cantidad de grasa 91
Anexo 3: Plano del sistema de traslación por cadena 92
Anexo 4: Orden de trabajo carro de arrabio uno: Inspección 93
Anexo 5: Orden de trabajo carro de arrabio uno: Lubricación 95
Anexo 6: Orden de trabajo carro de arrabio uno: Ensayos END 97
Anexo 7: Orden de trabajo carro de arrabio uno: Cambio de sprocket 99

Anexo 8: Orden de trabajo carro de arrabio uno: Cambio de cadena 101

Anexo 9: Orden de trabajo carro de arrabio uno: Cambio de aceite 103

Anexo 10: Orden de trabajo carro de arrabio dos: Inspección 105

Anexo 11: Orden de trabajo carro de arrabio dos: Lubricación 107

Anexo 12: Orden de trabajo carro de arrabio dos: Ensayos END 109

Anexo 13: Orden de trabajo carro de arrabio dos: Cambio de aceite 111

Anexo 14: Orden de trabajo carro de acero: Lubricación 113

Anexo 15: Orden de trabajo carro de acero: Ensayos END 115

Anexo 16: Orden de trabajo carro de acero: Mtto mecánico T.Campaña 117

Anexo 17: Orden de trabajo carro de acero: Mtto estructural T.Campaña 119

Anexo 18: Orden de trabajo carro de acero: Cambio de aceite 121

Anexo 19: Orden de trabajo carro de escoria: Mantenimiento periódico 123

Anexo 20: Orden de trabajo carro de escoria: Lubricación 125

Anexo 21: Orden de trabajo carro de escoria: Ensayos END 127

Anexo 22: Orden de trabajo carro de escoria: Mtto mecánico T.Campaña 129

Anexo 23: Orden de trabajo carro de escoria: Mtto estructural T.Campaña 131

Anexo 24: Orden de trabajo carro de escoria: Cambio de aceite 133

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Vista satelital C.S.H S.A 7

Figura 1-2: Diagrama de flujo proceso convertidores.....10

Figura 1-3: Carro de arrabio foso 1.....11

Figura 1-4: Carro con la cuchara de acero. 14

Figura 1-5: Carro con olla escoriera.....16

Figura 1-6: Ubicación carros en Acería Conox.....18

Figura 2-1: Componentes rodamiento rígido de bolas.....41

Figura 2-2: Sistema de traslación por cadena de eslabón.....45

Figura 2-3: Estructura general de los reductores cilíndricos de ejes paralelos. 48

Figura 2-4: Posiciones motorreductores F. 49

Figura 2-5: Frecuencia recambio lubricantes para reductores SEW-EURODRIVE.....50

Figura 3-1: Secuencia del proceso. 53

Figura 3-2: Extracto cantidad de llenado en litros de reductores.....56

Figura 3-3: Extracto lubricantes permitidos SEW-EURODRIVE.....56

Figura 3-4: Nomenclatura de código.....61

Figura 3-5: Formato de llenado orden de trabajo.....62

Figura 3-6: Orden de trabajo carro acero, mantención periódica.....64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Especificaciones técnicas del carro arrabio I. 12

Tabla 1-2: Especificaciones técnicas del carro arrabio II. 13

Tabla 1-3: Especificaciones técnicas del carro de acero. 15

Tabla 1-4: Especificaciones técnicas del carro escoria. 17

Tabla 1-5: Extracto plan de mantenimiento carros. 19

Tabla 2-1: Porcentaje a llenar con grasa del volumen libre del rodamiento. 43

Tabla 3-1: Cantidad de grasa a utilizar. 55

Tabla 3-2: Cantidad de aceite para reductores SEW-EURODRIVE. 57

Tabla 3-3: Componentes principales del carro arrabio 1. 57

Tabla 3-4: Actividades preventivas, carro de arrabio 1. 58

Tabla 3-5: Componentes principales del carro arrabio 2. 58

Tabla 3-6: Actividades preventivas, carro de arrabio 2. 59

Tabla 3-7: Componentes principales del carro acero. 59

Tabla 3-8: Actividades preventivas, carro acero. 59

Tabla 3-9: Componentes principales del carro escoria. 60

Tabla 3-10: Actividades preventivas, carro escoria.. 60

Tabla 3-11: Anexos de órdenes de trabajo. 66

Tabla 3-12: Frecuencia de actividades carro de arrabio nº1. 67

Tabla 3-13: Frecuencia de actividades carro de arrabio nº2. 67

Tabla 3-14: Frecuencia de actividades carros de acero. 68

Tabla 3-15: Frecuencia de actividades carros de escoria. 68

Tabla 4-1: Listado de herramientas. 71

Tabla 4-2: Solicitud de lubricantes. 72

Tabla 4-3: Valor repuestos sistema traslación carro acero. 74

Tabla 4-4: Valores repuestos sistema de amortiguación carro acero. 74

Tabla 4-5: Valores repuestos unión carda nica carro acero. 74

Tabla 4-6: Valores repuestos acoplamiento seggor carro acero. 75

Tabla 4-7: Valores repuestos sistema transmisión de potencia carro acero. 75

Tabla 4-8: Valores repuestos parte estructural carro de acero. 76

Tabla 4-9: Inversión total para stock de repuesto carro acero.....76

Tabla 4-10: Valor repuestos sistema traslación carro escoria. 76

Tabla 4-11: Valores repuestos sistema de amortiguación carro escoria. 77

Tabla 4-12: Valores repuestos unión carda nica carro escoria.....77

Tabla 4-13: Valores repuesto acoplamiento seggor carro escoria.....78

Tabla 4-14: Valores repuestos sistema transmisión de potencia carro escoria. 78

Tabla 4-15: Valores repuestos parte estructural carro de escoria.....78

Tabla 4-16: Inversión total para stock de repuesto. 79

Tabla 4-17: Valor repuestos sistema traslación carro arrabio N° 1.....79

Tabla 4-18: Valores repuestos sistema de amortiguación carro arrabio N° 1.....80

Tabla 4-19: Valores repuestos sistema transmisión (Sprocket Conducido).....80

Tabla 4-20: Valores repuestos sistema transmisión (Sprocket Motriz). 81

Tabla 4-21: Inversión total para stock de repuesto. 81

Tabla 4-22: Valores repuestos sistema traslación carro de arrabio N° 2. 81

Tabla 4-23: Valores repuestos sistema de amortiguación carro arrabio N° 2.....82

Tabla 4-24: Valores repuestos sistema motriz carro arrabio N° 2. 82

Tabla 4-25: Inversión total para stock de repuesto. 83

Tabla 4-26: Inversión total de repuestos. 83

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 42

Ecuación 2 43

Ecuación 3 43

SIGLA Y SIMBOLOGIA

SIGLA

CO2	:	Dióxido de Carbono
CO	:	Monóxido de Carbono
Cr	:	Cromo
Mo	:	Molibdeno
BHN	:	Dureza Brinell
Ni	:	Níquel
KW	:	Kilo Watts
RPM	:	Revoluciones por minuto

SIMBOLOGIA

°C	:	Grados Celsius
%	:	Porcentaje
In	:	Pulgada
m	:	Metro
Ton	:	Tonelada
min	:	Minuto
mm	:	Milímetro
kg	:	Kilogramo
mm^2	:	Milímetro al cuadrado
mm^3	:	Milímetro cubico
MPa	:	Mega Pascal
N	:	Newton
V	:	Voltaje
Lb	:	Libra
US	:	Dólar

INTRODUCCIÓN

Dentro de la industria de la manufactura el control de los procesos requieren de procedimientos y nuevas tecnologías que se encuentren enfocadas en la mejora continua de los productos a elaborar, con el objetivo de reducir de manera considerable aquellos costos de producción, costos energéticos, tiempos de operación, y aquellos parámetros relacionados con el desarrollo de nuevas mejoras en la producción que adquieren las empresas.

A pesar de las nuevas tecnologías nos encontramos que existen grandes industrias que no trabajan de manera programada y controlada con ciertos parámetros, los cuales son fundamentales en el desarrollo y mejora continua de la empresa. La mantención es un parámetro que surge como una necesidad básica de toda organización la cual debe ser desarrollada como parte de los objetivos de la empresa, ya que la inadecuada gestión y organización del mantenimiento generan retrocesos en la implantación de las nuevas tecnologías para el normal desarrollo de la producción.

Un ejemplo de lo mencionado se encuentra en la industria del acero la cual se caracteriza por poseer altos índices de producción diaria, esto conlleva a que los equipos sean utilizados durante largos periodos de tiempo y en consecuencia se hace indispensable realizar distintas actividades de mantenimiento programadas para reducir así la probabilidad de que se produzca una falla imprevista que obligue a detener el proceso productivo.

En la octava región, la industria de producción de acero CAP, planta Siderúrgica de Huachipato, en su cadena de producción se encuentran los carros de traspaso tanto de arrabio, acero y escoria, estos equipos son esenciales ya que con ellos se realiza el traslado de elevadas cantidades de material fundido entre las áreas de la Acería Conox.

En el alero de estas consideraciones se vuelve indispensable el desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos que sustentan esta cadena de producción, es decir los carros de traspaso, debido a que cumplen una función de gran importancia dentro del proceso y poseer fallas puede provocar una detención parcial o total de la producción, situación que se traduce en pérdidas económicas significativas para la empresa, afectando, inclusive la producción de otros ligados a esta industria.

El mantenimiento preventivo a los carros de traspaso debe estar enfocado en prolongar la vida útil de los equipos y sus componentes a bajo costo del mantenimiento con el propósito de tener una programación de inspecciones, ajustes, análisis, limpieza, lubricación las cuales deban llevarse a cabo de forma periódica.

En la actualidad el departamento de mantención de la Acería Conox posee un plan de mantenimiento de los equipo el cual no satisface los requerimientos básicos de un plan preventivo, esto de acuerdo a lo que fue posible observar durante el desarrollo del trabajo, se aprecia la falta de información documentada, un incorrecto flujo de información entre los distintos departamentos del área y una acción correctiva de la falla.

Para ejecutar el plan de mantenimiento preventivo se analizará toda la información recabada de acuerdo a los carros de traspaso, ya sea de manera documentada, como también resultado de la experiencia recogida del personal especializado en el área, con la cual se podrá determinar cuáles con los componentes que requieren de actividades de mantención periódica para generar el plan de mantenimiento.

Una vez realizado lo expuesto anteriormente se lleva a cabo una evaluación técnica y análisis económico del equipo y sus componentes para cuantificar la importancia e incidencia dentro de la empresa. Este análisis será entregado a las entidades correspondientes de la empresa solicitante para su evaluación y ejecución de acuerdo a las necesidades de la planta.

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para los carros de traspaso de arrabio, acero y escoria en la acería conox para la Compañía Siderúrgica Huachipato S.A.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar levantamiento descriptivo del proceso e identificar cómo impactan los equipos dentro de la producción.
- Identificar actividades de mantenimiento para los carros de traspaso.
- Establecer propuesta de un plan de mantenimiento preventivo.
- Realizar evaluación técnica y análisis económico para la implementación del plan propuesto.

CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE TÍTULO

La justificación de este proyecto tiene como base la importancia que presenta el acero como metal para el desarrollo tanto nacional e internacional. Su uso se extiende a todos los sectores de la economía, centrándose en la construcción, la industria y la minería. El mercado del acero cada vez se ha vuelto más competitivo en distinto lugares del mundo, donde se aprecia el uso de nuevas tecnologías que traen consigo una mejora considerable en el producto final elaborado.

Es por esto que los equipos de producción del acero deben funcionar regularmente, evitando las fallas y que signifique una pérdida de producción; sin embargo, mantener la disponibilidad de estos equipos dentro de la producción del acero no es una tarea sencilla, teniendo en cuenta que se producen más de 2 000 toneladas diarias. Como ingeniero encargado de la mantención es un reto poder llevar a cabo una propuesta de plan de mantenimiento que cumpla con satisfacer las necesidades de la empresa, teniendo en consideración el entorno en que se está trabajando, el limitado tiempo de planificación que se tiene para la programación correcta de las tareas de mantención, esto, debido a los altos índices de producción que tiene el acero.

Se espera que este documento sea de gran utilidad, para las futuras generaciones de ingeniería mecánica y mantenimiento industrial en materia de desarrollo de programas de mantenimiento, ya que es un factor fundamental para las empresas de manufactura.

1.2. REQUERIMIENTO DE LA EMPRESA

El departamento de mantención de la Compañía Siderúrgica Huachipato S.A. ha solicitado el diseño de una propuesta de plan de mantenimiento preventivo de los carros de traspaso de arrabio, acero y escoria en base a los planes actuales de mantenimiento. Debido a que las instalaciones y equipos de la planta se encuentran operativos desde los inicios de esta, existe una alta probabilidad de que estos fallen, aumentado progresivamente a lo largo del tiempo. Por lo que se busca que los equipos efectúen su proceso de manera eficiente y controlada tanto mecánicamente como estructuralmente en base a un plan de mantenimiento preventivo.

Este proyecto se encuentra enfocado en una planificación preventiva del mantenimiento que se realiza a los componentes estructurales y mecánicos de los carros de transporte de la acería conox.

1.3. LA EMPRESA

La Compañía Siderúrgica Huachipato S.A.es una empresa del Grupo CAP y la principal industria productora de acero en Chile.

Se caracteriza por ser la única siderúrgica integrada del país, es decir, la única que elabora acero a partir de materias primas, como mineral de hierro, carbón y caliza, lo que garantiza productos de alta pureza y calidad controlada.

Su misión es producir y 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 sustentables.

1.4. ANTECEDENTES GENERALES

La siderúrgica está ubicada en Talcahuano, a orillas de la Bahía de San Vicente y es también una de las mayores empresas de la Región del Bío Bío y principal exportador de acero en el país.

Fuente: Google maps.

Figura 1-1: Vista satelital C.S.H S.A

La compañía de Aceros del Pacífico se creó en 1946, posteriormente la planta comenzó a ser construida a mediados de 1947, siendo oficialmente inaugurada e iniciada la puesta en marcha el 25 de noviembre de 1950. Nueve años después de su inauguración la compañía decide incorporarse a las actividades mineras, adquiriendo en 1959 el yacimiento “El algarrobo” y en 1971 la mina de hierro “El romeral”, e inaugurando la planta de Pellets (Mineral de Hierro) en Huasco.

Su producción anual en esos primeros tiempos alcanzaba las 182.000 toneladas de acero líquido/año y actualmente tiene una capacidad de producción de 1.450.000 toneladas de acero líquido/año.

1.4.1. Proceso siderúrgico

El proceso productivo de la planta se inicia con el desembarque, horneo, lavado y almacenamiento de las materias primas como el carbón, mineral de hierro y carbonato de calcio, para pasar luego a la etapa de elaboración, con la destilación seca del carbón mineral y su transformación a coque metalúrgico, que se utiliza en el alto horno en el proceso de reducción de mineral de hierro y su transformación en arrabio.

1.4.2. Fabricación del acero

El proceso de fabricación puede desarrollarse a través de las siguientes unidades alternativas:

1.4.2.1. Planta de coque

El carbón mineral es tratado, sometiéndolo a un proceso de destilación seca para transformarlo en coque siderúrgico, siendo uno de los materiales imprescindibles en la producción de arrabio en los Altos Hornos.

1.4.2.2. Altos Hornos

El proceso consiste en cargar por la parte superior del horno y mediante capas, los minerales de hierro, caliza y coque. La inyección de aire precalentado a 1000°C aproximadamente, facilita la combustión del coque, generando elevadas temperaturas y gases reductores que actúan sobre el mineral y la caliza, transformándolos en arrabio (hierro liquido) y escoria respectivamente.

1.4.2.3. Acería de convertidores al oxígeno

Se cuenta con dos convertidores de 100 toneladas cada uno. El arrabio proveniente de los altos hornos luego se carga junto con chatarra de acero por la acción del oxígeno puro que se inyecta al convertidor en donde se oxidan el carbón, silicio y fósforo del arrabio.

Estas reacciones son exotérmicas y causan la fusión de la carga metálica fría sin necesidad de agregar ningún combustible, y por adición de cal, se forma la escoria en que se fijan las impurezas oxidadas. Luego el acero ya producido puede enviarse a la estación de ajuste y luego a la colada continua.

Para comprender en su totalidad el proceso que se genera en la Acería Conox se adjunta diagrama (Revisar anexo 1: Diagrama Del Proceso De Acería Conox).

1.4.2.4. Estación de ajuste

El acero que proviene de la Acería Conox, llega con una composición química base, esto es, no contiene ferroaleaciones necesarias para pasar a la estación de ajuste. En la estación de ajuste se llevan a cabo los siguientes tratamientos:

a. Adición de elementos de aleación.
b. Tratamientos para disminuir y modificar cantidades de ciertos tipos de inclusiones no metálicas.

c. Homogeneizar la composición química y temperatura del acero líquido.

1.4.2.5. Colada Continua

Esta es una unidad de metalurgia secundaria, es decir, una vez que se tiene el acero líquido, este es vaciado a una "artesa" que se comunica por el fondo de moldes, donde se inicia el proceso de solidificación que se completa durante el recorrido, por una maquinaria especialmente diseñada para palanquillas.

1.4.2.6. Laminación del acero

Consiste básicamente en un proceso de transformación mecánica en caliente o en frío, donde se modifica la forma de los productos, reduciéndoles el espesor y aumentándoles el largo, por medio del uso de rodillos de laminación.

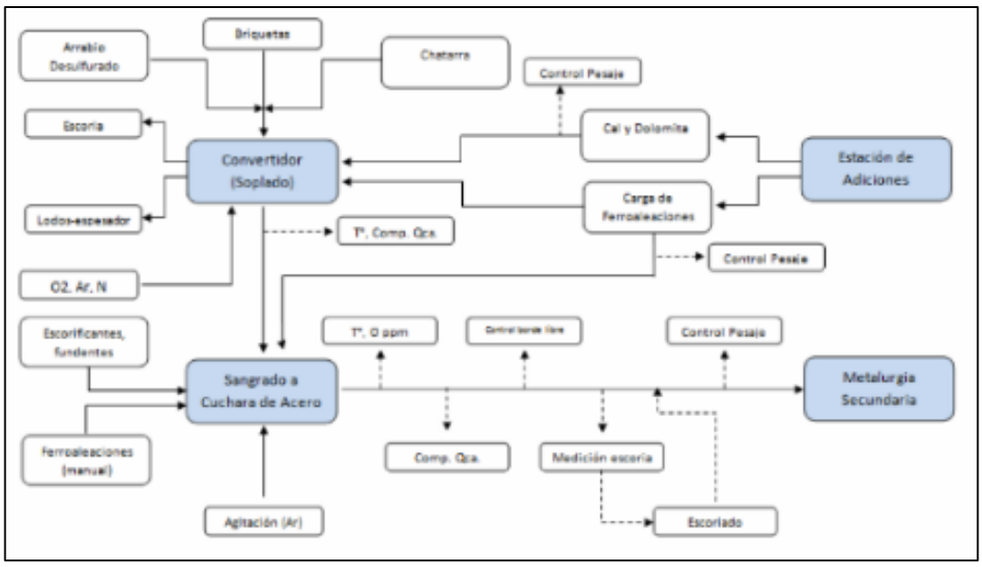
Actualmente la planta siderúrgica de Huachipato solo cuenta con el laminador de barra, en el cual la palanquilla es sometida a sucesivas etapas de laminación. Los productos finales son barras rectas y en rollos, lisas y con resaltes, según el uso final que se requiera.

1.5. ACERÍA CONOX Y PROCESO

1.5.1. Proceso de convertidores al oxígeno

El proceso utilizado actualmente en la Acería Conox se origina exactamente en 1948 cuando en el campo siderúrgico se introduce el método de soplado superior, que consiste en soplar oxigeno sobre la superficie del baño fundido, utilizando una lanza metálica refrigerada con agua, se introduce por la boca del convertidor, de esta manera la zona de elevada temperatura se ubica lejos del fondo de las paredes vulnerables, así se da inicio al proceso de fabricación de acero con el uso de convertidores al oxígeno.

El proceso se conoce como LD que hace referencia a los austriacos Linz y Donawitz, quienes dieron inicio a este tipo de instalaciones industriales, desde entonces el crecimiento de este tipo de plantas ha sido notable en todo el mundo, principalmente por el bajo costo invertido, por la mayor producción y menores costos de operación, respecto de los procesos tradicionales.



Fuente: Intranet CAP.

Figura 1-2: Diagrama de flujo proceso convertidores.

1.6. EQUIPOS DE TRASPASO

Para llevar a cabo el plan de mantenimiento, es necesario conocer cuáles son los equipos involucrados y dónde se encuentran ubicados físicamente dentro de la planta, como también conocer toda la información que se encuentre disponible de los carros, ya sean manuales de operación, historiales de falla, acciones correctivas actuales, información técnica y planos de los equipos.

Es preciso conocer todos los datos operacionales de los equipo en cuestión, ya sea tiempos de operación, tiempos de detención, cantidad de carga aplicada, desplazamiento del carro, entre otros. Con esta información es posible obtener indicadores que nos ayuden a identificar cuáles son los componentes mecánicos que se encuentran expuestos a un mayor trabajo y en consecuencia a un mayor desgaste.

Lo que se busca es poder realizar un análisis de los carros, en donde se pueda determinar la criticidad del activo, es decir cómo afectaría al proceso, y las consecuencias que puede traer una avería del equipo completo, como de un componente en particular.

1.6.1. Carro traspaso de arrabio I

Para el traspaso del arrabio entre la cuchara torpedo y el convertidor se necesita una cuchara que va montada en el carro. Este carro se desliza sobre rieles en el foso de arrabio, mientras que el traslado de este se realiza por un sistema de cadena de traslación el cual es accionado por un moto-reductor el que es comandado desde la caseta de controles o púlpito.

En la siguiente imagen se puede observar que el carro se encuentra sin la cuchara, ya que ha realizado su proceso y se encuentra en estado de recibir otra hornada proveniente de los altos hornos.

Fuente: Captura propia.

Figura 1-3: Carro de arrabio foso 1.

El carro de traspaso con la respectiva cuchara se coloca bajo la cuchara torpedo, a una distancia previamente regulada. Una vez llenada la cuchara de traspaso, el operador la traslada mediante el sistema de transmisión al extremo del foso, donde se efectúa la desulfuración del arrabio para luego ser transpuesta al convertidor.

Luego que la cuchara ha sido totalmente vaciada en el convertidor la grúa correspondiente regresa para posicionar la cuchara en el carro de arrabio.

1.6.1.1. Descripción del carro de arrabio I

El carro de la cuchara de traspaso de arrabio está constituido por una estructura rígida, de geometría rectangular, con refractarios en el fondo. Esta estructura metálica va montada sobre dos ejes conducidos que conectan cuatro ruedas suspendidas sobre resortes de espirales o boggies.

En ambos extremos lleva amortiguadores de choque (TOPE), bajo los amortiguadores se encuentra una pestaña donde se aprisiona la cadena de arrastre.

El carro se encuentra fabricado en planchas de acero grado A-37 soldadas entre sí mismas.

El carro se desliza sobre rieles tipo “burbach” #6 que tienen una distancia entre rieles de 3,50 m.

1.6.1.2. Datos técnicos del carro de arrabio I

Tabla 1-1: Especificaciones técnicas del carro arrabio I.

Máxima capacidad de carga	160 Ton
Largo	8,80 m
Ancho	4,50 m
Peso del carro vacío	26Ton
Numero de ruedas	4
Diámetro de ruedas	1,00 m
Rieles	burbach #6
Distancia entre rieles	3.50 m
Velocidad	30,0 m/min
Recorrido	15,30 m

Fuente: Microsoft Excel.

1.6.2. Carro traspaso de arrabio II

Para el traspaso del arrabio entre la cuchara torpedo y el convertidor, se necesita una cuchara que va montada en el carro. Este carro se desliza sobre rieles en el foso de

arrabio. El traslado de este carro se realiza por un sistema de moto-reductores ubicados en su interior, los cuales son comandado desde la caseta de controles o púlpito.

El carro de traspaso realiza el mismo procedimiento de traslado desde la zona de volteo de arrabio hacia la zona de desulfuración, que el carro de arrabio uno.

1.6.2.1. Descripción del carro de arrabio II

El carro de la cuchara de traspaso de arrabio está constituido por una estructura rígida, de geometría rectangular, con refractarios en el fondo. Esta estructura metálica va montada sobre dos ejes conducidos, que conectan cuatro ruedas, suspendidas sobre resortes de espirales o boggies. En ambos extremos lleva amortiguadores de choque (TOPE). Bajo los amortiguadores se encuentra una pestaña donde se aprisiona la cadena de arrastre.

El carro se encuentra fabricado en planchas de acero, grado A-37, soldadas entre sí mismas. El carro se desliza sobre rieles tipo “burbach” #6 que tienen una distancia entre rieles de 3.50 m.

1.6.2.2. Datos técnicos del carro de arrabio II

Tabla 1-2: Especificaciones técnicas del carro arrabio II.

Máxima capacidad de carga	160 Ton
Largo	8,80 m
Ancho	4,50 m
Peso del carro vacío	26 Ton
Numero de ruedas	4
Diámetro de ruedas	1,00 m
Rieles	burbach #6
Distancia entre rieles	3.50 m
Velocidad	30,0 m/min
Recorrido	15,30 m

Fuente: Microsoft Excel.

1.6.3. Carros traspaso de acero

Se cuenta con un carro de traspaso para cada convertidor, es decir, dos carros de traspaso donde cada uno se desplaza sobre vías férreas al nivel del terreno, localizadas directamente bajo los convertidores y que unen la cancha de vaciado con la nave carga. Son carros con tracción integrada, controlada desde púlpitos ubicados en la plataforma de los convertidores (nivel 8,835) y entre la nave de convertidores y nave de vaciado (nivel cero). La alimentación eléctrica se basa a través de cable con un terminal conectado a un punto fijo al nivel terreno y el otro a un carrete ubicado en el carro mismo.

En la siguiente imagen se logra apreciar el carro de traspaso de acero, proceso en el cual se retira la cuchara del carro para ser llevada a la zona de estación de ajuste metalúrgico.

Fuente: Captura propia.

Figura 1-4: Carro con la cuchara de acero.

Estos carros se desplazan sobre la misma vía que los carros de traspaso de escoria, por lo que están provistos de enganches y amortiguadores de choque. En caso de falla de tracción en el carro de traspaso de acero, el carro de traspaso de escoria puede acoplarse a ese y arrastrarlo hasta la nave de vaciado. Si la falla ocurre en el mecanismo de traslación del carro de acero, debe soltarse el freno y arrastrarse por otro medio a la cancha de vaciado.

1.6.3.1. Descripción del carro acero

- Un marco rígido sobre el cual se apoya la cuchara de acero.
- Un juego de cuatro ruedas de ejes rígidos, montados al marco mediante cajas de ejes equipadas con suspensión de golillas
- Mecanismo de traslación con motor eléctrico ubicado en el carro, alimentado por cable fijo al terreno y con carrete en el carro.
- La estructura del carro se encuentra diseñado con planchas de acero A-37 de 30 por 20 m, con un espesor de 25 mm.
- Los ejes son de acero Cr-Mo forjado (grado 25 cd Cr-Mo, AFNOR) tratado, que debe cumplir las siguientes propiedades mínimas:

  - ✓ Carga de ruptura 65 kg/mm^2
  - ✓ Fluencia 40 MPa
  - ✓ Alargamiento 12 %

- Las ruedas son fabricadas de acero Ni-Cr-Mo forjado, la superficie es trata para un mínimo de 110 kg/mm^2 y dureza de 450 BHN.
- Las cajas de ejes, dos por cada eje, están equipadas por rodamientos Timken AP clase G 7”.2.6.3.2. Especificaciones técnicas del carro acero.

1.6.3.2. Datos técnicos del carro de traspaso acero

Tabla 1-3: Especificaciones técnicas del carro de acero.

Máxima capacidad de carga	160 Ton
Coeficiente rozamiento	25 kg/ton
Velocidad de traslación	30 m/min
Trocha del carro	3,5 m
Largo total	9 100 mm
Ancho sin carrete	45 000 mm
Ancho con carro	4 750 mm
Diámetro de ruedas	1 000 mm

Fuente: Microsoft Excel.

1.6.4. Carro traspaso de escoria

Se requiere un carro de traspaso por cada convertidor. Se desplazan sobre las mismas vías férreas de los carros de traspaso de acero, ubicadas bajo los convertidores al nivel de terreno. Son carros autopropulsados, mediante motor eléctrico ubicado en los carros mismos, alimentado carga, bajo la plataforma de los convertidores. El control de estos carros se hace desde púlpitos ubicados en la plataforma de los convertidores y en la nave de carga al nivel de terreno.

Se puede observar en la siguiente figura que se encuentra el carro con una olla escoriera, la cual se encuentra disponible para ser retirada y vaciada, en las canchas de vaciado de escoria.

Fuente: Captura propia.

Figura 1-5: Carro con olla escoriera.

1.6.4.1. Descripción del carro escoria

- Un marco rígido con apoyos para las patas de la olla escoriera.
- Un juego de cuatro ruedas con ejes rígidos montados al marco por medio de cajas de ejes equipadas con amortiguación de golillas.
- Un mecanismo de traslación con motor eléctrico en el carro, alimentado desde rieles toma corriente.
- La estructura del carro se encuentra diseñado con planchas de acero A-37 de 30 por 20 m, con un espesor de 25 mm.

- Los ejes son de acero forjado grado 25 CD Cr-Mo (AFNOR), tratado para tener las mismas propiedades mecánicas de los ejes de los carros de traspaso de acero, ya vistos en el ítem anterior.
- Las cajas de ejes están equipadas con rodamientos Timken AP clase G 7” x 12”.
- Mecanismo de traslación está formado por lo siguiente:

  - ✓ Un motor asincrónico trifásico de 14,5 KW de 725 RPM, 380V, 50 h2, Mill Type.
  - ✓ Reductor de tres etapas, con clientes helicoidales – Tipo TOURCO SZa-111-35.5 h, relación 75:1, lubricación por salpicado de aceite.
  - ✓ Vida útil: 25000 horas.
  - ✓ Acoplamiento tipo “SEGOR”, diámetro 180 x 370 mm.
  - ✓ Freno SIME-FEM 250 (corriente continua 110 Volts).

1.6.4.2. Datos técnicos del carro de traspaso escoria

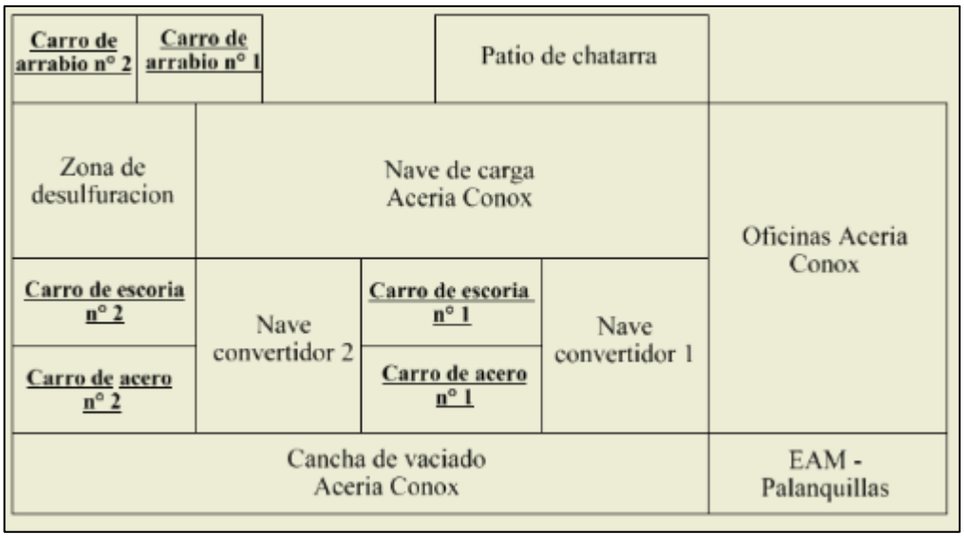
Tabla 1-4: Especificaciones técnicas del carro escoria.

Máxima capacidad de carga	50 Ton
Coeficiente de rozamiento	25 kg/ton
Velocidad de traslación	30 m/min
Trocha del carro	3,5 m
Largo total	8 100 mm
Ancho total	4 500 mm
Diámetro ruedas	1 000 mm

Fuente: Microsoft Excel.

1.6.5. Ubicación dentro de la Acería

En la siguiente figura se puede observar donde se encuentran distribuidos los carros de traspaso dentro de la Acería Conox.



Fuente: Autodesk Inventor Professional.

Figura 1-6: Ubicación carros en Acería Conox.

1.6.6. Recopilación de datos

Para obtener la mayor cantidad de datos deseados, fue necesario aplicar ciertas técnicas y herramientas, que ayudaron a obtener toda la información existente respecto a los carros de traspaso, para así poder llevar a cabo el plan de mantenimiento y ejecutarlo de manera correcta y eficiente.

1.6.6.1. Entrevista a personal

La primera actividad a desarrollar dentro del área de trabajo, fue realizar entrevistas con todo el personal involucrado tanto en la planificación y ejecución de las tareas de mantenimiento de los carros, con el objetivo de recolectar e archivar toda aquella información que se encontrara disponible de los equipos.

Tras consultar al personal del departamento de planificación del área de Acería sobre los equipos bajo estudio, se ha facilitado toda información correspondiente a los planes de mantenimiento actuales tanto para los carros de traspaso de arrabio, acero y escoria.

Mediante los planes obtenidos es preciso indicar que debido la falta de información que estos presentan, se hace necesario realizar una verificación de las actividades prescritas en el plan y en qué grado estas afectan en la ejecución del mantenimiento.

Tabla 1-5: Extracto plan de mantenimiento carros.

TEXTO BREVE	N° Pers.	Dur. Trab.	H.H.	PTO. TRAB.	OBSERVACION
LUBRICACION: Carro Trasp. Acero Nº **1**	2	120	240	56120	Mant. Lubricación
LUBRICACION: Carro Trasp. Escoria Nº **1**	2	120	240	56120	Mant. Lubricación
LUBRICACION: Carro Trasp.Arrabio Foso 1	2	60	120	56120	Mant. Lubricación
CARRO TRASP. ACERO Nº **1**: Mant. Mec. General	3	180	540	56140	Mant. Mecánica
Carro Trasp. Arrabio N°2. Mant. Mec. Mecánica	2	120	240	56140	Mant. Mecánica

Fuente: Mantención Programada Acería.

El departamento de ejecución de los trabajos de mantención se encuentra orientado a dirigir las actividades de mantenimiento y verificar que estas se cumplan satisfactoriamente, para ello debe poseer el conocimiento técnico y operacional de los equipos, por lo cual se les ha solicitado toda información teórica que pudieran tener.

Debido a que los carros de traspaso, son equipos que fueron diseñados para la planta, no se encuentran en los registros manuales que concedan el conocimiento de los datos operacionales de estos. Sin embargo fue posible conseguir planos correspondientes a los equipos y sus componentes, como también información descriptiva y técnica.

1.6.6.2. Observación

De acuerdo a la información entregada por los departamentos entrevistados, fue posible observar que los datos que estos poseen respecto a los carros de traspaso no logran ser claros y precisos para la ejecución de los planes de mantenimiento.

Por otra parte se entiende que la mantención de los equipos involucra personal de distintas áreas de especialización, ya sea mecánica, eléctrica, instrumentistas, operadores, etc. Lo cual requiere que la información referente a los carros deba ser manipulada por todo aquel que se encuentre asociado al proceso. Sin embargo es necesario recurrir por las distintas áreas para lograr obtener la información que se solicita para llevar a cabo el plan de mantenimiento preventivo.

1.6.6.3. Sistema de datos

Los Softwares de organización como SAP e intranet de la planta, tienen la finalidad de organizar toda aquella información que es ingresada al sistema, para así poder realizar

la toma de decisiones respecto a las acciones preventivas a realizar en la ejecución del plan de mantenimiento.

El historial de falla de un equipo debe contener toda información necesaria respecto a los cambios realizados fecha, ubicación y ejecutante, sin embargo no es posible requerir a esta herramienta como solución para conocer en detalle cuáles son los componentes que presentan una mayor cantidad de falla, debido a que la información es imprecisa y acotada.

En CAP acero se trabaja con el Software SAP, el cual reúne todos los datos técnicos de los equipos de la planta, pero este programa también tiene la capacidad de organizar las actividades de mantenimiento pudiendo dividirlas por frecuencia, ejecutante, equipo y luego generar las órdenes de trabajo, lo cual actualmente no se realiza de la forma eficiente, ya que al requerir información respecto a las actividades de mantenimiento, no es posible encontrar actividades detalladas, como tampoco frecuencias y horas de trabajo.

1.6.7. Importancia de los carros dentro del proceso

La Compañía Siderúrgica Huachipato se encuentra en constante funcionamiento de todos sus procesos productivos, los cuales solo dejan de producir cuando existe una falla que afecte a la cadena productiva como también cuando hay detenciones programadas por parte el área de mantenimiento, en donde se busca verificar y controlar todos los parámetros que se encuentre fuera de norma, y en consecuencia corregir aquellas fallas que provoquen un desajuste del sistema.

Los carros de traspaso de arrabio, acero y escoria, son equipos que se encuentran involucrados dentro de la cadena productiva, por lo tanto es fundamental para el departamento de mantenimiento en la Acería Conox asegurar la mantenibilidad y disponibilidad de los equipos.

1.6.7.1. Carros de arrabio

Dentro del área de arrabio se encuentran dos fosos en los cuales están ubicados los carros de traspaso de arrabio, estos trabajan de manera independiente uno del otro. En la actualidad solo se utiliza un carro, debido a la baja demanda del acero. La utilización de los carro de arrabio I o II, depende de la programación del área de mantenimiento en conjunto con el personal de producción de la Acería Conox, ya que se evalúan las fallas

de los elementos mecánicos de cada equipo como también los tiempos de operación de estos, donde se busca analizar cual equipo se encuentra disponible para su utilización, si bien existe las posibilidad de que ambos carros no presenten anomalías en su funcionamiento durante un periodo prolongado se hace necesario solo hacer manejo de un equipo para la producción durante un tiempo relativo, que pueden ser desde días hasta semanas. En tanto el carro que se encuentra sin operar, queda bajo el personal de mantención para realizar mejoras en el sistema como también chequeos rutinarios de funcionamiento.

Una correcta aplicación del mantenimiento a los equipos es imprescindible debido a la importancia de los carros dentro del proceso, ya que son el único medio de transporte que existe para el traslado del arrabio hacia la zona de desulfuración. Se debe tener en consideración la cantidad de arrabio que proviene desde los altos hornos durante cada turno de trabajo, lo cual alcanza un valor de 720 Ton actualmente. Por lo tanto una falla en el sistema durante la operación del carro, puede llevar a una pérdida considerable de materia prima procesada, y en consecuencia genera una detención del proceso en la planta, lo cual se traduce en pérdidas millonarias en la producción del acero.

1.6.7.2. Carros de acero y escoria

En la nave de Convertidores se encuentran los llamados fosos, que en comparación a los de la zona de arrabio, estos se encuentran a nivel cero en la Acería Conox. En cada foso se disponen de un carro de acero como también de un carro de escoria.

Actualmente se realiza el proceso de la fabricación del acero en un solo foso, esto producto de la disminución en la demanda del acero. El uso de cada foso se encuentra establecido de acuerdo al tiempo estimado en la mantención preventiva que se le realiza a convertidor, lo cual varía entre dos a tres meses.

La reparación del convertidor abarca tanto la mantención del mismo, como la del foso y todos sus componentes, por lo tanto es posible realizar distintos tipos de mantenciones, que van desde lo estructural, mecánico y eléctrico, las cuales son coordinadas previamente en conjunto con todas las áreas involucrada, con el objetivo de garantizar la disponibilidad de todos los equipos durante el periodo que se encuentra establecido en la mantención de la caída del convertidor.

Es posible determinar que los carros de acero y escoria, son equipos críticos dentro de la producción, debido a que actualmente son el único medio de transporte para el

traslado del acero y la escoria, por lo tanto es fundamental para el área de Acería Conox cumplir de manera satisfactoria las actividades preventivas.

Una falla en el sistema durante el vaciado del convertidor puede traer consecuencias significativas, que van desde la detención del proceso hasta detener la producción de la plata, según el grado y efecto de la falla.

1.7. PUNTOS CRÍTICOS

Tras realizar un levantamiento del proceso e información correspondiente a los carros de traspaso, con el objetivo a fin de desarrollar un nuevo plan de mantenimiento, es posible detectar ciertos factores involucrados directamente con la correcta ejecución de los planes, dichos factores son:

a) Plan de mantenimiento incompleto:

Actualmente existen planes de mantenimientos de los carros de traspaso, los cuales poseen información delimitada del trabajo a desarrollar, no presentan una actividad de trabajo en donde se indique como llevar a cabo el procedimiento, personal dispuesto y herramientas necesarias.

b) Falta de manuales de operación de los equipos:

Si bien existe información técnica de los equipos bajo cuestión, no hay manuales de procedimiento y usos de estos, ya que son fundamentales dentro del área de mantenimiento, donde podemos obtener información detallada, ordenada, sistemática e integral que contiene todas las instrucciones, responsabilidades e información sobre el equipo.

c) Escaso flujo de información entre los distintos departamentos:

El departamento de mantención es quien tiene la misión de proveer la disponibilidad de los equipos durante los procesos, para ello se le hace necesario el constante flujo de información con todos los departamentos existentes en el área, lo cual actualmente no se cumple satisfactoriamente ya que el traspaso de

información no se realiza en los tiempos establecidos y esta es incompleta para realizar los correctos procedimientos de mantención.

d) Historiales de fallas ineficientes:

Una herramienta fundamental en del desarrollo de un plan de mantenimiento, es el historial de fallas del equipo, ya que con él es posible determinar cuáles son los tipos de daños más recurrentes de los componentes durante su vida operacional, como también conocer los tiempos medios entre falla y reparación. En la actualidad es posible encontrar bitácoras de mantenimiento para los carros de traspaso, pero las cuales no reúnen la información necesaria para tomar decisiones preventivas.

e) Inadecuado manejo del software SAP:

Se sabe que el software SAP es un sistema informático para brindar información el cual se alimenta de los datos que se cargan y procesan dentro de un entorno. Su finalidad es de acuerdo a los datos ingresados obtener información útil para la toma de decisiones. Para el caso del departamento de mantención es sin duda una herramienta de gran utilidad, pero la cual no logra satisfacer todas sus ventajas, ya que la información ingresada en el sistema es reducida e incompleta, para poder realizar acciones de acuerdo al plan de mantenimiento.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. MANTENIMIENTO

El mantenimiento se define como la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantienen, o se restablece a, un estado en el que puede realizar las funciones designadas. Es un factor importante en la calidad de los productos y puede utilizarse como una estrategia para una competencia exitosa.

Las inconsistencias en la operación del equipo de producción dan por resultado una variabilidad excesiva en el producto y, en consecuencia, ocasionan una producción defectuosa. Para producir con un alto nivel de calidad, el equipo de producción debe operar dentro de las especificaciones, las cuales pueden alcanzarse mediante acciones oportunas de mantenimiento. Un sistema es un conjunto de componentes que trabajan de manera combinada hacía un objetivo común. El mantenimiento puede ser considerado como un sistema con un conjunto de actividades que se realizan en paralelo con los sistemas de producción.

2.1.1. Objetivos del mantenimiento

La responsabilidad fundamental del mantenimiento es contribuir al cumplimiento de los objetivos de la empresa o entidad la cual forma parte. Para ello, los objetivos del Mantenimiento deben establecerse dentro de la estructura de los objetivos generales de la empresa.

Los objetivos del mantenimiento son:

- Maximizar la disponibilidad de la maquinaria y equipo necesario para la actividad productiva.
- Preservar o conservar el “valor” de la planta y de su equipo, minimizando el desgaste y el deterioro.
- Cumplir estas metas, tan económicamente como sea posible.
- La acción del Mantenimiento para cumplir estos objetivos, se genera a través, del desempeño de un cierto número de actividades o funciones.

2.1.2. Funciones del mantenimiento

En términos muy generales, puede afirmase que las funciones básica del mantenimiento se pueden resumir en el cumplimiento de todos los trabajos necesarios para establecer y mantener el equipo de producción de modo que cumpla los requisitos normales del proceso.

La concreción de esta decisión tan amplia dependerá de diversos factores entre los que puede mencionarse el tipo de industria así como su tamaño, la política de la empresa, las características de la producción, e incluso su emplazamiento. Aun así, las tareas encomendadas al departamento encargado del mantenimiento pueden diferir entre distintas empresas, atendiendo a la estructura organizativa de las mismas, con lo que las funciones del mantenimiento, en cada una de ellas, no serán obviamente las mismas.

Por tanto, dependiendo de estos factores citados, el campo de acción de las actividades de un departamento de ingeniera del mantenimiento puede incluir las siguientes responsabilidades:

- Mantener los equipos e instalación en condiciones operativas eficaces y seguras.
- Efectuar un control de estado de los equipos así como de su disponibilidad.
- Realizar los estudios necesarios para reducir el número de averías imprevistas.
- En función de lo datos históricos disponibles, efectuar una previsión de los repuestos de almacén necesarios.
- Intervenir en los proyectos de modificación del diseño de equipos e instalaciones.
- Llevar a cabo aquellas tareas que implican la modificación o reparación de los equipos o instalaciones.
- Instalación de nuevo equipo.
- Asesorar a los mandos de producción.
- Velar por el correcto suministro y distribución de energía.
- Realizar el seguimiento de los costes del mantenimiento.
- Preservación de locales, incluyendo la protección contra incendios.
- Gestión de almacenes.
- Tareas de vigilancia.
- Gestión de residuos y desechos.
- Establecimiento y administración del servicio de limpieza.
- Proveer el adecuado equipamiento al personal de la instalación.

2.2. TIPOS DE MANTENIMIENTO

2.2.1. Clasificación

Aunque podrían establecerse diferentes clasificaciones del mantenimiento atendiendo a las posibles funciones que se le atribuyan a éste, así como la forma de desempeñarlas, tradicionalmente se admite una clasificación basada más en un enfoque metodológico o filosofía de planteamientos, en una mera relación de particularidades funcionales asignadas, que como se ha visto depende de muy diversos factores. Desde esta perspectiva, pueden distinguirse los siguiente tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento Correctivo.
- Mantenimiento Preventivo.
- Mantenimiento Predictivo.

Ninguno de los tipos anteriores se utiliza en forma exclusiva sino que se impone practicar una adecuada combinación de los tipos anteriores, realizando lo que se ha venido en llamar mantenimiento planificado. Esto consiste, en definitiva, en efectuar una correcta selección de las plantas o de los equipos a los que se va aplicar cada uno de los tipo de mantenimientos anteriores. Seguidamente se hace una descripción de cada de los tipos enunciado.

2.2.1.1. Mantenimiento Correctivo

En este tipo de mantenimiento, también llamado “a la falla” solo se interviene en los equipos cuando el fallo ya se ha producido. Se trata, por tanto, de una actitud pasiva, frente a la evolución del estado de los equipos, a la espera de la avería o fallo.

A pesar de que por su decisión pueda parecer una actitud despreocupada de la atención a los equipos, lo cierto es que este tipo de mantenimiento es el único que se practica en una gran cantidad de industrias, y en muchas ocasiones esto está plenamente justificado, especialmente en aquellos casos en los que existe un bajo coste de los componentes afectados, y donde los equipos son de naturaleza auxiliar y no directamente relacionados con la producción.

En otros casos, cuando el fallo de los equipos no se supone la interrupción de la producción, ni siquiera afecta a la capacidad productiva de forma instantánea, las reparaciones pueden ser llevadas a cabo sin perjuicio de ésta. En estos casos, el coste derivado de la aparición de un fallo imprevisto en el equipo es, sin lugar a dudas, inferior a la inversión necesaria para poner en práctica otro tipo de mantenimiento más complejo.

En este sentido conviene indicar que, incluso en aquellas instalaciones industriales se disponen de sofisticados planes de mantenimiento, existe generalmente un porcentaje de equipos de los que se realiza exclusivamente ese tipo de mantenimiento.

Esta filosofía de mantenimiento no requiere ninguna planificación sistemática, por cuanto no se trata de una planteamiento organizado de tareas. En lo mejor de los casos puede conjugarse con un entrenamiento básico de los equipos (limpieza y engrase generalmente) y con una cierta previsión de elementos de repuestos, especialmente aquellos que sistemáticamente deben ser sustituidos. Sin embargo, adoptar esta forma de mantenimiento supone asumir algunos inconvenientes respecto de las máquinas y equipos afectados, entre los que pueden citarse:

- ✓ Las averías se producen generalmente de forma imprevista, lo que puede ocasionar trastornos en la producción, que pueden ir desde ligeras pérdidas de tiempo, por reposición de equipo o cambio de tareas, hasta la parada de la producción en tanto no se repare o sustituya el equipo derivado.
- ✓ Las averías al ser imprevistas, suelen ser graves para el equipo, con lo que su reparación puede ser costosa.
- ✓ Las averías son siempre -en mayor o menor medida- importunas, por lo que la reparación de equipos averiados puede llevar más tiempo del previsto, ya sea por ausencia del personal necesario para su reparación, o ya sea por la falta de repuestos necesarios.
- ✓ Por tratarse de averías inesperadas, el fallo podría venir acompañado de algún siniestro, lo que obviamente puede tener consecuencias muy negativas para la seguridad del personal o de las instalaciones.

2.2.1.2. Mantenimiento Preventivo

Como ya se ha indicado, la finalidad última del mantenimiento industrial es asegurar la disponibilidad de los equipos e instalaciones industriales, para obtener un rendimiento óptimo sobre la inversión total, ya sea de los sistemas de producción, como los equipos y recursos humanos destinados al mantenimiento de los mismos.

El mantenimiento preventivo supone un paso importante para este fin, ya que pretende disminuir o evitar -en cierta medida- la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de elementos deteriorados, lo que se conoce como “las tres erres del mantenimiento”. Si la segunda y la tercera no se realizan, la primera es inevitable.

En las inspecciones se procede al desmontaje total o parcial de la maquina con el fin de revisar el estado de sus elementos, reemplazando aquellos que se estime oportuno a la vista del examen realizado. Otros elementos de son sustituidos sistemáticamente en cada inspección, tomando como referencia el número de operaciones realizadas o un determinado periodo de tiempo de funcionamiento.

El éxito de este tipo de mantenimiento depende de la correcta elección del periodo de inspección. Un periodo demasiado largo conlleva el peligro de la aparición de fallos entre dos inspecciones consecutivas, en tanto que un periodo demasiado corto puede encarecer considerablemente el proceso productivo. El equilibrio se encuentra como solución de compromiso entre los coste de procedentes de las inspecciones y los derivados de las averías imprevistas. Si bien los primeros pueden ser insuficientemente cuantificados, la evaluación de los segundos no es tarea fácil, por lo que la determinación del punto de equilibrio aludido es difícil y suele ajustarse en función de la propia experiencia.

El grave inconveniente que presenta la aplicación exclusiva de este tipo de mantenimiento es el coste de las inspecciones. El desmontaje y la revisión de una máquina que está funcionando correctamente o la sustitución de elementos (lubricante, rodamientos, etc.) que no se encuentra en mal estado, se nos antoja innecesario. Por otra parte, sea cual sea el periodo de inspección fijado, no se elimina por completo la posibilidad de una avería imprevista, si bien cuanto menor sea dicho periodo, en mayor grado se reducirá este peligro. Por lo tanto, el periodo de inspección fija, en cualquier caso, asimiento -en alguna medida- la posibilidad de la aparición de averías imprevistas durante el intervalo comprendido entre dos inspecciones consecutivas.

Un tipo de mantenimiento que también puede considerarse preventivo es aquel, sin llegar al desmontaje de los equipos, se ocupa de forma periódica de realizar las tareas propias de lo que se suele llamar entrenamiento de los equipos, es decir, engrase y cambio de lubricantes, limpieza, sustitución periódica de ciertos elementos vitales del equipo, etc. Aunque a todos los efectos se trata de un mantenimiento preventivo, se le suele denominar mantenimiento rutinario, con el fin de distinguirlo con el anterior.

2.2.1.3. Mantenimiento Predictivo

El mantenimiento predictivo, también conocido como mantenimiento según estado o según condición, surge como respuesta a la necesidad de reducir los costes de los métodos tradicionales -correctivo y preventivo- de mantenimiento. La idea básica de esta filosofía de mantenimiento parte del conocimiento del estado de los equipos. De esta maneras, es posible, por un lado, reemplazar los elementos cuando realmente no se encuentren en buenas condiciones operativas, suprimiendo las paradas por inspección innecesarias y, por otro lado, evitar las averías imprevistas, mediante la detección de cualquier anomalía funcional y el seguimiento de su posible evolución.

La aplicación del mantenimiento predictivo se apoya en dos pilares fundamentales:

- La existencia de parámetros funcionales indicadores del estado del equipo.
- La vigilancia continua.

La mayoría de los componentes de las maquinas avisan de alguna manera de su fallo antes de que éste ocurra. Por lo tanto, si mediante el seguimiento de los parámetros funcionales adecuados es posible detectar prematuramente el fallo de algún componente de la máquina, se podrá asegurar el correcto funcionamiento de la misma, observar su evolución y predecir la vida residual de sus componentes. El conjunto de técnicas que se ocupan del seguimiento y examen de estos parámetros característicos de la maquina se conocen como Técnicas de verificación mecánica.

Entre las ventajas más importantes que reporta este tipo de mantenimiento, pueden citarse las siguiente:

- Detectar e identificar precozmente los defectos que pudieran aparecer, sin necesidad de parar y desmontar la máquina.
- Observar aquellos defectos que solo se manifiestan sobre la maquina en funcionamiento.
- Seguir la evolución del defecto hasta que se estime que es peligroso.
- Elaborar un historial del funcionamiento de la máquina, a través de la evolución de sus parámetros de funcionamiento y su relación con cualquier evento significativo: parada, revisión, lubricación, reemplazo de algún elemento, cambio en las condiciones de funcionamiento, defectos detectado, etc.

- Programar la parada, para la corrección del defecto detectado, haciéndola coincidir con un tiempo muerto o una parada rutinaria del proceso de producción.
- Programar el suministro de repuestos y mano de obra.
- Reducir el tiempo de reparación, ya que previamente se ha identificado el origen de la avería y los elementos afectados por la misma.
- Aislar las causas de los posibles fallos repetitivos, y procurar su erradicación.
- Proporcionar criterios para una selección satisfactoria de las mejores condiciones de operación de la máquina.
- Aumentar la seguridad de funcionamiento de la máquina, y en general de toda la instalación.

Sin embargo, una cosa es lo que predica la filosofía del mantenimiento predictivo, y otra lo que realmente se puede esperar de su puesta en práctica. Las dificultades para su desarrollo pleno provienen de los mismos principios en los que se basa, a saber:

En primer lugar, no existe ningún parámetro funcional, ni siquiera una combinación de ellos, que sea capaz de reflejar exactamente el estado de una máquina, indicando de forma inmediata, mediante la aparición de signos identificadores, la presencia de un defecto incipiente, y además para todos los defectos posibles.

En segundo lugar, no es viable una monitorización (o vigilancia continua) de todos los parámetros funcionales significativos para todos los equipos de una instalación. En la realidad el número de parámetros analizados en plan de mantenimiento debe limitarse, así como la proporción de máquinas implicadas. Además el termino vigilancia continua se flexibiliza hasta convertirlo en vigilancia periódica, reservando la monitorización solo para aquellos equipos críticos en el proceso.

Como consecuencia de las limitaciones anteriores pueden presentarse los siguientes inconvenientes:

- ✓ Que el defecto se produzca en el intervalo de tiempo comprendido entre dos medidas consecutivas.
- ✓ Que un defecto no sea detectado con la medición y análisis de los parámetros incluidos en el programa.
- ✓ Que, aun siendo detectado un defecto, este no sea diagnosticado correctamente o en toda su gravedad.

- ✓ Que, aun habiéndose realizado un diagnóstico correcto, no sea posible programar la parada de la maquina en el momento oportuno, y sea preciso asumir el riesgo de fallo.

2.3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO

Las acciones de carácter proactivo tienen como finalidad aumentar la disponibilidad de los activos industriales a través de la disminución de paradas no programadas. El mantenimiento preventivo pertenece a este grupo y tiene la característica de aprovechar el momento más oportuno para intervenir los equipos maximizando su eficiencia. Si la planificación es adecuada, es posible preparar piezas, herramientas, repuestos e insumos para su mantenimiento.

Sin embargo y como se verá oportunamente, si no se realiza un análisis técnico-económico adecuado y se aplica un Mantenimiento Preventivo deliberadamente, pueden incrementarse sustancialmente los gastos de estos sin obtener, como mejoras en la confiabilidad y la disponibilidad.

Mediante esto forman parte de sus tareas se encuentran la sustitución periódica de partes, restauración e inspección de equipos, limpieza, lubricación y calibración de instrumentos, entre otros.

Esto se lleva a cabo a intervalos fijos de tiempo, horas de marcha, ciclos, volumen de producción, etc. Estos intervalos deben estimarse con la mayor exactitud posible y no debiera importar el estado particular del elemento a sustituir o restaurar al momento de realizar el trabajo. Normalmente es necesario que la instalación se encuentre fuera de servicio. Si el efecto de los modos de falla que se pretenden evitar no compromete la seguridad, se deberá entonces evaluar el beneficio económico que de su aplicación se espera obtener.

2.3.1. Alcance y definición

El mantenimiento preventivo periódico, también conocido como Mantenimiento Cíclico, es un tipo de mantenimiento planificado que incluye intervenciones programadas para la reparación del ítem o del cambio de sus componentes a intervalos fijos, sin importar su estado de condición al momento de realizar la tarea.

Decir que “no importa el estado del ítem a mantener”, significa que el reemplazo o la reparación no es tan condicionados al estado del ítem cuando se realiza el trabajo. No obstante, es vital la información que nos transmite el componente, pues permitirá optimizar y ajustar el tiempo medio entre fallas para futuras intervenciones.

Aprovechando el momento más oportuno para detener la producción, las tareas preventivas permiten una mejor planificación de los recursos, prolongando el tiempo libre de falla. Se minimizan, además, los riesgos en materia de seguridad operacional debido a que las acciones correctivas de emergencia aumentan notablemente la probabilidad de accidentes o incidentes. De la misma manera, y con buena planificación, ayudan al cuidado del medio ambiente.

Se deberá tener en claro la dimensión de la vida útil, pues todos los reemplazos realizados prematuramente es vida útil desperdiciada imposible de recuperar.

Dentro del plan de mantenimiento preventivo se pueden encontrar:

- Reemplazo de equipos, subconjuntos, componentes o piezas: transcurrido cierto intervalo algunos elementos denotan desgaste natural o fatiga, lo que conduce a un aumento importante de su probabilidad de falla. Se manifiesta fundamentalmente en componentes mecánicos móviles expuestos a corrosión, erosión, oxidación o ciclos térmicos de importancia. La sustitución del equipo a su estado original, se logra a través del reemplazo de sus partes.
- Conservación, revisión o restauración de componentes: al igual que el reemplazo de componentes las acciones de conservación periódica se consideran rutinas de mantenimiento preventivo y consisten en controlar o revisar en forma programada los equipos para llevarlos a su estado de condición básica original. Generalmente requiere el desmontaje, desarme e inspección del sistema.
- Rutinas de inspección y chequeos de recorrido: no incluyen reemplazos ni restauraciones programadas, pero se integran a un plan de mantenimiento preventivo porque representan acciones concretas para la conservación de la condición básica y para corregir defectos. Su costo de realización es bajo frente a los beneficios que se obtienen
- Calibración: el ajuste de parámetros en los instrumentos de proceso valiéndose de patrones, se denomina calibración. Es una acción que contempla, medir, controlar y ajustar los parámetros de proceso de acuerdo a patrones certificados. Estas

rutinas permiten asegurar que los estándares de calidad solicitados se ajusten a las normativas vigentes.

Las tareas de mantenimiento preventivo son acciones periódicas tendientes a prolongar el tiempo libre de fallas inesperadas, defectos o desviaciones en las variables de proceso.

Los objetivos del mantenimiento preventivo se pueden resumir en los siguientes puntos:

- ✓ Aumentar disponibilidad de activos industriales a través de la disminución de las detenciones no programadas.
- ✓ Minimizar las averías imprevistas de los equipos.
- ✓ Mejorar el aprovechamiento de la mano de obra por medio de la programación de tareas.
- ✓ Mejorar la calidad de productos y servicios
- ✓ Disminuir el riesgo para el personal en las operaciones de producción y mantenimiento.
- ✓ Minimizar los gastos debido a reparaciones de emergencia.
- ✓ Disminuir el impacto ambiental por medio de una mejor planificación de las tareas.

2.3.2. Programación y planificación

El mantenimiento preventivo consiste en intervenir cíclicamente los equipos, transcurrido cierto tiempo calendario, horas de marcha, distancia recorrida, ciclos de operación u otra unidad de medida relacionada con el mecanismo de degradación. Siendo que es necesario detener la marcha de los equipos (excepto cuando se trata de rutinas de inspección dinámicas), la preparación anticipada planificación es la clave para evitar tanto pérdidas de tiempo como perdidas económicas.

2.3.3. Rutinas de inspección

Las rutinas de inspección pueden dividirse en dos grupos; Rutinas de inspección estáticas y Rutinas de inspección dinámicas, esto de acuerdo al estado de marcha del equipo. La frecuencia de las inspecciones puede ser variable dependiendo del equipo que lo requiera, estas pueden ser diarias, quincenales, mensuales, anuales, etc.

2.3.3.1. Rutinas de inspección estáticas

Consisten en chequear visualmente los equipos fuera de la operación normal, y que no necesariamente supone el desarme de componentes. Es una inspección general y de comprobación. Se hacen antes de cada puesta en marcha o en algún momento que la operación lo permita sin afectar el proceso productivo. El personal que realice la inspección debe contar con un alto grado de sensibilidad técnica.

2.3.3.2. Rutinas de inspección dinámicas

Corresponden a inspecciones de máquinas en funcionamiento o el control de sus variables de proceso, estas traen un mayor beneficio en un mantenimiento preventivo. Se realizan aplicando los sentidos humanos o utilizando instrumental de baja complejidad técnica. Conocidas como “Tareas Indirectas de Base”.

La confección de una RID debe ser desarrollada por personal altamente capacitado tanto en mantenimiento como en los procesos productivos de la organización. Su optimización se logra mediante un análisis causa-efecto para cada modo de falla. Se definen como indirectas, debido a que el comportamiento de las variables de proceso indica “indirectamente” la potencial falla de alguna parte o subconjunto del equipo. La misión del personal de Mantenimiento y Producción, es identificar esta relación directa entre efecto (variable) y causa (modo de falla).

2.3.4. Rutinas de lubricación

Las tareas de lubricación son actividades básicas de conservación siempre rentables. Si bien representan un costo dado por el lubricante y la mano de obra utilizada para aplicarlo, en general es bajo en comparación a los beneficios obtenidos durante cualquier periodo de análisis.

Son el pilar fundamental para un plan integral de mantenimiento preventivo en instalaciones cuyos componentes se encuentra sometido a movimiento y desgaste. La fricción constituye uno de los peores enemigos en contra de los fallos.

Un programa de lubricación persigue eliminar modos de falla específicos con consecuencias graves para los activos, tal como el que puede suceder en una caja de engranajes por falta de aceite. En realidad las fallas suceden por falta de lubricación o por degradación del lubricante.

Una ruta de lubricación es una sucesión de puntos a lubricar o inspeccionar, ordenados según algún criterio establecido (geográfico, lógico, funcional, etc), y quedara respetarse por quien tenga a cargo el trabajo. Las rutas de lubricación contemplas las siguientes actividades:

- Adición o reemplazo de grasas lubricantes
- Adición, cambios de aceite, filtros o piezas con baja complejidad técnica
- Controles de nivel y adición
- Limpieza ajuste de conectores, verificación de depósitos, registro de información, etc.
- Cualquier tarea de baja complejidad vinculada a la lubricación de componentes.

2.3.4.1. Frecuencias para rutinas de lubricación

Se deberá escoger la que más se adapte al régimen de marcha de los componentes.

Identificado y separado aquellos puntos para los cuales una sobre lubricación es perjudicial, la estimación de la frecuencia se establece en base a la experiencia del personal técnico, el estudio teórico de las posibles fallas, recomendaciones del fabricante del equipo o del lubricante, los datos de componentes con características similares. Recordar que las averías prematuras en cadenas de transmisión, arrastre o sincronización, se dan por una elección inadecuada del lubricante o por un periodo de lubricación incorrecto. Para aquellos puntos en los que la frecuencia y la cantidad de lubricante deben respetarse estrictamente (generalmente vinculada a horas de marcha), se recomienda establecer una ruta de lubricación específica.

Para el caso de lubricación por grasa de rodamientos, la frecuencia de re engrase dependerá de:

- Tamaño del rodamiento.
- Velocidad de giro.
- Carga aplicada.
- Temperatura de operación y nivel de humedad.
- Tipo de grasa.

2.4. FALLAS DE ELEMENTOS MECÁNICOS

La gran mayoría de los equipos industriales están de una u otra forma sometidos a desgaste. La mayor parte de las veces ese desgaste es predecible y se puede definir una estrategia de reemplazo de piezas en función de la predicción de este desgaste. Sin embargo, muchas veces es impredecible, o bien repentino, originando una detención indeseada del equipo o sistema, con la consiguiente pérdida económica asociada.

En algunos casos, incluso es posible que las fallas por desgaste puedan generar situaciones catastróficas, con un deterioro irreversible de piezas, componentes, equipos o sistemas. Por estas razones es que se hace necesario el entendimiento de los procesos de desgaste, cómo mitigarlos y cómo prevenirlos.

El desgaste mecánico ocurre cuando las superficies de una máquina se desgastan mecánicamente una sobre la otra. El desgaste abrasivo es un método en el cual la contaminación con partículas causa la mayor parte del desgaste. Partículas como la tierra o las mismas partículas desprendidas del desgaste propio pueden causar abrasión entre los cuerpos sometidos o fatiga de la superficie, lo que da como resultado que la superficie se pique o rasgue.

El desgaste adhesivo involucra a dos superficies que entran en contacto directo entre sí, transfiriendo metal de una a la otra. Este desgaste se presenta en áreas en donde el lubricante no puede soportar la carga o en áreas donde hay escasez de lubricante.

Es posible prevenir la ocurrencia de estos hechos manteniendo apropiadamente selladas las máquinas para restringir el ingreso de partículas, y asegurándose de que los lubricantes que utiliza cumplen o exceden los requerimientos de operación de los componentes, lo que puede extender la vida de la maquinaria y reducir el total de fallas.

2.5. TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO CONDICIONAL

Siempre resulta útil que el personal de mantenimiento sea capaz de interpretar y diagnosticar los resultados obtenidos a partir de informes predictivos o proactivos. Es conocida la expresión que un ingeniero de mantenimiento de ser trilingüe, vale decir,

manejar con suficiente solvencia el monitoreo de máquinas y equipos s través de análisis de vibraciones, termografía infrarroja y análisis de aceites usados.

Una vez definida la necesidad de monitorear la falla sintomática en su estado prematuro (antes que se transforme en una falla funcional), se requiere seleccionar las herramienta que mejor se ajuste para su detección. El diagnostico tendrá que incluir la estimación del tiempo remanente de utilización para el activo (con la mayor precisión) y la identificación de la causa raíz de falla (con la mayor certeza).

Muchos ensayos no destructivos (END) tienen un fuerte poder de predicción. Se aplican en la etapa de fabricación de equipos y como criterio de aceptación de calidad y mantenimiento. Resulta ventajoso, sin embargo conocer la sensibilidad y la confiabilidad intrínseca de cada técnica. La sensibilidad es una características de la tecnología; la confiabilidad, depende de la experiencia del analista, de las condiciones ambientales, de la calibración de los instrumentos y de otros factores inherentes al contexto. Siendo que nunca ambas propiedades alcanzan el 100%, el ingeniero de mantenimiento debe evaluar la mejor relación para cada necesidad.

El objetivo de aplicar las herramientas predictivas del tipo END, no es únicamente la detección del defecto, es preciso interpretar, también, los resultados para determinar la ubicación de la falla, identificar las causas y, sobre todo, estimar el tiempo de vida remanente del sistema. Este último punto requiere mucha experiencia del analista.

Cualquiera sea la técnica condicional escogida, es preciso definir los niveles de aceptación para el parámetro característico medido (parámetro sensible de control), así como los valores de alerta y alarma correspondientes.

2.5.1. Ondas de ultrasonido

Es posible utilizar las ondas ultrasónicas (> 200 kHz) para determinar el espesor de materiales metálicos y no metálicos, o bien para identificar discontinuidades en su interior. Los proceso de desgaste acelerado por la fricción o corrosión por lo general van acompañados de una disminución o alteración del espesor, lo que constituye una posible falla sintomática.

Las ondas acústicas se ven afectadas en su tiempo de recorrido dentro del material, o en su frecuencia, cuando cambia el medio de propagación. Dado que cualquier discontinuidad como las mencionadas provoca cambios en el medio de propagación, se

aprovecha este fenómeno para detectarlas. La resistencia que ofrece el material a propagar señales acústicas es una propiedad vital en el análisis de fallos por el uso de eco-pulso o activo.

2.5.1.1. Alcance y aplicaciones

Esta metodología se aplica a la mayoría de materiales (ferrosos y no ferrosos), y una vez que el instrumento ha sido calibrado, las mediciones son sencillas. Se recomienda, de todas formas, un técnico experimentado para el diagnóstico. Se usa para medir espesores, o detectar discontinuidades tales como fisuras, defectos ocluidos, poros, errores de soldadura, cambio de material, variación en la concentración de líquidos, falta de adhesión entre materiales, defectos superficiales, grado nodular de una fundición, heterogeneidad en el curado estructural de hormigón o altas temperaturas.

2.5.1.2. Ventajas y desventajas

Dentro de las ventajas que presenta este ensayo se encuentran las siguientes:

- Solo es necesario acceder a la pieza por uno de sus lados, por lo que resulta útil medir espesores en lugares de difícil acceso.
- Permite monitorear casi cualquier tipo de material.
- Alto poder de penetración, lo que permite analizar discontinuidades del material a una gran profundidad.
- No utiliza radiaciones nocivas para el operario del equipo.

Las desventajas que posee este ensayo con las siguiente:

- Su utilización se encuentra limitada a la geometría, espesor y acabado de la superficie.
- Las secciones pequeñas o delgadas son de difícil inspección por este método.
- El equipo tiene un costo elevado.

2.5.2. Partículas magnéticas

Un método difundido por monitoreo, es la inspección con partículas magnéticas, Consiste en magnetizar la pieza a ensayar para luego dispersar superficialmente un polvo o solución con alto contenido de partículas final de hierro. Como es posible imaginar, sólo

es aplicable en materiales ferromagnéticos y, al igual que lo que ocurre con tintas penetrantes, puedan detectarse solo discontinuidades superficiales dentro de las cuales se depositan y orientan fácilmente las partículas de hierro atraídas por el campo magnético inducido. En rigor, las discontinuidades superficiales provocan en el campo magnético lo que se conoce como dispersión del campo o campo de fuga. Se utilizan también partículas magnéticas fluorescentes (de alta permeabilidad magnética) para aumentar la sensibilidad, pero requieren de luz ultra violeta para ser observadas.

Para el diagnostico se aplican los mismo conceptos y precauciones en tintas penetrantes, Solamente en ciertos casos pueden identificarse grietas o fisuras que no emergen completamente a la superficie (dispersión del campo apenas perceptible).

Una eventual alternativa es utilizar compuestos magnéticos curables. La solución magnética, que posee en suspensión finas partículas ferromagnéticas, se seca después de cierto tiempo. Las partículas se depositan en las proximidades de la grieta (por dispersión de campo) y, cuando se retira el compuesto curado, pueden observarse del lado opuesto delgadas líneas, oscuras que denotan la presencia del defecto, Los requisitos de preparación superficial son similares a los recomendados para las tintas penetrantes.

2.5.2.1. Ventajas y desventajas

Dentro de las ventajas es posible apreciar lo siguiente:

- Es un método bastante rápido, económico y requiere de un menor grado de limpieza.
- Se pueden detectar discontinuidades superficiales.
- Equipo portátil y adaptable a muestras de distintos tamaños.
- Las indicaciones se forman directamente en la superficies de la muestra.

Las limitaciones que presenta este método son:

- Solo es aplicable en materiales ferromagnéticos.
- Requiere de una fuente de energía directa.
- La rugosidad de la superficie puede alterar el ensayo.
- Se quiere de dos o más magnetizaciones.

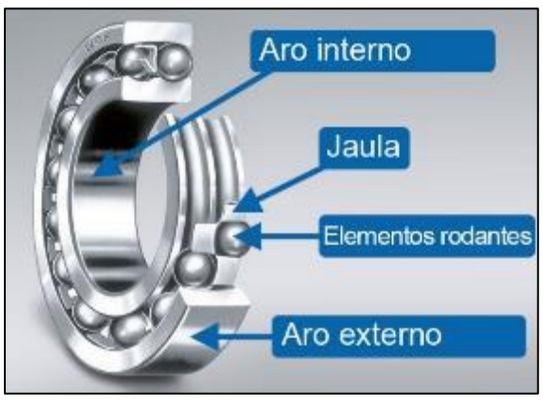
2.6. ELEMENTOS ROTATIVOS DE DESGASTE

2.6.1. Rodamientos

Hoy en día, los rodamientos son una de las piezas de maquinaria más utilizadas, ya que su movimiento giratorio facilita todos los movimientos y además ayuda a reducir la fricción entre los distintos elementos móviles.

Los rodamientos tienen dos funciones principales, las cuales son, transferir el movimiento, es decir, apoyan y giran componentes que giran entre sí, y la trasmisión de fuerzas. Existen distintos tipos de rodamientos y para diferentes aplicaciones, entre otros tenemos rodamientos de rodillos, rodamientos axiales, rodamientos radiales, rodamientos angulares entre otros.

Los rodamientos en general están compuestos por los siguientes componentes que son, dos anillos o discos con caminos de rodadura, elementos de rodadura en forma de rodillos o de bolas y una jaula, que es la estructura que mantiene separados los elementos de rodaduras y las guías.



Fuente: consejo.oscaro.es/

Figura 2-1: Componentes rodamiento rígido de bolas.

El anillo interior o exterior se fabrica generalmente a partir de una aleación especial de acero al cromo de gran pureza. Este material tiene una dureza y una pureza necesaria. Ambos factores son importantes para conseguir un elevado índice de carga y prolongada vida útil. Por lo general los caminos de rodadura están endurecidos y pulidos.

También suelen utilizarse materiales especiales como cerámicos y plásticos, aunque los plásticos no tienen capacidad para soportar temperaturas extremadamente altas.

Para la selección correcta de rodamiento es necesario conocer las dimensiones del lugar donde se utilizará, es decir conoce el diámetro externo o interno del eje.

2.6.1.1 Lubricación de rodamientos

Existen diversos factores que influyen en el rendimiento de la lubricación, por lo cual se entiende que la vida útil del rodamiento depende de la lubricación correcta. Los lubricantes de grasa ayudan a proteger las superficies contra la corrosión y a la vez reducen la fricción. La lubricación inadecuada genera un alto porcentaje de los daños de los rodamientos. Si bien es un término amplio, clasificamos la "lubricación inadecuada" en estas categorías básicas:

- Cantidad excesiva.
- Grasa incorrecta.
- Grasa gastada.
- Sistemas e intervalos
- Cantidad escasa.
- Mezcla de grasas.
- Contaminación de agua por lubricación incorrecta.

Una amplia gama de rodamientos se lubrican por grasa. Esto permite intervalos prolongados entre re lubricaciones y, además, diseños más sencillos. La cantidad de grasa con que debe trabajar un rodamiento es clave para su desempeño y depende de su tamaño, velocidad y tipo. Estos parámetros, inherentes al diseño y contexto operativo, definen lo que se llama *factor de velocidad* (f_v). Para calcular el factor de velocidad se determina primero el *diámetro medio* (d_m) del rodamiento según la siguiente ecuación:

$$d_m = \frac{d_i + d_e}{2}$$

Ecuación 1

Donde d_i y d_e son del diámetro del agujero (interno) y el diámetro externo respectivamente, en milímetros- Luego, el factor (f_v) queda definido por la ecuación 2, en

la que se aprecia la influencia de la velocidad de rotación (rpm) y un factor adicional de corrección (f_c) que se obtiene de tablas disponibles para cada tipo de rodamiento. Su valor está comprendido entre el 1 y 3, dependiendo del tipo de rodamiento y fabricante.

$$f_v = d_m * rpm * f_c$$

Ecuación 2

Con f_c, y con ayuda de la tabla, puede estimarse la cantidad de lubricante como porcentaje del volumen libre del rodamiento. Este último valor puede obtenerse mediante la siguiente ecuación.

$$V = \left(\frac{\pi}{4} * (D^2 - d^2) * T\right) - \frac{M}{A}$$

Ecuación 3

Donde D^2 y d^2 son del diámetro de la pista externa y el diámetro de la pista interna respectivamente, en milímetros. En tanto T corresponde al ancho del rodamiento y M al peso de este en Kg. A se estipula como la densidad promedio del acero 7,8 * 10^{-6} en $kg/mm^{3.}$

Tabla 2-1: Porcentaje a llenar con grasa del volumen libre del rodamiento.

f_v	**Cantidad aproximada de grasa [% volumen libre]**
≤ 80.000	90 %
80.000 – 30.000	30 %
350.000 – 500.00	15 %
> 500.000	Lubricación con aceite

Fuente: Libro mantenimiento Pistarelli.

2.6.1.2. <u>Inspección y limpieza</u>

Al igual que los demás componentes mecánicos importantes, los rodamientos de bolas y de rodillos se deben limpiar y examinar con frecuencia. Los intervalos entre las inspección dependen totalmente de las condiciones de funcionamiento.

Si es posible determinar el estado del rodamiento durante el funcionamiento, por ejemplo escuchando el sonido del rodamiento y midiendo la temperatura o examinando el lubricante, suele bastar con una limpieza e inspección anual de los rodamientos (aros, jaula y elementos rodantes) y otros componentes de la disposición de rodamientos. Si las cargas son elevadas, las inspecciones deben ser más frecuentes, por ejemplo, los rodamientos de las máquinas de laminación suelen ser inspeccionados cuando se cambian los rodillos de las mismas.

Después de limpiar los componentes del rodamiento con un disolvente adecuado (trementina, parafina, etc.), estos se deben lubricar inmediatamente con aceite o con grasa para evitar la corrosión. Esto es especialmente importante para los rodamientos montados en máquinas que a mantenerse en desuso durante largos periodos de tiempo.

2.6.2. Sistema de transmisión por cadena

Las cadenas de transmisión son la mejor opción para aplicaciones donde se quiera transmitir grandes pares de fuerza y donde los ejes de transmisión se muevan en un rango de velocidades de giro entre medias y bajas.

Las transmisiones por cadenas son transmisiones robustas, que permiten trabajar en condiciones ambientales adversas y con temperaturas elevadas, aunque requieren de lubricación. Además proporcionan una relación de transmisión fija entre las velocidades y ángulo de giro de los ejes de entrada y salida.

Según su función a desarrollar, las cadenas se dividen en los siguientes tipos:

- **Cadenas de transmisión de potencia:** Su aplicación es transmitir la potencia entre ejes que giran a unas determinadas velocidades.

- **Cadenas de traslación:** Son un tipo de cadenas que gracias a una geometría específica de sus eslabones o enlaces le permiten desempeñar una función de transporte o arrastre de material.

- **Cadenas de carga:** También llamadas de bancos de fuerzas. Son cadenas que permiten transmitir grandes cargas, y son usadas, por ejemplo, para elevar grandes pesos, o accionar bancos de fuerza, entre otros usos.

Actualmente se encuentra dispuesto para el accionamiento del carro de arrabio 1, un sistema de traslación por cadena de eslabón, el cual es accionado por un motor reductor (con cambio de giro). En el sistema se encuentra dispuesto un Sprocket motriz y cuatro Sprocket conducidos, los cuales se encuentran configurados como se muestran en el (Anexo 3: Plano del sistema de traslación por cadena).

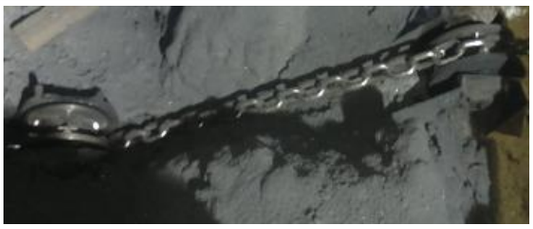
Fuente: Captura propia.

Figura 2-2: Sistema de traslación por cadena de eslabón.

2.6.2.1. Componentes involucrados

Dentro de los componentes involucrados en el sistema de traslación es posible apreciar los siguientes:

Motor	
Reductor	

Sprocket Motriz	
Cadena de Eslabón	
Sprockets Conducidos	

2.6.2.2. Características del conjunto motriz

Dentro del conjunto motriz se encuentran elementos fundamentales para el funcionamiento del sistema, tales como, Sprocket motriz, Cadena y Sprocket conducido, por lo cual se describen sus principales características técnicas.

- Características técnicas polea motriz:

Componente	Dimensiones (mm)		Material
	D	T	
Polea Motriz	274	126	Ac Fundido ASTM - A148 (G90-60)

- Características técnicas cadena de eslabón:

Componente	Carga de trabajo Kg	Dimensiones (mm)		Peso en Kg/m
		D	T	
Cadena DIN 5687-8	12500	20	60	9

- Para la cadena también se describen las características mecánicas:

Tensión de carga de trabajo	200 N/mm2
Tensión de carga de test	500 N/mm2
Tensión de ruptura	800 N/mm2
Elongación mínima antes de la ruptura	20%

- Características técnicas polea conducida:

Componente	Dimensiones (mm)		Material
	D	T	
Polea Conducida	274	110	Ac Fundido ASTM - A148 (G90-60)

2.6.2.3. Inspección y limpieza al sistema de traslación

Cadenas utilizadas en movimientos de cargas deben ser inspeccionadas por lo menos una vez al año y, dependiendo del tipo de trabajo, semestralmente. Es fundamental poder realizar una inspección visual en busca de deformaciones, torceduras, aplastamiento o elongación excesiva de la cadena.

Cabe destacar que cada tipo de cadena se encuentra sujeta a un mayor o menor desgaste dependiendo de la configuración en la cual se encuentre el sistema. Para este caso particular la cadena de eslabón debe someterse a elevadas cargas de tracción, y a un ambiente bastante agresivo de partículas, por lo cual es necesario una constante limpieza tanto de la cadena como de los Sprocket del sistema.

Un aspecto fundamental en la vida útil de una cadena de eslabón y el Sprocket motriz, es una adecuada lubricación, si bien para este tipo de cadenas no existe un determinado tipo de lubricación, se hace necesario utilizar alguna grasa en spray con el objetivo de evitar una desgaste excesivo.

2.7. MOTOREDUCTORES

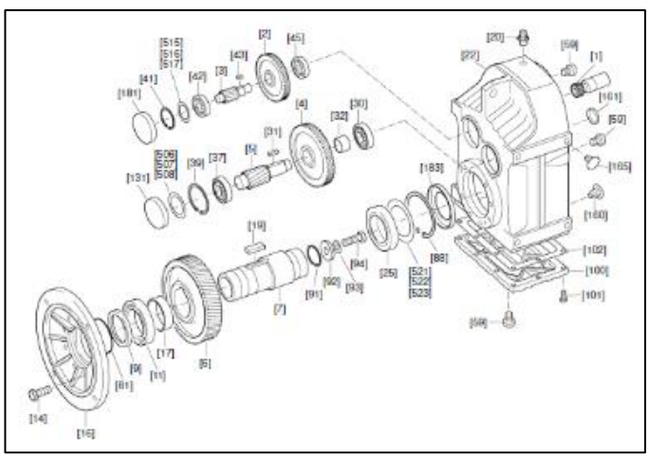
Los reductores de velocidad son dispositivos mecánicos utilizados generalmente para dos propósitos. Su aplicación principal es multiplicar la cantidad de par de torsión generada por una fuente de alimentación para aumentar la cantidad de trabajo utilizable.

Asimismo, también ayudan a reducir la velocidad de esta fuente para conseguir distintos tipos de velocidades.

La selección y la integración de los reductores de velocidad implica mucho más que simplemente escoger uno de un catálogo. En la mayoría de los casos el par, las velocidades y las cargas radiales no pueden utilizarse simultáneamente. Se deben aplicar factores adecuados de mantenimiento para dar cabida a una amplia gama de aplicaciones dinámicas. Y, una vez seleccionado el reductor de velocidad apropiado, la instalación y el mantenimiento correcto son las claves para maximizar la vida del reductor.

De acuerdo a la información obtenida de los motores reductores involucrados en los equipos, solo se logra identificar los correspondientes a la marca SEWEURODRIVE, ya que existen otros reductores de los cuales no se tiene procedencia, como tampoco información técnica que sirva como base para realizar el plan de mantenimiento, por lo tanto solo se hará referencia a los reductores antes mencionados.

En la siguiente imagen se puede observar la estructura general de los reductores cilíndricos de ejes paralelos, los cuales se encuentran presente en el carro de arrabio II.



Fuente: Catalogo motorreductores SEWEUDRIVE.

Figura 2-3: Estructura general de los reductores cilíndricos de ejes paralelos.

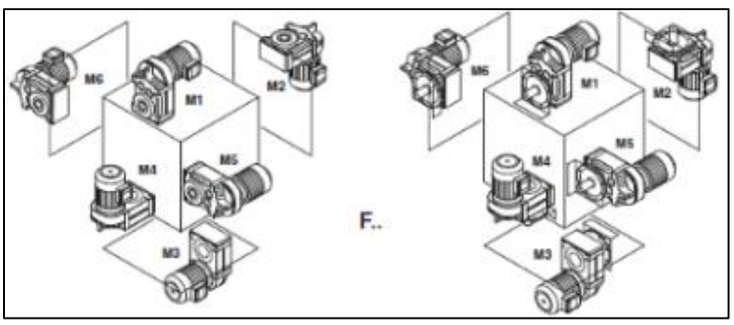
2.7.1. Lubricación de motorreductor

La lubricación dentro de un motorreductor es de vital importancia para el correcto funcionamiento de sus engranes, puesto que, disminuye roce y en consecuencia previene

excesivas alzas de temperatura lo que podría inferir en una posible dilatación del cuerpo del engrane y comenzar a desgastarse.

Siempre antes de realizar alguna labor de mantenimiento en un equipo es primordial consultar al fabricante (catálogos), la información entregada la cual nos permitirá tomar la mejor decisión posible ante cualquier acción a efectuar sobre el equipo.

Cabe mencionar, que es importante tener en cuenta la posición en que está dispuesto el motorreductor en terreno, SEW indica que hay 6 posibles formas de montaje de estos que van de M1 hasta M6 en el plano de un cubo. El objetivo de tener en cuenta la posición del equipo radica en el llenado de lubricante a la caja reductora, básicamente por el tapón de llenado y vaciado que posee, como también la posición de la caja de bornes, ventilador, etc.

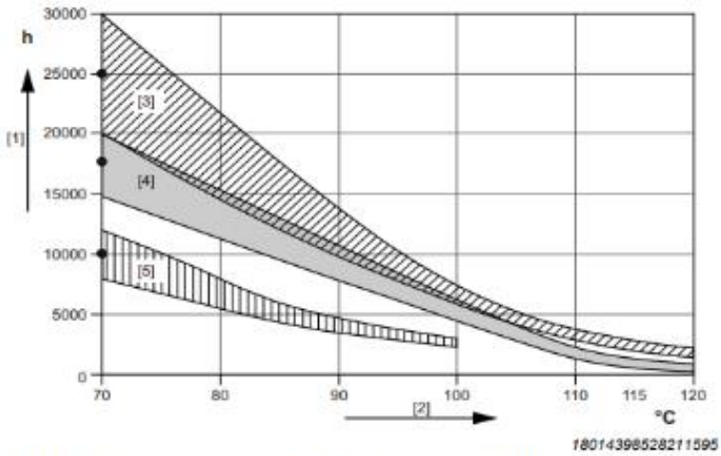


Fuente: Catalogo SEW-EURODRIVE.

Figura 2-4: Posiciones motorreductores F.

Salvo que se establezca un acuerdo especial, SEW-EURODRIVE suministra los accionamientos con un lubricante determinado en función del reductor y de la posición de montaje. Por esto, es muy importante indicar la posición de montaje al solicitar el accionamiento. Si se modifica la posición de montaje con posterioridad, se debe adaptar la cantidad de llenado de lubricante a la posición de montaje modificada.

Para las acciones de recambio de lubricante de los motorreductores, SEW nos entrega el siguiente gráfico que nos indica los intervalos de cambio de aceite, según del tipo de lubricante que el reductor utiliza.



[1] Horas de servicio
[2] Temperatura constante del baño de aceite
• Valor medio según el tipo de aceite a 70 °C
[3] CLP PG/CLP PG NSF H1
[4] CLP HC/CLP HC NSF H1
[5] CLP (CC)/E

Fuente: Catalogo Motorreductores, SEW-EURODRIVE.

Figura 2-5: Frecuencia recambio lubricantes para reductores SEW-EURODRIVE

CAPÍTULO 3: DISEÑO Y SOLUCIÓN

3.1. PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO

Para la elaboración del plan de mantenimiento es necesario realizar inicialmente un levantamiento de información con el fin de identificar los equipos de transporte involucrados en el traspaso de arrabio, escoria y acero, para así verificar los componentes que conlleva cada uno de los equipos, los cuales serán ordenados de acuerdo a la secuencia del proceso en el cual se encuentran involucrados, esto nos permitirá llevar un orden secuencial para elaborar tanto rutas mecánicas como rutas de lubricación e inspección.

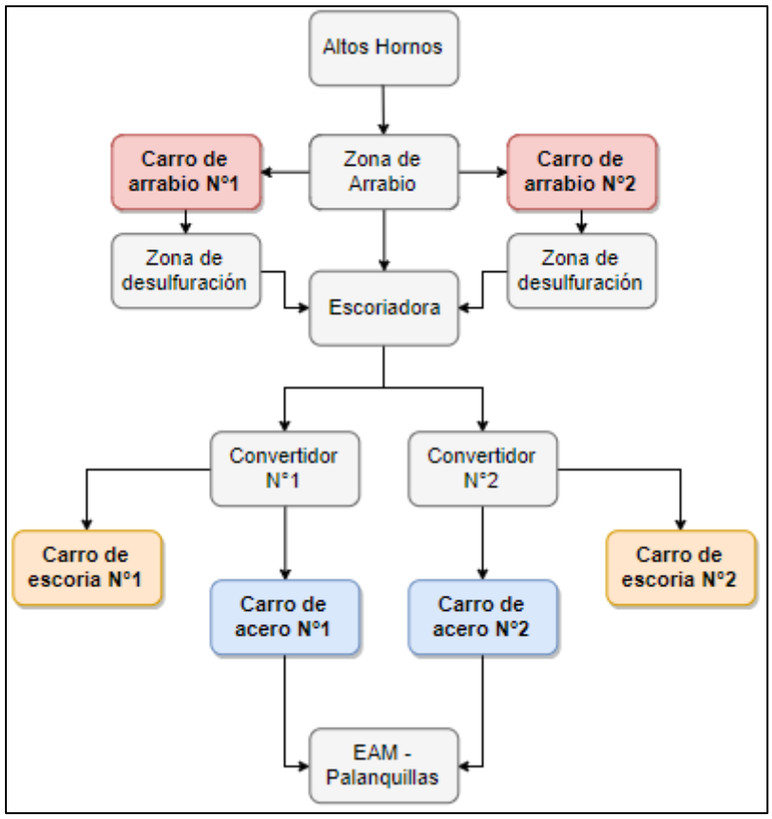
3.2. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

Una de las tareas más importantes dentro de la planificación del mantenimiento es realizar un levantamiento de información de los equipos que componen el sistema productivo que se requiere intervenir, ya que dependerá de la ubicación de los equipos, y de la importancia que poseen dentro del proceso.

Para lograr eficientemente la realización del plan de mantenimiento es necesario efectuar ciertos puntos primordiales, tales como; realizar el orden de la secuencia del proceso, levantamiento de equipos y componentes de estos, acciones necesarias para llevar a cabo lo propuesto, establecer periodos e intervalos de mantenimiento, y por último, realizar una evaluación técnica y análisis económico de la aplicación del sistema.

3.3. SECUENCIA DEL PROCESO

En el proceso que se desarrolla dentro de la Acería conox, se encuentran dispuestos los carros de traspaso, ubicados de acuerdo a la tarea que realizan dentro del área, como se puede apreciar en el siguiente esquema.



Fuente: https://www.draw.io/.

Figura 3-1: Secuencia del proceso.

Como es posible apreciar en el esquema anterior, cada carro cumple un rol fundamental dentro del proceso en la Acería, siendo así los principales responsables en la fabricación del acero.

3.4. LUBRICACIÓN DE EQUIPOS

3.4.1. Rodamientos

Mediante las Ecuaciones 1, 2, 3 y la tabla del Capítulo 3 para el cálculo de la cantidad de grasa requerida en base al porcentaje del volumen libre del conjunto rodante, se agrupan los rodamientos que serán lubricados según la cantidad necesaria la cual se realizara en un periodo mínimo de seis semanas, en tanto no existan variaciones en el funcionamiento de los rodamientos.

Se deja constancia que no existe información técnica correspondiente a los datos del reductor del carro de arrabio 1, por lo tanto no se consideran los rodamientos del equipo para los cálculos a realizar.

3.4.1.1. Cálculos de cantidad de grasa

Para efecto de comprensión, solo se adjunta el cálculo de un rodamiento, los cálculos restantes se encuentran en (Revisar Anexo 2: Calculo de cantidad de grasa).

Datos

- Rodamiento: SKF 24034 CC/W 33
- d_e = 260 mm
- d_i = 170 mm
- T = 90 mm
- Velocidad = 8,9 rpm
- Masa = 17,5 kg
- Densidad acero = $7{,}8x10^{-6}$ kg/mm^3

- Mediante la ecuación 5 se determina el diámetro medio.

$$d_m = \frac{170 + 260}{2}$$

$$d_m = 215 \text{ mm}$$

- Mediante la ecuación 6 se determinar el Factor f_v..

$$f_v = 215\ mm * 8{,}9\ rpm * \ 2$$

$$f_v = 3827$$

- Mediante la ecuación 7 se determina el volumen libre del rodamiento.

$$V = \left(\frac{\pi}{4} * (260^2 mm - 170^2\ mm) * 90\ mm\right) - \frac{17{,}5\ kg}{7{,}8 * 10^{-6}\ kg/mm^3}$$

$$V = 491952{,}06\ mm^3 * 0{,}9$$

$$Volumen\ a\ rellenar = 442756{,}854\ mm^3$$

Ya obtenidos los resultados y con la ayuda de la Tabla 2-5 del Capítulo 3 es posible determinar de acuerdo al porcentaje del volumen libre del rodamiento la cantidad de grasa a utilizar.

La siguiente tabla muestra los valores obtenidos para los rodamientos involucrados, los cuales son expresados en L.

Tabla 3-1: Cantidad de grasa a utilizar.

Unidades	Rodamientos	Factor *fv*	Porcentaje a llenar	Volumen a rellenar con grasa (L) C/U	Total x unidad (L)
12	Timken HM136948 23048 W	4390,29	90%	1,62	19,41
8	SKF 24034 CC/W 33	3827	90%	0,44	3,54
Volumen total a rellenar en (L)					22,95

Fuente: Microsoft Excel.

3.4.2. Motorreductores

De acuerdo a la falta de información de los moto reductores involucrados, solo se consideran los pertenecientes a la marca SEW-EURODRIVE, los cuales se encuentran presente en el carro de arrabio II. En este equipo es posible encontrar dos moto reductores los cuales se encuentran dispuestos en la posición M5 y M6, se hace necesario considerar este punto, ya que el fabricante entrega la cantidad de llenado del lubricante de acuerdo a la posición de montaje.

Es necesario indicar que los motores reductores son del tipo:

- FH157, Posición M5 (Ejes paralelos)
- FH157, Posición M6 (Ejes paralelos)

En el siguiente extracto del catálogo SEW-EURODRIVE, nos muestra el llenado de la caja reductora según la posición de montaje para aquellos reductores de ejes paralelos.

Reductor	Cantidad de llenado en litros					
	M1	M2	M3	M4	M5	M6
F..27	0.60	0.80	0.65	0.70	0.60	0.60
F..37	0.95	1.25	0.70	1.25	1.00	1.10
F..47	1.50	1.80	1.10	1.90	1.50	1.70
F..57	2.70	3.50	2.10	3.40	2.90	3.00
F..67	2.70	3.80	1.90	3.80	2.90	3.20
F..77	5.9	7.3	4.30	8.0	6.0	6.3
F..87	10.8	13.0	7.7	13.8	10.8	11.0
F..97	18.5	22.5	12.6	25.2	18.5	20.0
F..107	24.5	32.0	19.5	37.5	27.0	27.0
F..127	39.0	54.5	34.0	61.0	45.0	46.5
F..157	68.0	103.0	62.0	104.0	85.0	77.0

Fuente: Catalogo SEW-EURODRIVE

Figura 3-2: Extracto cantidad de llenado en litros de reductores.

El fabricante SEW-EURODRIVE nos entrega los tipos de lubricantes permitidos en las cajas reductoras de acuerdo al modelo, junto a la tabla se encuentra una descripción con los prefijos del lubricante.

- CLP (CC) = Aceite mineral.
- CLP PG = Poliglicol.
- CLP HC = Hidrocarburos sintéticos.
- = Lubricante sintético.
  = Lubricante mineral.

	6) °C -50 0 +50 +100	DIN (ISO)	ISO,NLGI	Mobil	Shell
R...	Standard -10 +40	CLP(CC)	VG 220	Mobilgear 630	Shell Omala 220
	-25 +80	CLP PG	VG 220	Mobil Glygoyle 30	Shell Tivela S 220
K...(HK...)	4) -40 +80	CLP HC	VG 220	Mobil SHC 630	Shell Omala HD 220
	4) -40 +40		VG 150	Mobil SHC 629	Shell Omala HD 150
	-20 +25	CLP (CC)	VG 150 VG 100	Mobilgear 627	Shell Omala 100
F...	-30 +10	HLP (HM)	VG 68-46 VG 32	Mobil D.T.E. 13M	Shell Tellus T 32
	4) -40 +10	CLP HC	VG 32	Mobil SHC 624	
	4) -40 -20	HLP (HM)	VG 22 VG 15	Mobil D.T.E. 11M	Shell Tellus T 15

Fuente: Catalogo SEW-EURODRIVE.

Figura 3-3: Extracto lubricantes permitidos SEW-EURODRIVE.

De acuerdo a los datos recabados y a la información entregada por el fabricante, es posible determinar la cantidad total de aceite lubricantes para los moto reductores SEW, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3-2: Cantidad de aceite para reductores SEW-EURODRIVE.

EQUIPO	REDUCTOR	ACEITE	POSICIÓN	CANTIDAD (L)
MM5601022	FH157	Mobil SHC 630	M5	85
	FH157	Mobil SHC 630	M6	77
TOTAL A LLENAR (L)				162

Fuente: Microsoft Excel.

3.5. EQUIPOS Y ACCIONES A REALIZAR

En este punto se agrupan los componentes de los carros como también las acciones que se deben ejecutar según equipo, pero cabe señalar que los equipos involucrados en la propuesta de mantenimiento son de similares características por lo tanto no existe una mayor variabilidad en las acciones a realizar para los equipos bajo análisis.

3.5.1. Carro de arrabio N° 1

Dentro del carro de arrabio N°1 se encuentran los componentes principales a los cuales se les realiza las actividades de mantenimiento, estos se describen en la tabla siguiente:

Tabla 3-3: Componentes principales del carro arrabio 1.

EQUIPO	SISTEMA DE TRASLACION	MOTOR REDUCTOR	RODAMIENTOS	LUBRICANTES ACEITE - GRASA	
MM5600003	Cadena dia. 60 mm - Paso 20 mm	Reductor ASEA	Timken HM136948 23048 W	Aceite Spartan EP 220	Mobilgrease XHP 222
	Sprocket motriz dia. 274 mm	Motor ASEA 7,5 KW			

Fuente: Microsoft Excel.

Conociendo cuales son los principales componentes del equipo se determinan las actividades preventivas a llevarse a cabo, el detalle de cada actividad programada se encuentra asociada a una orden de trabajo, como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 3-4: Actividades preventivas, carro de arrabio 1.

Carro de arrabio I		
EQUIPO	**ACTIVIDADES**	**ORDEN DE TRABAJO**
MM5600003	Inspección	001ARR01IN
MM5600003	Lubricacion	001ARR02LB
MM5600003	Ensayos no destructivos	001ARR03ED
MM5600003	Cambio de sprocket	001ARR04CS
MM5600003	Cambio cadena	001ARR05CD
MM5600003	Cambio de aceite	001ARR06CA

Fuente: Microsoft Excel.

3.5.2. Carro de arrabio N° 2

La siguiente tabla se muestran cuales los principales componentes que constituyen el carro de arrabio Nª2, como también los lubricantes asociados.

Tabla 3-5: Componentes principales del carro arrabio 2.

EQUIPO	MOTOR REDUCTOR	RODAMIENTOS	LUBRICANTES ACEITE - GRASA	
MM5601022	Motor Reductor SEW 20 HP	SKF 24034 CC/W 33	Aceite Mobil SHC 630	Mobilgrease XHP 222

Fuente: Microsoft Excel.

Para el caso del carro de arrabio 2 se establecen menos actividades preventivas esto se debe a la menor cantidad de componentes involucrados. Igualmente a cada actividad se le adjunta una orden de trabajo en donde se detalla las tareas a realizar.

Tabla 3-6: Actividades preventivas, carro de arrabio 2.

Carro de arrabio II		
EQUIPO	ACTIVIDADES	ORDEN DE TRABAJO
MM5601022	Inspección	002ARR01IN
MM5601022	Lubricacion	002ARR02LB
MM5601022	Ensayos no destructivos	002ARR03ED
MM5601022	Cambio de aceite	002ARR04CA

Fuente: Microsoft Excel.

3.5.3. Carros de acero

En la siguiente tabla se aprecian los componentes principales de los carros de acero en conjunto con los lubricantes involucrados:

Tabla 3-7: Componentes principales del carro acero.

EQUIPO	MOTOR REDUCTOR	RODAMIENTOS	LUBRICANTES ACEITE - GRASA	
MM5600659	Reductor TACKE 35 HP Motor WEG 22 KW	Timken HM136948 23048 W	Aceite Spartan EP 220	Mobilgrease XHP 222

Fuente: Microsoft Excel.

La siguiente tabla muestra cuales son las actividades preventivas planificadas para los carros de acero, al igual que los equipos anteriores se le adjunta una orden de trabajo donde se detallan las tareas a realizar.

Tabla 3-8: Actividades preventivas, carro acero.

Carros de acero I - II		
EQUIPO	ACTIVIDADES	ORDEN DE TRABAJO
MM5600659	Mantención Periodica	003ACE01MP
MM5600659	Lubricacion	003ACE02LB
MM5600659	Ensayos no destructivos	003ACE03ED
MM5600659	Mantencion mecánica T.campaña	003ACE04MM
MM5600659	Mantencion estructural T.camapaña	003ACE05ME
MM5600659	Cambio de aceite	003ACE06CA

Fuente: Microsoft Excel.

Las actividades descritas en la tabla anterior que terminan con “T.Campaña” son aquellas que se llevan a cabo cuando uno de los dos convertidores al oxígeno se detiene por un periodo de un mes a dos meses, en el cual se le realiza un mantención completa de todos sus sistemas.

De acuerdo a lo mencionado en el párrafo anterior, es que se establecen las actividades de termino de campaña tanto para la parte mecánica como estructural de los carros de acero y escoria propiamente tal, con el objetivo de que puedan repararse cualquier desperfecto del equipo durante el periodo que dura el termino de campaña.

3.5.4. Carros de escoria

En la siguiente tabla se muestran cuales los principales componentes que constituyen el carro de escoria, como también los lubricantes asociados.

Tabla 3-9: Componentes principales del carro escoria.

EQUIPO	MOTOR REDUCTOR	RODAMIENTOS	LUBRICANTES ACEITE - GRASA	
MM5600158	Reductor TACKE 28 HP	Timken HM136948 23048 W	Aceite Spartan EP 220	Mobilgrease XHP 222
	Motor WEG 22 KW			

Fuente: Microsoft Excel.

La tabla siguiente muestras las actividades planificadas para el carro de escoria en conjunto con las órdenes de trabajo asociada.

Tabla 3-10: Actividades preventivas, carro escoria..

Carros de escoria I - II		
EQUIPO	ACTIVIDADES	ORDEN DE TRABAJO
MM5600159	Mantención Periodica	004ESC01MP
MM5600159	Lubricacion	004ESC02LB
MM5600159	Ensayos no destructivos	004ESC03ED
MM5600159	Mantencion mecanica T.campaña	004ESC04MM
MM5600159	Mantencion estructural T.camapaña	004ESC05ME
MM5600159	Cambio de aceite	004ESC06CA

Fuente: Microsoft Excel.

Como fue posible apreciar en la tabla anterior, las actividades descritas son iguales a las realizadas al carro de acero, esto se debe a que los equipos poseen las misma características estructurales como funcionales, solo se diferencian entre sí por la capacidad de carga de cada uno.

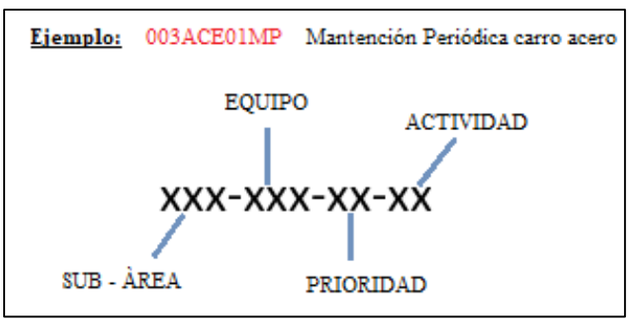
3.6. ÓRDENES DE TRABAJO

Cabe mencionar que actualmente el software SAP entrega una orden de trabajo de acuerdo a la información ingresada al sistema, pero esta orden no logra suplir las necesidades del trabajo. Se debe tener en cuenta también que es necesario digitar toda la información requerida, por lo cual se requiere de tiempo y trabajo adicional.

Por lo anterior se pone a disposición un formato de orden de trabajo diseñado especialmente para la Acería Conox, en formato Word, el objetivo de esta orden es que pueda ser visualizada y modificada tanto por el jefe de departamento de mantenimiento como los ejecutores mecánicos tanto internos como externos, sin la necesidad de ingresar al software SAP.

3.6.1. Codificación de órdenes

Para efecto de identificar y organizar las órdenes de trabajo se generó un código para cada documento por lo tanto esta codificación es solo aplicable al trabajo realizado. En la siguiente figura se describe la nomenclatura:



Fuente: Photoshop CS6.

Figura 3-4: Nomenclatura de código.

3.6.2. Formato de orden de trabajo

CAP ACERO			Página: 1
		Orden de trabajo:	
DATOS CABECERA			
Área		Clase de orden:	
Sub-área:		Ubicación Técnica:	
Descripción del equipo:		Equipo:	
Fecha emitida:		Status Actual:	
Descripción OT:		Inicio programado:	Término programado:
Firma Seguridad	Firma Jefe Área	Firma Ejecutor	

DETALLES DE OPERACIÓN				
Op	Descripción de tarea	P.Trab.	Cant.Per.	H.H.Prog.
20	Actividad de seguridad	0	0	0.0
En este punto es necesario describir todas las actividades que deben respetarse y llevarse a cabo de acuerdo a las normativas de seguridad que tiene la empresa, como las acciones de seguridad para ejecutar el trabajo.				
20,1	Tarjetas de bloqueo	0	0	0.0
Deben indicarse todos los puntos de bloqueo necesarios para la ejecución de la actividad.				
30	Coordinaciones previa al trabajo	0	0	0.0
Es necesario describir en este punto todas las acciones de coordinación previas a la ejecución de las tareas de mantenimiento.				
40	Instructivo de trabajo	0	0	0.0
En el instructivo de trabajo debe ir detallado de manera clara y ordenada el procedimiento para desarrollar las tareas por el o los ejecutores.				

Fuente: Microsoft Word.

Figura 3-5: Formato de llenado orden de trabajo.

CAP ACERO		Página: 2
	Orden de trabajo:	

DATOS CABECERA

Área:	**Clase de orden:**
Sub-área:	**Ubicación Técnica:**
Descripción del equipo:	**Equipo:**
Fecha emitida:	**Status Actual:**

Descripción OT:	**Inicio programado:**	**Término programado:**

Firma Seguridad	**Firma Jefe Área**	**Firma Ejecutor**		
50	Entregar equipo a operación	0	0	0.0

En este punto deben detallarse todas las actividades para poner en marcha el equipo una vez realizada las tareas preventivas

LISTA DE HERRAMIENTAS

Nº	Descripción	Cantidad
1		
2		
3		
4		
5		

Observaciones:

Fecha: / /	Hora:
Responsable Ejecutor:	
Aprobación Superindentende	**Aprobación Jefe de Mantenimiento**
Firma:	Firma:
Fecha: / /	Fecha: / /

3.6.3. Orden de trabajo mantención periódica carro acero

CAP ACERO		**Página:** 1
	Orden de trabajo: 003ACE01MP	
DATOS CABECERA		
Área: Acería Conox	**Clase de orden:** ZM03	
Sub-área: Manejo de Acero	**Ubicación Técnica:** SH01-56-02-09	
Descripción del equipo: Carro Traspaso de Acero	**Equipo:** MM5600659	
Fecha emitida:	**Status Actual:** Liberado	
Descripción OT: Mantención periódica del carro de traspaso de Acero	**Inicio programado:**	**Término programado:**

Firma Seguridad	**Firma Jefe Área**	**Firma Ejecutor**

DETALLES DE OPERACIÓN

Op	**Descripción de tarea**	**P.Trab.**	**Cant.Per.**	**H.H.Prog.**
20	Actividad de seguridad	56140	0	0.0

_Dar cumplimiento al nuevo reglamento #11/ bloqueo y desbloqueo de equipos/
MA-34-004, Revisión 3 se incorpora:

FO-34-049: Puntos de bloqueo – FO-34-050: Tarjetas de seguridad
FO-34-051: Inicio-Termino intervención FO-34-052: Tarjeta de advertencia

_Considerar y aplicar las 10 reglas del Acero involucradas en el trabajo.

Evaluar área de trabajo y generar ART respectivo (análisis de riesgo de tareas).
PARE, VEA, PIENSE, ACTÚE

_El uso de los elementos de protección personal "EPP"

20.1	Tarjetas de bloqueo	56140	0	0.0

CB Principal/ Cubículo 121/ Panel 63/ Sala MCC/Acería Cx

30	Coordinaciones previa al trabajo	56140	0	0.0

_Avisar al Jefe general de turno sobre la mantención.
_Solicita a operador de carro dejar éste en posición de trabajo, antes de desconexión.
_Coordinar con operación, para que carro de acero no sobrepase el limites más allá del convertidor.
_Solicitar el permiso para ir a terreno y realizar mantención.

40	Instructivo de trabajo	56140	3	2.0

_Desmontar tapa protectora del sistema motriz.
Revisar pasadores y seguros de raspadores, reubicar o enderezar.
_Revisar planchas de piso en mal estado, reponer o reparar.
_Revisar visualmente ruedas, mover el carro para revisar totalmente, mediante ayuda de cargador frontal de cancha de vaciado.
Revisar y/o cambiar plancha desgaste de raspadores.
_Chequear y anotar medidas de altura riel a carro en zona de amortiguadores (4 ruedas, para verificar estado de estos.)
Nota: Si se identifica alguna zona más baja, se debe informar a Líder ejecutor.
_Revisar estructura general del carro, en busca de grietas visibles, reparar si es necesario.
_Reapretar, revisar, reparar y/o reponer pernos de Coplas Segor y revisar posición de coplas.
_Reapretar, revisar, reparar y/o reponer pernos de Junta Cardánica.
_Reapretar, revisar, reparar y/o reponer pernos de brazo soporte.
_Reapretar, revisar, reparar y/o reponer pernos del seguro, pasador del brazo al reductor.
_Desmontar tapas de ruedas y revisar perno guía y posición del descanso (amortiguador).
Verificar estado general de amortiguadores, solicitar cambio de ser necesario.

Fuente: Microsoft Word.

Figura 3-6: Orden de trabajo carro acero, mantención periódica.

CAP ACERO		Página: 2
	Orden de trabajo: 003ACE01MP	

DATOS CABECERA

Área: Acería Conox	**Clase de orden:** ZM03
Sub-área: Manejo de Acero	**Ubicación Técnica:** SH01-56-02-09
Descripción del equipo: Carro Traspaso de Acero	**Equipo:** MM5600659
Fecha emitida:	**Status Actual:** Liberado

Descripción OT: Mantención periódica del carro de traspaso de Acero.	**Inicio programado:**	**Término programado:**

Firma Seguridad	**Firma Jefe Área**	**Firma Ejecutor**		
50	Entregar equipo a operación	56140	0	0.0

_Solicitar desbloqueo de equipo/s.

_Probar carro y entregarlo a operación.

_Avisar al Jefe general de turno del término de la mantención.

LISTA DE HERRAMIENTAS

N°	Descripción	Cantidad
1	Llave golpe de 2" y de 1-7/8".	1
2	Llave punta corona de ½", 14, 15, 16, 17, 18, 19, 28 y 30 m/m.	1
3	Llave de ajuste de 8", 12" y 15".	1
4	Macho de 12 lb.	1
5	Equipo de Oxi-corte.	1

Observaciones:

Fecha: / /	Hora:
Responsable Ejecutor:	
Aprobación Superindentende	**Aprobación Jefe de Mantenimiento**
Firma:	Firma:
Fecha: / /	Fecha: / /

Debido a la cantidad de actividades por equipo generadas en el plan de mantenimiento se hace necesario anexar todas las órdenes como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3-11: Anexos de órdenes de trabajo.

EQUIPOS	ORDENES DE TRABAJO	ANEXOS
MM5600003	001ARR01IN	Anexo 4
	001ARR02LB	Anexo 5
	001ARR03ED	Anexo 6
	001ARR04CS	Anexo 7
	001ARR05CD	Anexo 8
	001ARR06CA	Anexo 9
MM5601022	002ARR01IN	Anexo 10
	002ARR02LB	Anexo 11
	002ARR03ED	Anexo 12
	002ARR04CA	Anexo 13
MM5600159	003ACE02LB	Anexo 14
	003ACE03ED	Anexo 15
	003ACE04MM	Anexo 16
	003ACE05ME	Anexo 17
	003ACE06CA	Anexo 18
MM5600158	004ESC01MP	Anexo 19
	004ESC02LB	Anexo 20
	004ESC03ED	Anexo 21
	004ESC04MM	Anexo 22
	004ESC05ME	Anexo 23
	004ESC06CA	Anexo 24

Fuente: Microsoft Excel.

3.7. FRECUENCIA DE ACTIVIDADES SEGÚN EQUIPO

Para concluir el capítulo actual es necesario conocer la frecuencia con la cual se ejecutarán cada una de las tareas del plan de mantenimiento, para ello se agrupan en una tabla según equipos las actividades a realizar, con su frecuencia correspondiente.

Cabe mencionar que los intervalos de tiempo fueron definidos de acuerdo a la información obtenida en el departamento de Acería Conox en conjunto con la experiencia de los operadores y ejecutores de las mantenciones actuales, como también con la información entregada por los fabricantes de los componentes involucrados.

Es importante respetar la frecuencia en la cual se ejecutan las actividades, ya que se busca realizar una acción preventiva evitando que los componente fallen durante el proceso de fabricación del acero, por ende si no se llevan a cabo las tareas en los periodos establecidos es probable que los equipos presenten problemas durante su funcionamiento.

3.7.1. Frecuencias del carro de arrabio N.º 1

En la siguiente tabla es posible apreciar la acciones preventivas a realizar al equipo, con la frecuencia en la cual se deben llevar acabo las actividades, ya sean en semanas, meses o años, dependiendo de la criticidad de los componentes.

Tabla 3-12: Frecuencia de actividades carro de arrabio nº1.

Carro de arrabio I												
N°	ACTIVIDADES PROGRAMADAS	FRECUENCIA										
		Semanas			Meses					Años		
		2	4	6	2	4	6	8	10	1	2	3
1	Inspección			x								
2	Lubricacion			x								
3	Ensayos no destructivos						x					
4	Cambio de sprocket								x			
5	Cambio cadena								x			
6	Cambio de aceite									x		

Fuente: Microsoft Excel.

3.7.2. Frecuencias del carro de arrabio N.º 2

En la siguiente tabla se pueden observar las actividades preventivas del equipo, con la frecuencia en la cual se deben aplicar.

Tabla 3-13: Frecuencia de actividades carro de arrabio nº2.

Carro de arrabio II												
N°	ACTIVIDADES PROGRAMADAS	FRECUENCIA										
		Semanas			Meses					Años		
		2	4	6	2	4	6	8	10	1	2	3
1	Inspección			x								
2	Lubricacion			x								
3	Ensayos no destructivos						x					
4	Cambio de aceite									x		

Fuente: Microsoft Excel.

3.7.3. Frecuencias de carros de acero

En la siguiente tabla es posible apreciar las acciones preventivas a realizar al equipo, con la frecuencia en la cual se debe llevar a cabo el mantenimiento.

Tabla 3-14: Frecuencia de actividades carros de acero.

Carros de acero I - II												
N°	ACTIVIDADES PROGRAMADAS	FRECUENCIA										
		Semanas			Meses					Años		
		2	4	6	2	4	6	8	10	1	2	3
1	Mantención Periodica			x								
2	Lubricacion			x								
3	Ensayos no destructivos				x							
4	Mantencion mecánica T.campaña				x							
5	Mantencion estructural T.camapaña				x							
6	Cambio de aceite									x		

Fuente: Microsoft Excel.

3.7.4. Frecuencias de carros de escoria

En la siguiente tabla se pueden observar las actividades preventivas del equipo, con la frecuencia en la cual se deben aplicar.

Tabla 3-15: Frecuencia de actividades carros de escoria.

Carros de escoria I - II												
N°	ACTIVIDADES PROGRAMADAS	FRECUENCIA										
		Semanas			Meses					Años		
		2	4	6	2	4	6	8	10	1	2	3
1	Mantención Periodica			x								
2	Lubricacion			x								
3	Ensayos no destructivos				x							
4	Mantencion mecanica T.campaña				x							
5	Mantencion estructural T.camapaña				x							
6	Cambio de aceite									x		

Fuente: Microsoft Excel.

CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ANÁLISIS ECONÓMICO

4.1. EVALUACIÓN TÉCNICA

Para el desarrollo de la evaluación técnica es necesario considerar ciertos parámetros de la planta, que van desde la producción hasta los encargados en realizar las labores de mantenimiento preventivo.

La base para sustentar el plan propuesto en el desarrollo de la evaluación técnica, es conocer y evaluar la información entregada por la empresa solicitante, con toda aquella información resultante en la planificación y ejecución de las actividades preventivas.

4.1.1. Capacidad de producción

La productividad de la planta CAP acero se realiza de manera continua a lo largo de todo el año y durante las 24 horas del día, excepto en los periodos de parada de planta en el cual todos los equipos pertenecientes al proceso son detenidos para efectos de mantenimiento preventivo.

Por lo anterior se hace necesario trabajar en tres turnos que puedan cumplir la necesidad de producción, buscando así tener una constante supervisión en la operación de los equipos como en mantener personal encargado de reparar averías en caso de una falla imprevista en los equipos.

De acuerdo a los parámetros anteriormente mencionados es que se busca ejecutar un plan de mantenimiento de manera controlada con el objetivo de reducir aquellas fallas que puedan presentarse durante el proceso productivo. Las intervenciones a realizar deberán ser acordes a los tiempos de producción y detención de los carros de traspaso por lo cual el departamento de mantenimiento deberá, posteriormente, adecuar las acciones a los periodos correspondientes, procurando asignar tareas a los turnos que mejor se acomoden en función de los tiempos de detención de los equipos.

4.1.2. Capacidad técnica

La capacidad técnica de una planta hace referencia a la capacitación del personal, la cual debe ser continua, acorde e instruido en sus labores. Lo anterior se relaciona con el conocimiento o la experiencia que cada trabajador posee para efectuar de manera óptima una cierta actividad de mantenimiento. Por lo tanto es responsabilidad del departamento de planificación coordinar al ejecutante de los trabajo, de acuerdo a la complejidad o

severidad de la tareas a realizar. Con lo anterior se busca reducir de manera considerable los tiempos de trabajo por equipo.

4.1.3. Gestión de herramientas

Mediante una correcta organización es que se deberán adoptar las medidas necesarias para que todo el personal de mantenimiento posea las herramientas adecuadas para la ejecución de las distintas actividades programadas, teniendo en consideración la disponibilidad de herramientas, como la prioridad del trabajo.

A continuación se adjuntan en una tabla todas aquellas herramientas necesarias para las labores de mantenimiento, la cuales se encuentran separadas según el tipo de actividad a ejecutar, ya sea lubricación, cambio de cadena, cambio de sprocket o mantención periódica.

Tabla 4-1: Listado de herramientas.

Herramientas		
Aplicación	**Tipo**	**Función**
Lubricación	Bomba de grasera manual	Engrasar
	Bomba de lubricación neumática	Cambio de aceite
	Aceitera	Lubricar
Cambio de cadena y sprocket	Tecle dos toneladas	Montaje - desmontaje
	Maceta 4-8 libras	Montaje - desmontaje
	Llave especial para fijación	Montaje
	Grilletes	Supension de cargas
	Porta Power 10 Ton	Montaje - desmontaje
	Maquina de soldar - equipo oxicorte	Montaje
	Llave punta corona 22 - 24 mm	Montaje - desmontaje
Mantención Periódica	Llave punta corona 17 - 19 mm	Montaje - desmontaje
	Llave de golpe 2" - 1-7/8"	Montaje - desmontaje
	Llave punta corona 14 - 15 - 16 - 18- 30 mm	Montaje - desmontaje
	Macho 12 lb	Montaje - desmontaje
	Llave de ajuste 8" - 12" - 15"	Montaje - desmontaje

Fuente: Microsoft Excel.

4.1.4. Bitácora de mantenimiento

Todas y cada una de las actividades de mantenimiento, ya sean preventivas o correctivas de emergencia deberán ser registradas en la hoja de bitácoras de cada equipo que posee el departamento de mantención. En la bitácora se deberán incluir acciones realizadas, repuestos reparados o sustituidos, lubricación de componentes y cantidades

respectivas, así como también cualquier otra actividad relacionada al mantenimiento efectuado, debiendo a su vez, dejar registro de fechas de las intervenciones.

Es fundamental cumplir con el llenado de la bitácora del equipo después de cada intervención, ya que esta información será de apoyo para planificar futuras actividades preventivas, como también tener un mayor control en los componentes que fallan de manera reiterada.

4.1.5. Stock de repuestos

Mantener un mínimo stock de repuestos es primordial para realizar correctas actividades de mantenimiento, ya que en el caso de que pueda surgir una falla imprevista pueda sustituirse el componente averiado de manera inmediata y no tener que detener el equipo por un tiempo indeterminado afectando así a todos los equipos involucrados en el proceso.

Otra aspecto fundamental para poseer un stock de repuestos es que se aumenta de manera considerable el control y la organización del entorno del trabajo, ya que contando con todos los repuestos necesario en bodega, con estos debidamente ordenados y almacenados, el trabajo será más fluido y eficiente.

4.1.5.1. Solicitud de lubricantes en bodega

En la siguiente tabla se presentan la solicitud de lubricantes necesarios que hay que mantener en bodega para los efectos cambio de aceite y lubricación de elementos.

Tabla 4-2: Solicitud de lubricantes.

LUBRICANTES			
Componente	Lubricante	Tipo	Cantidad necesaria
Rodamiento	MOBILGREASE XHP 222	Grasa	22,95 (L)
Motor reductor	MOBIL SPARTAN 220	Aceite	162 (L)
Cadena de eslabon	LOCTITE MOLYBDENO SECO	Grasa en spray	400 (ml)

Fuente: Microsoft Excel.

Dentro del siguiente punto que abarca el estudio económico se verán los elementos mecánicos solicitados para mantener un stock mínimo de repuestos y así proveer de manera rápida y sencilla los cambios solicitados.

4.2. ANÁLISIS ECONÓMICO

Para abordar el análisis económico es necesario tener conocimiento de aquellos elementos que componen los carros de traspaso y qué importancia tienen en su funcionamiento, de manera que se pueda realizar un stock de repuestos mínimos en las bodegas de CAP Acero. La importancia de lo anterior se basa en poseer elementos mecánicos disponibles ante una presunta falla que se pueda registrar durante las mantenciones programadas, como también sustentar de manera inmediata aquellas acciones correctivas que se puedan generar durante el funcionamiento del equipo en el proceso.

La empresa CAP Acero actualmente realiza la compra de ciertos elementos directamente con su fabricante, como también la solicitud de fabricación de elementos mecánicos que en la actualidad no se encuentran en el mercado. Se establece también que todos los valores son referenciales y no necesariamente representan el valor actual.

Cada elemento que compone los carros se encuentra identificado con su codificación del software SAP y con su valor referencial en dólares; cabe destacar que existen elementos mecánicos que son compartidos entre los carros de traspaso.

Debido a que son cuatro carros de traspaso bajo estudio y poseen una gran cantidad de elementos mecánicos, se hace necesario dividir los componentes según al sistema que corresponda, de manera que pueda visualizarse proporcionadamente.

En la siguiente tabla se muestran los valores correspondientes al sistema de traslación del carro de acero.

Tabla 4-3: Valor repuestos sistema traslación carro acero.

SAP	DESCRIPCIÓN	Cantidad necesaria	Costo (US) Unitario	Costo (US) Total
50030995	EJE MOTRIZ LARGO	1	7.341,24	7341,24
50030997	EJE MOTRIZ CORTO	1	2.441,38	2441,38
50030867	EJE CONDUCIDO	1	8.237,64	8237,64
50030993	RUEDA	4	6.023,65	24094,6
50050494	DESCANSO TIMKEN G7 x 12	4	2.369,33	9477,32
Total				51592,18

Fuente: CAP Acero.

Los siguientes valores corresponden a los elementos que comprenden el sistema de amortiguación del carro de acero.

Tabla 4-4: Valores repuestos sistema de amortiguación carro acero.

SAP	DESCRIPCIÓN	Cantidad necesaria	Costo (US) Unitario	Costo (US) Total
50019639	CAJA SOPORTE DE EJES (BOGUIES) MC-1	2	1.863,52	3727,04
50030967	PERNO CENTRAL DE BOGUIES MC-A	8	471,60	3772,80
50030970	TUBO PORTA DISCO MC-B	8	461,31	3690,48
50050982	DISCO AMORTIGUADOR (GOLILLA RESORTEADA)	320	37,76	12083,20
50030858	PERNO REAL Mc-H 33x313 M27	4	42,24	168,96
Total				23442,48

Fuente: CAP Acero.

En la siguiente tabla se muestran los elementos correspondiente a la unión carda nica, con ellos se detallan los valores asociados a su adquisición.

Tabla 4-5: Valores repuestos unión carda nica carro acero.

SAP	DESCRIPCIÓN	Cantidad necesaria	Costo (US) Unitario	Costo (US) Total
50031001	TRANSMISIÓN CARDANICA	1	1.548,33	1548,33
50056118	ACOPLAMIENTO MC-A (LADO MOTOR)	1	284,15	284,15
50056122	ACOPLAMIENTO MC-B (LADO REDUCTOR)	1	127,26	127,26
50089929	SEPARADOR MC-C (LADO MOTOR)	1	43,63	43,63
50089933	SEPARADOR MC-D (LADO REDUCTOR)	1	3,94	3,94
Total				2007,31

Fuente: CAP Acero.

Los valores de los elementos del acoplamiento seggor del carro de acero se aprecian en la siguiente tabla.

Tabla 4-6: Valores repuestos acoplamiento seggor carro acero.

SAP	DESCRIPCIÓN	Cantidad necesaria	Costo (US) Unitario	Costo (US) Total
50030999	ACOPLAMIENTO SEGOR	2	4.000,00	8000,00
54020930	PERNO COPLA SEGOR	16	13,34	213,44
54009535	TUERCA COPLA SEGOR	16	2,94	47,04
50115342	CHAVETAS	4	22,35	89,40
Total				**8349,88**

Fuente: CAP Acero.

En la siguiente tabla se muestran los elementos y sus valores respectivos, del sistema de transmisión del carro de acero.

Tabla 4-7: Valores repuestos sistema transmisión de potencia carro acero.

SAP	DESCRIPCIÓN	Cantidad necesaria	Costo (US) Unitario	Costo (US) Total
50054018	REDUCTOR TACKE Sza-III -35,5 HP RATIO 75:1	1	160.000,00	160000,00
50059148	BRAZO SOPORTE REDUCTOR MC-B	1	120,84	120,84
50052915	MOTOR CA 3F 22KW 730RPM R.BOB. WEG	1	20.000,00	20000,00
54009237	PERNO ACERO CAB HEX M20x80H GR P=2.50MM	6	0,84	5,04
54009530	PERNO HEX AC M20 HG PASO 2.5 MM	6	0,18	1,08
50089897	SEPARADOR MC-D	2	3,94	7,88
50049222	ROTULA AC 50x75x35 SKF GE50ES2RS	2	23,68	47,36
54008987	SEGURO INTERNO DIN 472 75x25 MM	4	0,85	3,40
50092683	SOPORTE MC-A C/PLACA SEGURO MC-C	1	47,38	47,38
50066473	EJE MC-J	2	0,01	0,02
Total				**180233,00**

Fuente: CAP Acero.

En la tabla siguiente se agrupan los elementos y valores correspondiente a la estructura del carro de acero.

Tabla 4-8: Valores repuestos parte estructural carro de acero.

SAP	DESCRIPCIÓN	Cantidad necesaria	Costo (US) Unitario	Costo (US) Total
50092679	PANTOGRAFO	1	Fab. T y T	0,00
50030964	RASPADOR MC-0	2	434,10	868,20
50030961	RASPADOR MC-K	2	417,06	834,12
Total				1702,32

Fuente: CAP Acero.

Para obtener un valor detallado por equipo es necesario agrupar los valores obtenidos por sistema, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4-9: Inversión total para stock de repuesto carro acero.

DESCRIPCIÓN	Costo (US) Total
SISTEMA TRASLACIÓN	51592,18
SITEMA AMORTIGUACIÓN	26486,56
UNIÓN CARDANICA	2009,07
ACOPLAMIENTO SEGOR	8349,88
SISTEMA DE TRANSMISIÓN POTENCIA	160233
PARTE ESTRUCTURAL	1702,32
Total	250373,01

Fuente: CAP Acero.

Se puede apreciar en la tabla siguiente los componentes correspondientes al sistema de traslación, también se detallan sus valores correspondientes.

Tabla 4-10: Valor repuestos sistema traslación carro escoria.

SAP	DESCRIPCIÓN	Cantidad necesaria	Costo (US) Unitario	Costo (US) Total
50066479	EJE MOTRIZ LARGO	1	4.173,84	4173,84
50066482	EJE MOTRIZ CORTO	1	2.902,40	2902,40
50030867	EJE CONDUCIDO	1	8.237,64	8237,64
50030993	RUEDA	4	6.023,65	24094,60
50050494	DESCANSO TIMKEN G7 x 12	4	2.369,33	9477,32
Total				48885,80

Fuente: CAP Acero.

Los siguientes valores corresponden a los elementos que comprenden el sistema de amortiguación del carro de escoria.

Tabla 4-11: Valores repuestos sistema de amortiguación carro escoria.

SAP	DESCRIPCIÓN	Cantidad necesaria	Costo (US) Unitario	Costo (US) Total
50019639	CAJA SOPORTE DE EJES (BOGUIES)	2	1.863,52	3727,04
50030967	PERNO CENTRAL DE BOGUIES	8	471,60	3772,80
50031089	TUERCA PERNO BOGUIES	8	8,41	67,28
50072716	GOLILLA (TUERCA/PERNO) BOGUIES	8	19,81	158,48
50030970	TUBO PORTA DISCO	8	461,31	3690,48
50050982	DISCO AMORTIGUADOR (GOLILLA RESORTEADA)	320	37,76	12083,20
50031087	BUJE DE BRONCE	8	351,40	2811,20
50030858	PERNO REAL Mc-H 33x313 M27	4	42,24	168,96
50030861	TUERCA Mc-I PERNO REAL	4	1,44	5,76
50030864	GOLILLA Mc-J PERNO REAL	4	0,34	1,36
Total				**26486,56**

Fuente: CAP Acero.

En la siguiente tabla se muestran los elementos correspondiente a la unión carda nica, con ellos se detallan los valores asociados a su adquisición.

Tabla 4-12: Valores repuestos unión carda nica carro escoria.

SAP	DESCRIPCIÓN	Cantidad necesaria	Costo (US) Unitario	Costo (US) Total
50030582	TRANSMISIÓN CARDANICA	1	2.823,47	2823,47
54009214	PERNO ACERO CAB HEX M12x25H GR P=1.75MM	8	0,15	1,20
54009554	TUERCA HEX AR HG C/SEGURO NYLON M12	8	0,06	0,48
50090164	SEPARADOR MC-E	1	283,35	283,35
50080170	SEPARADOR MC-A	1	283,36	283,36
50056099	COPLA REDUCTOR MC-D	1	45,40	45,40
50030738	COPLA MOTOR MC-B	1	373,91	373,91
50059321	ADAPTADOR COPLA MOTOR MC-C	1	368,12	368,12
Total				**4179,29**

Fuente: CAP Acero.

Los valores de los elementos del acoplamiento seggor del carro de acero se aprecian en la siguiente tabla.

Tabla 4-13: Valores repuesto acoplamiento seggor carro escoria.

SAP	DESCRIPCIÓN	Cantidad necesaria	Costo (US) Unitario	Costo (US) Total
50030644	ACOPLAMIENTO SEGOR	2	3.000,00	6000,00
54009189	PERNO COPLA SEGOR	16	5,97	95,52
54009534	TUERCA COPLA SEGOR	16	1,97	31,52
50030706	CHAVETA MC-F	4	34,45	137,80
Total				**6264,84**

Fuente: CAP Acero.

En la siguiente tabla se muestran los elementos y sus valores respectivos, del sistema de transmisión del carro de escoria.

Tabla 4-14: Valores repuestos sistema transmisión de potencia carro escoria.

SAP	DESCRIPCIÓN	Cantidad necesaria	Costo (US) Unitario	Costo (US) Total
50054228	REDUCTOR 74,709/1 14.7 KW TACKE	1	120.000,00	120000,00
50053590	MOTOR CA 3F 11KW 725RPM R.BOB. UNELEC	1	10.000,00	10000,00
50059148	BRAZO SOPORTE	1	120,84	120,84
54009237	PERNO ACERO CAB HEX M20x80H GR P=2.50MM	6	0,84	5,04
54009530	PERNO HEX AC M20 HG PASO 2.5 MM	6	0,18	1,08
50059148	BRAZO MC-B	1	120,84	120,84
50089897	SEPARADOR MC-D	2	3,94	7,88
50049222	ROTULA AC 50x75x35 SKF GE50ES2RS	2	23,68	47,36
54008987	SEGURO INTERNO DIN 472 75x25 MM	4	0,85	3,40
50092683	SOPORTE MC-A C/PLACA SEGURO MC-C	1	47,38	47,38
50066437	EJE	2	0,01	0,02
Total				**130353,84**

Fuente: CAP Acero.

En la tabla siguiente, se agrupan los elementos y valores correspondiente a la estructura del carro de escoria.

Tabla 4-15: Valores repuestos parte estructural carro de escoria.

SAP	DESCRIPCIÓN	Cantidad necesaria	Costo (US) Unitario	Costo (US) Total
50030964	RASPADOR MC-0	2	434,10	868,20
50030961	RASPADOR MC-K	2	417,06	834,12
Total				**1702,32**

Fuente: CAP Acero.

Se realiza lo mismo que el carro de acero, se agrupan los valores obtenidos por sistema, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4-16: Inversión total para stock de repuesto.

DESCRIPCIÓN	Costo (US) Total
SISTEMA TRASLACIÓN	48885,8
SITEMA AMORTIGUACIÓN	26486,56
UNIÓN CARDANICA	4179,29
ACOPLAMIENTO SEGOR	6264,84
SISTEMA DE TRANSMISIÓN POTENCIA	130353,84
PARTE ESTRUCTURAL	1702,32
Total	**217872,65**

Fuente: CAP Acero.

En la siguiente tabla se muestran los valores de los elementos que constituyen del sistema de traslación del carro de arrabio N°1.

Tabla 4-17: Valor repuestos sistema traslación carro arrabio N° 1.

SAP	DESCRIPCIÓN	Cantidad necesaria	Costo (US) Unitario	Costo (US) Total
50079625	EJE CONDUCIDO ARMADO	2	8.237,64	16475,28
50030993	RUEDA	4	6.023,65	24094,60
50050494	DESCANSO TIMKEN G7 x 12	4	2.369,33	9477,32
Total				**50047,20**

Fuente: CAP Acero.

Para el sistema de amortiguación del carro se agrupan los siguientes elementos con su respectivo valor.

Tabla 4-18: Valores repuestos sistema de amortiguación carro arrabio N° 1.

SAP	DESCRIPCIÓN	Cantidad necesaria	Costo (US) Unitario	Costo (US) Total
50019639	CAJA SOPORTE DE EJES (BOGUIES)	2	1.863,52	3727,04
50030967	PERNO CENTRAL DE BOGUIES MC-A	8	471,60	3772,80
50031089	TUERCA PERNO BOGUIES MC-E	8	8,41	67,28
54009165	PERNO M-22 X 80 mm. 2,5 P (Para tuerca Mc-g)	8	0,18	1,44
50093491	TUERCA CILINDRICA MC-G (Tope Inferior)	8	0,05	0,40
50072716	GOLILLA (TUERCA/PERNO) BOGUIES	8	19,81	158,48
50030970	TUBO PORTA DISCO	8	461,31	3690,48
50050982	DISCO AMORTIGUADOR (GOLILLA RESORTEADA)	320	37,76	12083,20
50031087	BUJE DE BRONCE MC-C	8	351,40	2811,20
50030858	PERNO REAL Mc-H 33x313 M27	4	42,24	168,96
50030861	TUERCA Mc-I PERNO REAL	4	1,44	5,76
50030864	GOLILLA Mc-J PERNO REAL	4	0,34	1,36
Total				**26488,40**

Fuente: CAP Acero.

En la siguiente tabla se adjuntan los componentes correspondientes al sistema de traslación con sus respectivos valores.

Tabla 4-19: Valores repuestos sistema transmisión (Sprocket Conducido).

SAP	DESCRIPCIÓN	Cantidad necesaria	Costo (US) Unitario	Costo (US) Total
50031307	POLEA CONDUCIDA MC-05	4	310,50	1242,00
50049814	RODAMIENTO SKF MC-03	4	112,90	451,60
50054557	SELLO MC-08	8	12,34	98,72
50067666	EJE MC-02	4	23,50	94,00
50092167	PORTASELLO MC-07	3	3,94	11,82
54009322	PERNO CAB CI HEX INT M8X25H GR P=1.25MM	4	0,18	0,72
50090476	SEPARADOR MC-09	5	283,45	1417,25
50089901	SEPARADOR MC-10	4	283,45	1133,80
50089905	SEPARADOR MC-11	4	283,45	1133,80
50089909	SEPARADOR MC-12	5	283,45	1417,25
50031319	SOPORTE POLEA CONDUCIDA MC-20	4	120,30	481,20
Total				**7482,16**

Fuente: CAP Acero.

Para el sistema de traslación se agrupan los componentes correspondiente al Sprocket motriz como se muestra en la siguiente tabla con sus valores respectivos.

Tabla 4-20: Valores repuestos sistema transmisión (Sprocket Motriz).

SAP	DESCRIPCIÓN	Cantidad necesaria	Costo (US) Unitario	Costo (US) Total
50176712	REDUCTOR ASEA 7,5 KW 1440 RPM	1	90.000,00	90000,00
50053590	MOTOR C/ELECTROFRENO 3F 7.5 KW	1	12.000,00	12000,00
52001896	CADENA CALIBR. DIA= 20MM. PASO=60 MM	1	280,00	280,00
50031136	POLEA MOTRIZ MC-08	1	356,60	356,60
50038026	CHAVETA 14X22X125MM	1	45,86	45,86
50051941	GOLILLA FIJACION SKF MB 13	2	0,50	1,00
50051820	TUERCA FIJACION SKF KM 14	1	1,75	1,75
Total				102685,21

Fuente: CAP Acero.

En la siguiente tabla se agrupan el valor de todos los sistemas que componen al carro de arrabio N° 1 para así determinar el total de los repuestos del equipo.

Tabla 4-21: Inversión total para stock de repuesto.

DESCRIPCIÓN	Costo (US) Total
SISTEMA TRASLACIÓN	50047,2
SITEMA AMORTIGUACIÓN	26488,4
SISTEMA DE TRANSMISIÓN (SPROCKET CONDUCIDO)	7482,16
SISTEMA DE TRANSMISIÓN (SPROCKET MOTRIZ)	102685,21
Total	186702,97

Fuente: CAP Acero.

En la siguiente tabla se muestran los valores de los elementos que constituyen del sistema de traslación del carro de arrabio N°2.

Tabla 4-22: Valores repuestos sistema traslación carro de arrabio N° 2.

SAP	DESCRIPCIÓN	Cantidad necesaria	Costo (US) Unitario	Costo (US) Total
50050857	EJE MOTRIZ	1	5.180,92	5180,92
50049717	EJE CONDUCIDO	1	9.237,64	9237,64
50130056	RUEDA	4	6.023,65	24094,60
50049326	RODAMIENTOS RUEDAS SKF 24034CC/W33	4	350,20	1400,80
Total				39913,96

Fuente: CAP Acero.

Para el sistema de amortiguación se agrupan los siguientes elementos con sus respectivos valores:

Tabla 4-23: Valores repuestos sistema de amortiguación carro arrabio N° 2.

SAP	DESCRIPCIÓN	Cantidad necesaria	Costo (US) Unitario	Costo (US) Total
50130058	SOPORTE RODAMIENTO (CAJA) MK-3	4	288,34	1153,36
50130105	TAPA ABIERTA MK-6	4	471,60	1886,40
50130059	TAPA CIEGA MK-5	4	8,41	33,64
50130090	TAPA CIEGA MK-6	4	19,81	79,24
50130102	TAPA CIEGA MK-7	4	461,31	1845,24
50130054	PERNO PORTA-GOLILLAS	8	37,76	302,08
50100057	ARANDELA	8	351,40	2811,20
50130106	SEPARADOR MK-13	4	102,24	408,96
50130107	SEPARADOR MK-14	4	102,24	408,96
50130103	CHAVETA A45 X 25 X 180 MK-14	4	37,50	150,00
50130104	CHAVETA A45 X 25 X 180 MK-15	4	37,50	150,00
54009144	PERNO ACERO CAB HEX M20X40H P=2.50MM	4	0,20	0,80
54002492	GOLILLA PRESION 20.2X33.6X6.7X4MM DIN127	4	0,38	1,52
54009171	PERNO ACERO CAB HEX M24X55H GR P=3.00MM	4	0,22	0,88
54002589	GOLILLA PRESION 24.5X40.0X5MM	4	0,35	1,40
54009308	PERNO CAB CIL HEX INT M6X16	1	0,18	0,18
50086488	GOLILLAS RESORTEADAS	100	30,20	3020,00
50130055	TUERCA ALMENADA M64	4	3,60	14,40
50082113	PERNO REAL M36 Gr.8.8	4	35,50	142,00
54009522	TUERCA M36 Gr.8.8	4	2,60	10,40
Total				**12420,66**

Fuente: CAP Acero.

En la siguiente tabla se muestran los componentes con sus valores respectivos correspondiente al sistema motriz.

Tabla 4-24: Valores repuestos sistema motriz carro arrabio N° 2.

SAP	DESCRIPCIÓN	Cantidad necesaria	Costo (US) Unitario	Costo (US) Total
X	MOTOREDUCTOR SEW FH157DV180L6/BM/HR/M6	2	80.500,00	161000,00
X	MOTOR CA 3F 15KW 380/660V	2	8.000,00	16000,00
Total				**193730,16**

Fuente: CAP Acero.

En la siguiente tabla se agrupan el valor de todos los sistemas que componen al carro de arrabio N° 2 para así determinar el total de los repuestos del equipo.

Tabla 4-25: Inversión total para stock de repuesto.

DESCRIPCIÓN	Costo (US) Total
SISTEMA TRASLACIÓN	39913,96
SITEMA AMORTIGUACIÓN	12420,66
SITEMA MOTRIZ	177000
Total	**229334,62**

Fuente: CAP Acero.

4.2.1. Inversión total

Todos los elementos detallados anteriormente son fundamentales que se encuentren disponibles en bodega con un stock mínimo, ya que el funcionamiento de cada equipo depende de que todos sus componentes se encuentren en el mejor estado

Por lo anterior también se agregan a la inversión total los lubricantes solicitados como stock de repuesto mínimo, dado que es necesario mantener siempre un cantidad de lubricante acorde a lo que se utiliza.

Como inversión total para mantener un stock mínimo de repuestos y lubricantes se realiza la siguiente tabla con el resumen de los valores obtenidos.

Tabla 4-26: Inversión total de repuestos.

INVERSION TOTAL	
DESCRIPCIÓN	**Costo (US) Total**
LOCTITE GRASA EN SPRAY (400 ml)	22,55
ACEITE MOBIL SPARTAN 220 (162 L)	724,00
MOBILGREASE XHP 222 (22,95 L)	188,00
CARRO TRASPASO ACERO	250373,01
CARRO TRASPASO ESCORIA	217872,65
CARRO TRASPASO ARRABIO N°1	186702,97
CARRO TRASPASO ARRABIO N°2	229334,62
Total	**885217,8**

Fuente: Microsoft Excel.

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Después de la experiencia obtenida de la práctica profesional en la empresa Acero CAP, lo primero que se presenta como deficiente es el registro de información que se posee en el área de mantenimiento, alguna de ella incompleta, mientras que otras inexistentes, tales como historiales de fallas, órdenes de trabajo sin detalles técnicos necesarios para la ejecución de actividades de mantenimiento.

Además, otro factor importante es que, en base a los estudios realizados, se pudieron encontrar varios componentes mecánicos y estructurales que no se encontraban considerados en el plan de mantenimiento actual de la empresa, sin embargo, dada las tecnologías actuales y el importante uso y desgaste de los equipos, ampliamente expuesto en este proyecto, se considera como un eslabón fundamental que sean incorporados al plan de mantenimiento tal como se ha señalado en el desarrollo de este apartado.

Por esta razón se vuelve indispensable llevar a cabo de manera ordenada y secuenciada las actividades de este proyecto con el fin de optimizar las acciones realizadas propias del plan de mantención y velar por un trabajo a mediano y largo plazo sin fallas imprevistas. Acciones que se enmarcan bajo los estándares de rendimiento de la época actual que necesita de innovación, emprendimiento, liderazgo y renovación a lo tradicionalmente hecho con visiones nuevas y enfocadas en el futuro para el beneficio, tanto de producción como de la economía de la empresa.

Las ventajas de una buena ejecución de un plan de mantenimiento son las siguientes:

- Previene las averías.
- Reduce los tiempos muertos en reparaciones.
- Reduce costos.
- Reduce el consumo energético.
- Propicia una mayor disponibilidad de los equipos.
- Alarga la vida útil de los equipos.

Finalmente, un correcto estudio y análisis económico es indispensable para verificar la viabilidad en la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo, ya que

esto va marcando las pautas de la posible ejecución del mismo con el objeto de satisfacer las necesidades técnicas acordes a los requerimientos de la empresa.

5.2. RECOMENDACIONES

- Mantener actualizada la Bitácora de mantenimiento: después de cada ejecución de un trabajo de mantenimiento debe registrarse de forma ordenada cada proceso realizado, incorporando fechas, secuencias, componentes, ejecutor y todo lo involucrado con el desarrollo de las tareas realizadas.

- Realizar un monitoreo y control de los elementos rotativos: para el caso de los rodamientos involucrados es necesario realizar un análisis de vibraciones con una periodicidad mínima de un año con el fin de determinar la desalineación de los ejes, desajustes de rodamientos, entre otras fallas.
  Para la cadena de traslación se hace necesario realizar un análisis de carga, como también medir su elongación con una periodicidad mínima de seis meses.

- Solicitar análisis de aceite: tiene por objetivo determinar su estado y si este cumple con los requerimientos para una lubricación adecuada, ya que actualmente se utiliza el mismo tipo de aceite para diferentes cajas reductoras. Teniendo en consideración un aceite ideal para cada equipo se busca disminuir un desgaste excesivo de aquellos elementos de engranaje de los sistemas y su correcto funcionamiento, beneficiando la vida útil de los mismos.

- Utilizar órdenes de trabajo propuestas: estas se presentan como una herramienta significativa en el desarrollo del trabajo, con uso de fácil acceso para el personal de mantenimiento. En la actualidad se generan órdenes de trabajo mediante el software SAP, pero el acceso es limitado, no siendo usado por todo el personal de la planta ya que requiere de un usuario en específico; en cambio la propuesta realizada es que el plan de mantenimiento sea visible y ejecutable por todos los trabajadores para así tener un control periódico y de conocimiento del personal que efectúa los trabajos de mantención.

- Considerar las recomendaciones propuestas por los ejecutores: estas deben ser consideradas como la base de información para nuevas mejoras de mantenimiento

y que se tomen como un trabajo continuo dentro de las actividades del plan de mantención.

- Proponer programas de capacitación: se sugiere que, por lo menos una vez al año, los ejecutores y operadores asistan a capacitaciones relacionadas con la ejecución propia de las labores que se desempeñan en la empresa.

- Sistema de lubricación automática: Se recomienda para la cadena de traslación realizar un análisis completo de la lubricación del sistema, ya que implementando un sistema de lubricación automática es posible reducir tiempos de trabajo como también eliminar la mano de obra.

BIBLIOGRAFIA

PISTARELLI, Alejandro J. Manual de Mantenimiento: Ingeniería, Gestión y Organización. 1ª ed. Buenos Aires: El autor, 2010. 696p.: il; 27 x 19 cm ISBN: 978-987-05-8420-9.

GÓMEZ DE LEON, Félix C. Tecnología del mantenimiento industrial. 1ª ed. Murcia: Servicio de publicaciones, 1998. 341p. ISBN 84-8371-008-0.

TORO Raúl. Diseño mecánico para la limpieza de lanza de oxígeno en acería conox de la C.S.H. Seminario de título (Ingeniero en ejecución mecánica). Concepción, Chile: UBB. Sede Concepción, 2001. 168 h.

SEW-EURODRIVE. Reductores y motorreductores. Manual. Bruchsal, Alemania. (2006).

SKF. Productos de mantenimiento y lubricación. Catálogo. Mijdrecht, Países Bajos. (2015).

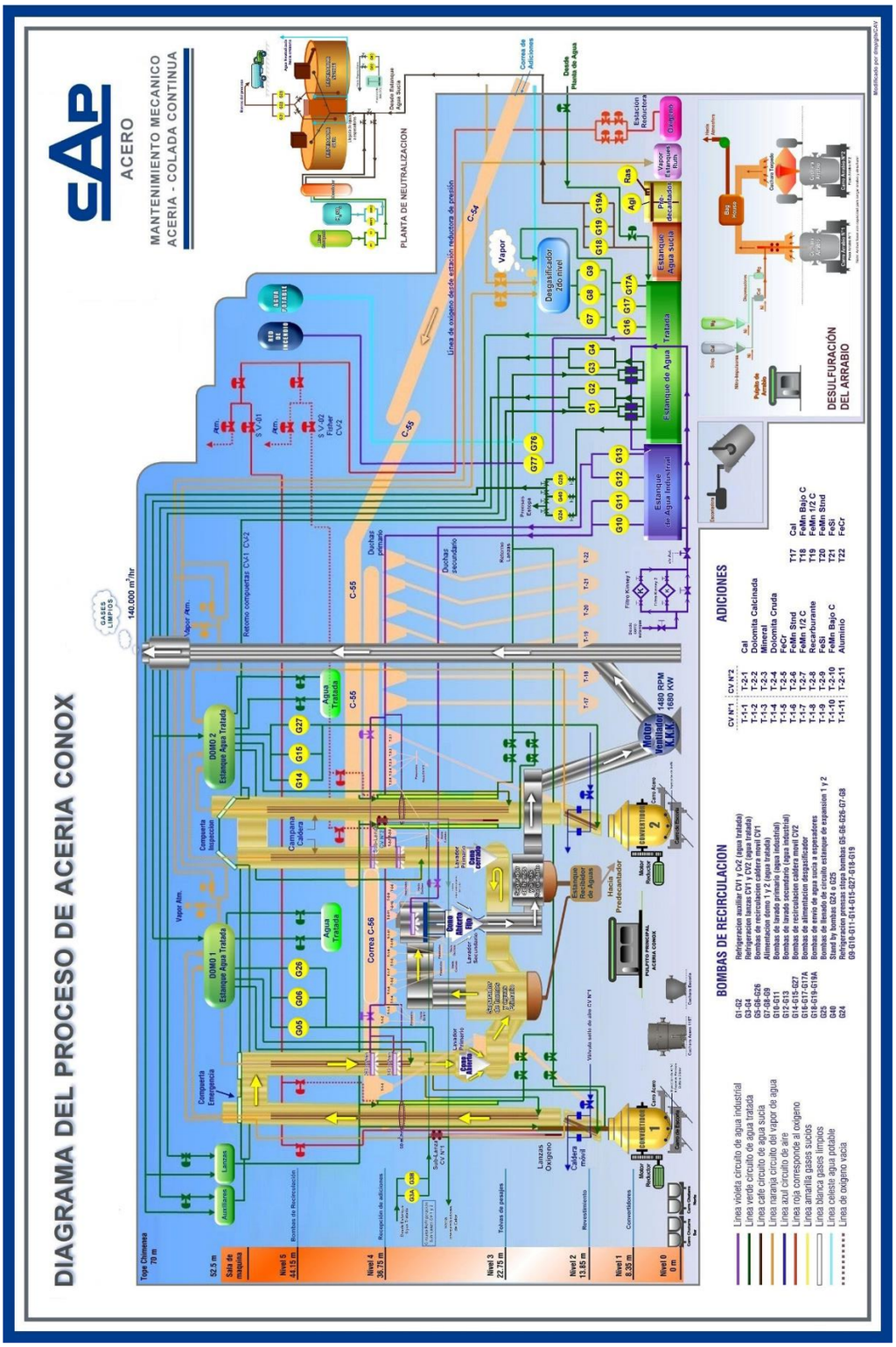
LINKOGRAFIA

DRAW.IO. Software de Diagrama de Flujo [en línea]. < https://www.draw.io/>. [consulta: Año 2018].

Sitio oficial CAP ACERO Chile <http://www.capacero.cl/capacero/site/edic/base/port/inicio.html >.[consulta: Año 2018].

ANEXOS

ANEXO 1: DIAGRAMA DEL PROCESO DE ACERÍA CONOX



ANEXO 2: CÁLCULO DE CANTIDAD DE GRASA

Datos

- Rodamiento: TIMKEN HM 136948 – 23048 W
- d_e = 276,255 mm
- d_i = 177,787 mm
- T = 185,831 mm
- Velocidad = 9,67 rpm
- Masa = 36,831 kg
- Densidad acero = 7,8x10^{-6} kg/mm^3

- Mediante la Ecuación 1 se determina el diámetro medio.

$$d_m = \frac{177{,}787 + 276{,}255}{2}$$

$d_m = 227{,}006$ mm

- Mediante la ecuación 2 se determinar el Factor f_v..

$$f_v = 227{,}006\ mm * 9{,}67\ rpm * \ 2$$

$$f_v = 4390{,}296$$

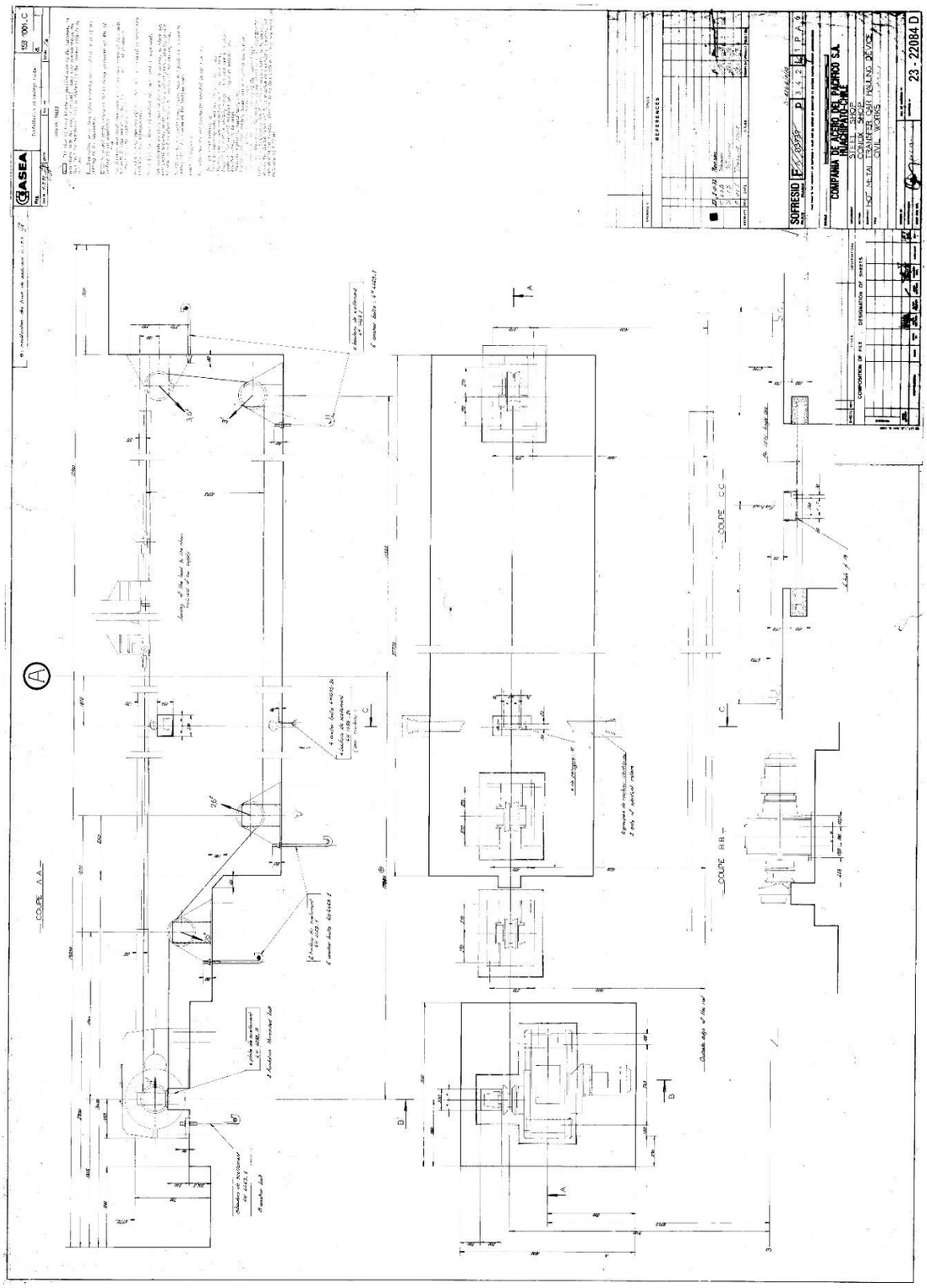
- Mediante la ecuación 3 se determina el volumen libre del rodamiento.

$$V = \left(\frac{\pi}{4} * (276{,}225^2 mm - 177{,}787^2\ mm) * 185{,}725\ mm\right) - \frac{36{,}831\ kg}{7{,}8 * 10^{-6}\ kg/mm^3}$$

$$V = 1797217{,}73\ mm^3 * 0{,}9$$

$$Volumen\ a\ rrellenar = \ 1617495{,}96\ mm^3$$

ANEXO 3: PLANO DEL SISTEMA DE TRASLACIÓN POR CADENA



ANEXO 4: ORDEN DE TRABAJO CARRO DE ARRABIO UNO: INSPECCIÓN

CAP ACERO			**Página:** 1
		Orden de trabajo: 001ARR01IN	
DATOS CABECERA			
Área: Acería Conox		**Clase de orden:** ZM03	
Sub-área: Manejo de arrabio		**Ubicación Técnica:** SH01-56-02-01	
Descripción del equipo: Carro Traspaso de arrabio N° 1		**Equipo:** MM5600003	
Fecha emitida:		**Status Actual:** Liberado	
Descripción OT: Inspección del carro de traspaso de arrabio N° 1.		**Inicio programado:**	**Término programado:**
Firma Seguridad	**Firma Jefe Área**	**Firma Ejecutor**	

DETALLES DE OPERACIÓN

Op	Descripción de tarea	P.Trab.	Cant.Per.	H.H.Prog.
20	Actividad de seguridad	56140	0	0.0

_Dar cumplimiento al nuevo reglamento #11/ bloqueo y desbloqueo de equipos/ MA-34-004, Revisión 3 se incorpora:

FO-34-049: Puntos de bloqueo – FO-34-050: Tarjetas de seguridad
FO-34-051: Inicio-Termino intervención – FO-34-052: Tarjeta de advertencia

_Considerar y aplicar las 10 reglas del Acero involucradas en el trabajo.

_Evaluar área de trabajo y generar ART respectivo (análisis de riesgo de tareas), PARE, VEA, PIENSE, ACTÚE

_El uso de los elementos de protección personal "EPP"

20,1	Tarjetas de bloqueo	56140	0	0.0

_CB/Cubículo 304/panel 52 Sala MCC

30	Coordinaciones previa al trabajo	56140	0	0.0

_Avisar al Jefe general de turno sobre la mantención.

_Solicita a operador de carro dejar éste en posición de trabajo, antes de desconexión.

_Solicitar el permiso para realizar mantención.

40	Instructivo de trabajo	56140	4	16.0

_Inspección visual:

- Pernos real
- Descansos
- Estructura

_Verificar estado: amortiguadores, cadena de transmisión, Sprocket motriz y conducidos.

Nota: Solicitar cambios solo si se detectan alteraciones en los componentes..

CAP ACERO		Página: 2
	Orden de trabajo: 001ARR01IN	

DATOS CABECERA

Área: Acería Conox	**Clase de orden:** ZM03
Sub-área: Manejo de arrabio	**Ubicación Técnica:** SH01-56-02-01
Descripción del equipo: Carro Traspaso de arrabio N° 1	**Equipo:** MM5600003
Fecha emitida:	**Status Actual:** Liberado

Descripción OT: Inspección del carro de traspaso de arrabio N° 1.	**Inicio programado:**	**Término programado:**

Firma Seguridad	**Firma Jefe Área**	**Firma Ejecutor**		
50	Entregar equipo a operación	56140	0	0.0

_Líder ejecutor solicita conexión eléctrica y solicita a Operación probar carro.

Entrega a operación por parte de Líder ejecutor.

LISTA DE HERRAMIENTAS

N°	Descripción	Cantidad
1	Sujeto a la necesidad del trabajo.	
2		
3		
4		
5		

Observaciones:

Fecha: / /	Hora:
Responsable Ejecutor:	
Aprobación Superindentende	**Aprobación Jefe de Mantenimiento**
Firma:	Firma:
Fecha: / /	Fecha: / /

ANEXO 5: ORDEN DE TRABAJO CARRO DE ARRABIO UNO: LUBRICACIÓN

CAP ACERO		**Página:** 1
	Orden de trabajo: 001ARR02LB	
DATOS CABECERA		
Área: Acería Conox	**Clase de orden:** ZM08	
Sub-área: Manejo de arrabio	**Ubicación Técnica:** SH01-56-02-01	
Descripción del equipo: Carro Traspaso de arrabio N° 1	**Equipo:** MM5600003	
Fecha emitida:	**Status Actual:** Liberado	
Descripción OT: Lubricación del carro de traspaso de arrabio N° 1.	**Inicio programado:**	**Término programado:**
Firma Seguridad	**Firma Jefe Área**	**Firma Ejecutor**

DETALLES DE OPERACIÓN

Op	Descripción de tarea	P.Trab.	Cant.Per.	H.H.Prog.
20	Actividad de seguridad	56120	0	0.0

_Dar cumplimiento al nuevo reglamento #11/ bloqueo y desbloqueo de equipos/ MA-34-004, Revisión 3 se incorpora:

FO-34-049: Puntos de bloqueo – FO-34-050: Tarjetas de seguridad
FO-34-051: Inicio-Termino intervención – FO-34-052: Tarjeta de advertencia

_Considerar y aplicar las 10 reglas del Acero involucradas en el trabajo.

_Evaluar área de trabajo y generar ART respectivo (análisis de riesgo de tareas), PARE, VEA, PIENSE, ACTÚE

_El uso de los elementos de protección personal "EPP"

20,1	Tarjetas de bloqueo	56120	0	0.0

_CB/Cubículo 304/panel 52 Sala MCC Cx

30	Coordinaciones previa al trabajo	56120	0	0.0

_Avisar al Jefe general de turno sobre la mantención.

_Solicitar Permiso para ir a terreno y realizar lubricación

40	Instructivo de trabajo	56120	2	1.0

_Lubricar con grasa XHP 222, a través de los puntos de engrase las cuatro ruedas.

_Lubricar superficialmente con grasa en spray base molibdeno, Sprocket motriz conducido y cadena.

_Verificar estado y nivel de aceite reductor, rellenar en caso de ser necesario.

_Verificar que se haya lubricado la cantidad necesaria en el equipo.

CAP ACERO		Página: 2
	Orden de trabajo: 001ARR02LB	

DATOS CABECERA

Área: Acería Conox	**Clase de orden:** ZM08
Sub-área: Manejo de arrabio	**Ubicación Técnica:** SH01-56-02-01
Descripción del equipo: Carro Traspaso de arrabio N° 1	**Equipo:** MM5600003
Fecha emitida:	**Status Actual:** Liberado

Descripción OT: Lubricación del carro de traspaso de arrabio N° 1.	**Inicio programado:**	**Término programado:**

Firma Seguridad	**Firma Jefe Área**	**Firma Ejecutor**		
50	Entregar equipo a operación	56120	0	0.0

_Solicitar desbloqueo de equipo/s.

_Probar carro y entregarlo a operación.

_Avisar al Jefe general de turno del término de la mantención.

LISTA DE HERRAMIENTAS

N°	Descripción	Cantidad
1	Bomba grasera manual.	1
2	Brocha.	1
3	Guaipe.	2
4		
5		

Observaciones:

Fecha: / /	Hora:
Responsable Ejecutor:	
Aprobación Superindentende	**Aprobación Jefe de Mantenimiento**
Firma:	Firma:
Fecha: / /	Fecha: / /

ANEXO 6: ORDEN DE TRABAJO CARRO DE ARRABIO UNO: ENSAYOS END

CAP ACERO		**Página:** 1
	Orden de trabajo: 001ARR03ED	
DATOS CABECERA		
Área: Acería Conox	**Clase de orden:** ZM04	
Sub-área: Manejo de arrabio	**Ubicación Técnica:** SH01-56-02-01	
Descripción del equipo: Carro Traspaso de arrabio N° 1	**Equipo:** MM5600003	
Fecha emitida:	**Status Actual:** Liberado	
Descripción OT: Ensayo no destructivo al carro de traspaso de arrabio N° 1.	**Inicio programado:**	**Término programado:**
Firma Seguridad	**Firma Jefe Área**	**Firma Ejecutor**

DETALLES DE OPERACIÓN

Op	Descripción de tarea	P.Trab.	Cant.Per.	H.H.Prog.
20	Actividad de seguridad	73952	0	0.0

_Dar cumplimiento al nuevo reglamento #11/ bloqueo y desbloqueo de equipos/ MA-34-004, Revisión 3 se incorpora:

FO-34-049: Puntos de bloqueo – FO-34-050: Tarjetas de seguridad
FO-34-051: Inicio-Termino intervención – FO-34-052: Tarjeta de advertencia

_Considerar y aplicar las 10 reglas del Acero involucradas en el trabajo.

_Evaluar área de trabajo y generar ART respectivo (análisis de riesgo de tareas), PARE, VEA, PIENSE, ACTÚE

_El uso de los elementos de protección personal "EPP"

20,1	Tarjetas de bloqueo	73952	0	0.0

_CB/Cubículo 304/panel 52 Sala MCC Cx

30	Coordinaciones previa al trabajo	73952	0	0.0

_Avisar al Jefe general de turno sobre la mantención predictiva.

_Coordinar trabajo con empresa en el área de trabajo.

_Solicitar permiso para bajar a realizar END.

40	Instructivo de trabajo	73952	4	16.0

_Ensayo de ultrasonido a ejes – ruedas.

_Inspeccionar con partículas magnetizables y visualmente: Planchaje, grietas y soldaduras.

_Emitir informe de acuerdo a los resultados obtenidos.

_Realizar mantención según el análisis del informe del END.

CAP ACERO		**Página:** 2
	Orden de trabajo: 001ARR06CA	

DATOS CABECERA

Área: Acería Conox	**Clase de orden:** ZM04
Sub-área: Manejo de arrabio	**Ubicación Técnica:** SH01-56-02-01
Descripción del equipo: Carro Traspaso de arrabio N° 1	**Equipo:** MM5600003
Fecha emitida:	**Status Actual:** Liberado
Descripción OT: Ensayo no destructivo al carro de traspaso de arrabio N° 1.	**Inicio programado:** / **Término programado:**

Firma Seguridad	**Firma Jefe Área**	**Firma Ejecutor**		
50	Entregar equipo a operación	73952	0	0.0

_Solicitar desbloqueo de los equipos.
_Probar el carro y entregarlo a operación.
_Avisar al Jefe General de turno del término de la Mantención predictivas.
Probar carro y entregarlo a operación.
_Avisar al Jefe general de turno del término de la mantención.

LISTA DE HERRAMIENTAS

N°	Descripción	Cantidad
1	Sujeto a la necesidad del trabajo.	
2		
3		
4		
5		

Observaciones:

Fecha: / /	Hora:
Responsable Ejecutor:	
Aprobación Superindentende	**Aprobación Jefe de Mantenimiento**
Firma:	Firma:
Fecha: / /	Fecha: / /

ANEXO 7: ORDEN DE TRABAJO CARRO DE ARRABIO UNO: CAMBIO DE SPROCKET

CAP ACERO			**Página:** 1
		Orden de trabajo: 001ARR04CS	
DATOS CABECERA			
Área: Acería Conox		**Clase de orden:** ZM03	
Sub-área: Manejo de arrabio		**Ubicación Técnica:** SH01-56-02-01	
Descripción del equipo: Carro Traspaso de arrabio N° 1		**Equipo:** MM5600003	
Fecha emitida:		**Status Actual:** Liberado	
Descripción OT: Cambio Sprocket motriz sistema de transmisión del carro de traspaso de arrabio N° 1.		**Inicio programado:**	**Término programado:**
Firma Seguridad	**Firma Jefe Área**		**Firma Ejecutor**

DETALLES DE OPERACIÓN

Op	Descripción de tarea	P.Trab.	Cant.Per.	H.H.Prog.
20	Actividad de seguridad	56120	0	0.0

_Dar cumplimiento al nuevo reglamento #11/ bloqueo y desbloqueo de equipos/ MA-34-004, Revisión 3 se incorpora:

FO-34-049: Puntos de bloqueo – FO-34-050: Tarjetas de seguridad
FO-34-051: Inicio-Termino intervención – FO-34-052: Tarjeta de advertencia

_Considerar y aplicar las 10 reglas del Acero involucradas en el trabajo.

_Evaluar área de trabajo y generar ART respectivo (análisis de riesgo de tareas), PARE, VEA, PIENSE, ACTÚE

_El uso de los elementos de protección personal "EPP"

20,1	Tarjetas de bloqueo	56120	0	0.0

_CB/Cubículo 304/panel 52 Sala MCC Cx

30	Coordinaciones previa al trabajo	56120	0	0.0

_Líder ejecutor, verifica condiciones de seguridad en el lugar.
_Líder ejecutor correspondiente, solicita intervención de equipo a Jefe General de turno, entregando tarjeta de desconexión.
_Líder ejecutor, coordina con el operador correspondiente, para dejar el carro de traspaso de arrabio en posición para retirar cadena.
_Líder ejecutor, solicita a personal eléctrico, proceder a desmontar el límite de fin de carrera (Limit – Switch).

40	Instructivo de trabajo	56120	4	6

_Efectuar limpieza en la zona de trabajo.
_Ubicar carro de preferencia en lado mar, para evitar transitar en zona caída de chanchos.
_Aflojar cadena del carro de traspaso en el tensor cerro del carro con tecle de dos toneladas mínimo.
_Retirar cadena del carro y soltar gancho de cadena de tecle.
_Retirar tuerca de fijación y desmontar Sprocket motriz.
_Revisar chaveta y chavetero correspondiente.
_Verificar medidas de eje y Sprocket nuevo o en reparación, (diámetro y conicidad).
_Esparcir una película de anti agripante sobre el eje del sprocket, para facilitar futuros servicios.
_Montar Sprocket correspondiente, con su respectiva chaveta, instalar tuerca seguro.
_Montar cadena de transmisión de sistema.
_Tensar cadena mediante tecle de dos toneladas.

CAP ACERO		Página: 2
	Orden de trabajo: 001ARR04CS	

DATOS CABECERA

Área: Acería Conox	**Clase de orden:** ZM03
Sub-área: Manejo de arrabio	**Ubicación Técnica:** SH01-56-02-01
Descripción del equipo: Carro Traspaso de arrabio N° 1	**Equipo:** MM5600003
Fecha emitida:	**Status Actual:** Liberado

Descripción OT: Cambio Sprocket motriz sistema de transmisión del carro de traspaso de arrabio N° 1.	**Inicio programado:**	**Término programado:**

Firma Seguridad	**Firma Jefe Área**	**Firma Ejecutor**		
50	Entregar equipo a operación	56120	0	0.0

_Solicitar a jefe de mantenimiento eléctrico reconexión de limite de carrera.

_Solicitar a Jefe General de turno reconexión de equipo, según Reglamento 11.

Solicitar a operador carro traspaso de arrabio movimientos en ambos sentidos del carro, para comprobar su buen funcionamiento.

_Entregar equipo a Jefe General de turno.

LISTA DE HERRAMIENTAS

N°	Descripción	Cantidad
1	Tecle dos toneladas	1
2	Maceta 4-8 libras.	1
3	Llave punta corona 22 – 24 mm.	1
4	Llave especial para fijación y de ajuste mecánico.	1
5	Pasta anti-agripante.	1

Observaciones:

Fecha: / /	Hora:
Responsable Ejecutor:	
Aprobación Superindentende	**Aprobación Jefe de Mantenimiento**
Firma:	Firma:
Fecha: / /	Fecha: / /

ANEXO 8: ORDEN DE TRABAJO CARRO DE ARRABIO UNO: CAMBIO DE CADENA

CAP ACERO			**Página:** 1
		Orden de trabajo: 001ARR05CD	
DATOS CABECERA			
Área: Acería Conox		**Clase de orden:** ZM03	
Sub-área: Manejo de arrabio		**Ubicación Técnica:** SH01-56-02-01	
Descripción del equipo: Carro Traspaso de arrabio N° 1		**Equipo:** MM5600003	
Fecha emitida:		**Status Actual:** Liberado	
Descripción OT: Cambio de cadena sistema de transmisión del carro de traspaso de arrabio N° 1.		**Inicio programado:**	**Término programado:**
Firma Seguridad	**Firma Jefe Área**	**Firma Ejecutor**	

DETALLES DE OPERACIÓN

Op	Descripción de tarea	P.Trab.	Cant.Per.	H.H.Prog.
20	Actividad de seguridad	56120	0	0.0

_Dar cumplimiento al nuevo reglamento #11/ bloqueo y desbloqueo de equipos/ MA-34-004, Revisión 3 se incorpora:

FO-34-049: Puntos de bloqueo – FO-34-050: Tarjetas de seguridad
FO-34-051: Inicio-Termino intervención – FO-34-052: Tarjeta de advertencia

_Considerar y aplicar las 10 reglas del Acero involucradas en el trabajo.

_Evaluar área de trabajo y generar ART respectivo (análisis de riesgo de tareas), PARE, VEA, PIENSE, ACTÚE

_El uso de los elementos de protección personal "EPP"

20,1	Tarjetas de bloqueo	56120	0	0.0

_CB/Cubículo 304/panel 52 Sala MCC Cx

30	Coordinaciones previa al trabajo	56120	0	0.0

_Líder ejecutor, verifica condiciones de seguridad en el lugar.
_Líder ejecutor correspondiente, solicita intervención de equipo a Jefe General de turno, entregando tarjeta de desconexión.
_Líder ejecutor, coordina con el operador correspondiente, para dejar el carro de traspaso de arrabio en posición para retirar cadena.
_Líder ejecutor, solicita a personal eléctrico, proceder a desmontar el límite de fin de carrera (Limit – Switch).

40	Instructivo de trabajo	56120	4	16

_Efectuar limpieza en la zona de trabajo.
_Ubicar carro de preferencia en lado mar, para evitar transitar en zona caída de chanchos.
_Aflojar cadena del carro de traspaso en el tensor cerro del carro con un tecle de 2 toneladas como mínimo.
_Liberar la cadena de ambos extremos del carro mediante tecle.
_Unir cadena usada con cadena nueva.
_Solicitar equipo local y realizar recorrido de cadena.
_Retirar cadena usada del área (acopiar en un pallet).
_Acoplar cadena al carro.
_Tensar cadena mediante tecle de dos toneladas.
_Reajustar tensado cuando se cumplan veinte cuatro horas en uso.

CAP ACERO		Página: 2
	Orden de trabajo: 001ARR05CD	

DATOS CABECERA

Área: Acería Conox	**Clase de orden:** ZM03
Sub-área: Manejo de arrabio	**Ubicación Técnica:** SH01-56-02-01
Descripción del equipo: Carro Traspaso de arrabio N° 1	**Equipo:** MM5600003
Fecha emitida:	**Status Actual:** Liberado

Descripción OT: Cambio de cadena sistema de transmisión del carro de traspaso de arrabio N° 1.	**Inicio programado:**	**Término programado:**

Firma Seguridad	**Firma Jefe Área**	**Firma Ejecutor**		
50	Entregar equipo a operación	56120	0	0.0

_Solicitar a jefe de mantenimiento eléctrico reconexión de límite de carrera.
_Solicitar a Jefe General de turno reconexión de equipo, según Reglamento 11.
Solicitar a operador carro traspaso de arrabio movimientos en ambos sentidos del carro, para comprobar su buen funcionamiento.
_Entregar equipo a Jefe General de turno.

LISTA DE HERRAMIENTAS

N°	Descripción	Cantidad
1	Tecle dos toneladas	1
2	Cincel.	2
3	Grillete	2
4	Porta Power 10 Ton.	1
5	Máquina de solar (electrodos 7018-1/8") - equipo Oxi-corte.	1

Observaciones:

Fecha: / /	Hora:
Responsable Ejecutor:	
Aprobación Superindentende	**Aprobación Jefe de Mantenimiento**
Firma:	Firma:
Fecha: / /	Fecha: / /

ANEXO 9: ORDEN DE TRABAJO CARRO DE ARRABIO UNO: CAMBIO DE ACEITE

CAP ACERO			**Página:** 1
		Orden de trabajo: 001ARR06CA	
DATOS CABECERA			
Área: Acería Conox		**Clase de orden:** ZM08	
Sub-área: Manejo de arrabio		**Ubicación Técnica:** SH01-56-02-01	
Descripción del equipo: Carro Traspaso de arrabio N° 1		**Equipo:** MM5600003	
Fecha emitida:		**Status Actual:** Liberado	
Descripción OT: Cambio de aceite al Reductor ASEA 7,5 Kw.		**Inicio programado:**	**Término programado:**
Firma Seguridad	**Firma Jefe Área**	**Firma Ejecutor**	

DETALLES DE OPERACIÓN

Op	Descripción de tarea	P.Trab.	Cant.Per.	H.H.Prog.
20	Actividad de seguridad	56120	0	0.0
_Dar cumplimiento al nuevo reglamento #11/ bloqueo y desbloqueo de equipos/ MA-34-004, Revisión 3 se incorpora: FO-34-049: Puntos de bloqueo – FO-34-050: Tarjetas de seguridad FO-34-051: Inicio-Termino intervención – FO-34-052: Tarjeta de advertencia _Considerar y aplicar las 10 reglas del Acero involucradas en el trabajo. _Evaluar área de trabajo y generar ART respectivo (análisis de riesgo de tareas), PARE, VEA, PIENSE, ACTÚE _El uso de los elementos de protección personal "EPP"				
20,1	Tarjetas de bloqueo	56120	0	0.0
_CB/Cubículo 304/panel 52 Sala MCC Cx				
30	Coordinaciones previa al trabajo	56120	0	0.0
_Avisar al Jefe general de turno sobre la mantención. _Personal de mantenimiento y lubricación que ejecute la inspección deberá coordinarse con: operador de pulpito para ubicar el carro en la posición más cómoda. _Solicitar el permiso realizar cambio de aceite.				
40	Instructivo de trabajo	56120	3	2.0
_Desmontar tapa metálica superior del reductor. _Realizar el cambio de aceite Spartan EP 220 mediante la bomba de lubricación neumática. _Verificar el correcto llenado del aceite. _Montar tapa metálica tras realizada la operación.				

CAP ACERO		Página: 2
	Orden de trabajo: 001ARR06CA	

DATOS CABECERA

Área: Acería Conox	**Clase de orden:** ZM08
Sub-área: Manejo de arrabio	**Ubicación Técnica:** SH01-56-02-01
Descripción del equipo: Carro Traspaso de arrabio N° 1	**Equipo:** MM5600003
Fecha emitida:	**Status Actual:** Liberado

Descripción OT: Cambio de aceite al Reductor ASEA 7,5 Kw.	**Inicio programado:**	**Término programado:**

Firma Seguridad	**Firma Jefe Área**	**Firma Ejecutor**		
50	Entregar equipo a operación	56120	0	0.0

_Solicitar desbloqueo de equipo/s.

_Probar carro y entregarlo a operación.

_Avisar al Jefe general de turno del término de la mantención.

LISTA DE HERRAMIENTAS

N°	Descripción	Cantidad
1	Bomba neumática de lubricación.	1
2	.Silicona para sellar.	1
3	Llave punta corona 17 mm.	2
4	Guaipe.	2
5		

Observaciones:

Fecha: / /	Hora:
Responsable Ejecutor:	
Aprobación Superindentende	**Aprobación Jefe de Mantenimiento**
Firma:	Firma:
Fecha: / /	Fecha: / /

ANEXO 10: ORDEN DE TRABAJO CARRO DE ARRABIO DOS: INSPECCIÓN

CAP ACERO			**Página:** 1
		Orden de trabajo: 002ARR01IN	
DATOS CABECERA			
Área: Acería Conox		**Clase de orden:** ZM03	
Sub-área: Manejo de arrabio		**Ubicación Técnica:** SH01-56-02-01	
Descripción del equipo: Carro Traspaso de arrabio N° 2		**Equipo:** MM5601022	
Fecha emitida:		**Status Actual:** Liberado	
Descripción OT: Inspección periódica carro de traspaso de arrabio N° 2.		**Inicio programado:**	**Término programado:**
Firma Seguridad	**Firma Jefe Área**	**Firma Ejecutor**	

DETALLES DE OPERACIÓN

Op	Descripción de tarea	P.Trab.	Cant.Per.	H.H.Prog.
20	Actividad de seguridad	56140	0	0.0

_Dar cumplimiento al nuevo reglamento #11/ bloqueo y desbloqueo de equipos/ MA-34-004, Revisión 3 se incorpora:

FO-34-049: Puntos de bloqueo – FO-34-050: Tarjetas de seguridad
FO-34-051: Inicio-Termino intervención – FO-34-052: Tarjeta de advertencia

_Considerar y aplicar las 10 reglas del Acero involucradas en el trabajo.

_Evaluar área de trabajo y generar ART respectivo (análisis de riesgo de tareas), PARE, VEA, PIENSE, ACTÚE

_El uso de los elementos de protección personal "EPP"

20,1	Tarjetas de bloqueo	56140	0	0.0

_Interruptor 1E-2 Cubículo 2/Columna 10

30	Coordinaciones previa al trabajo	56140	0	0.0

_Avisar al Jefe general de turno sobre la mantención.

_Solicita a operador de carro dejar éste en posición de trabajo, antes de desconexión.

_Solicitar el permiso para realizar inspección.

40	Instructivo de trabajo	56140	2	2.0

_Inspección visual a:

- Descansos
- Pernos Reales
- Estructura
- Amortiguadores

_Revisar estado de los motores reductores.

Nota: Realizar cambios solo si se detectan alteraciones.

CAP ACERO		**Página:** 2
	Orden de trabajo: 002ARR01IN	

DATOS CABECERA

Área: Acería Conox	**Clase de orden:** ZM03
Sub-área: Manejo de arrabio	**Ubicación Técnica:** SH01-56-02-01
Descripción del equipo: Carro Traspaso de arrabio N° 2	**Equipo:** MM5601022
Fecha emitida:	**Status Actual:** Liberado

Descripción OT: Inspección periódica carro de traspaso de arrabio N° 2.	**Inicio programado:**	**Término programado:**

Firma Seguridad	**Firma Jefe Área**	**Firma Ejecutor**		
50	Entregar equipo a operación	56140	0	0.0

_Solicitar desbloqueo de equipo/s.

Probar carro y entregarlo a operación.

_Avisar al Jefe general de turno del término de la mantención.

LISTA DE HERRAMIENTAS

N°	**Descripción**	**Cantidad**
1	Sujeto a la necesidad del trabajo.	
2		
3		
4		
5		

Observaciones:

Fecha: / /	Hora:
Responsable Ejecutor:	
Aprobación Superindentende	**Aprobación Jefe de Mantenimiento**
Firma:	Firma:
Fecha: / /	Fecha: / /

ANEXO 11: ORDEN DE TRABAJO CARRO DE ARRABIO DOS: LUBRICACIÓN

CAP ACERO			**Página:** 1	
		Orden de trabajo: 002ARR02LB		
DATOS CABECERA				
Área: Acería Conox		**Clase de orden:** ZM08		
Sub-área: Manejo de arrabio		**Ubicación Técnica:** SH01-56-02-01		
Descripción del equipo: Carro Traspaso de arrabio N° 2		**Equipo:** MM5601022		
Fecha emitida:		**Status Actual:** Liberado		
Descripción OT: Lubricación del carro de traspaso de arrabio N° 2.		**Inicio programado:**	**Término programado:**	
Firma Seguridad	**Firma Jefe Área**		**Firma Ejecutor**	
DETALLES DE OPERACIÓN				
Op	**Descripción de tarea**	**P.Trab.**	**Cant.Per.**	**H.H.Prog.**
20	Actividad de seguridad	56120	0	0.0
_Dar cumplimiento al nuevo reglamento #11/ bloqueo y desbloqueo de equipos/ MA-34-004, Revisión 3 se incorpora: FO-34-049: Puntos de bloqueo – FO-34-050: Tarjetas de seguridad FO-34-051: Inicio-Termino intervención – FO-34-052: Tarjeta de advertencia _Considerar y aplicar las 10 reglas del Acero involucradas en el trabajo. _Evaluar área de trabajo y generar ART respectivo (análisis de riesgo de tareas), PARE, VEA, PIENSE, ACTÚE _El uso de los elementos de protección personal "EPP"				
20,1	Tarjetas de bloqueo	56120	0	0.0
_Interruptor 1E-2 Cubículo 2/Columna 10				
30	Coordinaciones previa al trabajo	56120	0	0.0
_Avisar al Jefe general de turno sobre la mantención. _Solicitar Permiso para ir a terreno y realizar lubricación				
40	Instructivo de trabajo	56120	3	2.0
_Lubricar con grasa XHP 222, a través de los puntos de engrase las cuatro ruedas. _Verificar estado y nivel de aceite reductores (lado norte y lado sur), rellenar con aceite Mobil SHC 630 en caso de ser necesario. _Verificar que se haya lubricado la cantidad necesaria en el equipo.				

CAP ACERO		Página: 2
	Orden de trabajo: 002ARR02LB	

DATOS CABECERA

Área: Acería Conox	**Clase de orden:** ZM08
Sub-área: Manejo de arrabio	**Ubicación Técnica:** SH01-56-02-01
Descripción del equipo: Carro Traspaso de arrabio N° 2	**Equipo:** MM5601022
Fecha emitida:	**Status Actual:** Liberado

Descripción OT: Lubricación del carro de traspaso de arrabio N° 2.	**Inicio programado:**	**Término programado:**

Firma Seguridad	Firma Jefe Área	Firma Ejecutor		
50	Entregar equipo a operación	56120	0	0.0

_Solicitar desbloqueo de equipo/s.

Probar carro y entregarlo a operación.

_Avisar al Jefe general de turno del término de la mantención.

LISTA DE HERRAMIENTAS

N°	Descripción	Cantidad
1	Bomba grasera manual.	1
2	Guaipe.	2
3		
4		
5		

Observaciones:

Fecha: / /	Hora:
Responsable Ejecutor:	
Aprobación Superindentende	**Aprobación Jefe de Mantenimiento**
Firma:	Firma:
Fecha: / /	Fecha: / /

ANEXO 12: ORDEN DE TRABAJO CARRO DE ARRABIO DOS: ENSAYOS END

CAP ACERO		**Página:** 1
	Orden de trabajo: 002ARR03ED	
DATOS CABECERA		
Área: Acería Conox	**Clase de orden:** ZM04	
Sub-área: Manejo de arrabio	**Ubicación Técnica:** SH01-56-02-01	
Descripción del equipo: Carro Traspaso de arrabio N° 2	**Equipo:** MM5601022	
Fecha emitida:	**Status Actual:** Liberado	
Descripción OT: Ensayos no destructivos al carro de traspaso de arrabio N° 2.	**Inicio programado:**	**Término programado:**
Firma Seguridad	**Firma Jefe Área**	**Firma Ejecutor**

DETALLES DE OPERACIÓN

Op	Descripción de tarea	P.Trab.	Cant.Per.	H.H.Prog.
20	Actividad de seguridad	73952	0	0.0

_Dar cumplimiento al nuevo reglamento #11/ bloqueo y desbloqueo de equipos/ MA-34-004, Revisión 3 se incorpora:

FO-34-049: Puntos de bloqueo – FO-34-050: Tarjetas de seguridad
FO-34-051: Inicio-Termino intervención – FO-34-052: Tarjeta de advertencia

_Considerar y aplicar las 10 reglas del Acero involucradas en el trabajo.

_Evaluar área de trabajo y generar ART respectivo (análisis de riesgo de tareas), PARE, VEA, PIENSE, ACTÚE

_El uso de los elementos de protección personal "EPP"

20,1	Tarjetas de bloqueo	73952	0	0.0

_Interruptor 1E-2 Cubículo 2/Columna 10

30	Coordinaciones previa al trabajo	73952	0	0.0

_Avisar al Jefe general de turno sobre la mantención predictiva.

_Coordinar trabajo con empresa en el área de trabajo.

_Solicitar permiso para bajar a realizar END.

40	Instructivo de trabajo	73952	4	16.0

_Inspección visual y ultrasonido a ejes-ruedas.
_Buscar posibles grietas a ejes y ruedas.

_Inspeccionar con partículas magnetizables e visualmente:

- Planchajes.
- Grietas.
- Soldaduras en planchones.

_Emitir informe y enviar a Oficina Programación Mecánica Acería.
_De acuerdo al informe emitido, se realizará mantención correspondiente.

CAP ACERO		**Página:** 2
	Orden de trabajo: 002ARR03ED	

DATOS CABECERA

Área: Acería Conox	**Clase de orden:** ZM04
Sub-área: Manejo de arrabio	**Ubicación Técnica:** SH01-56-02-01
Descripción del equipo: Carro Traspaso de arrabio N° 2	**Equipo:** MM5601022
Fecha emitida:	**Status Actual:** Liberado
Descripción OT: Ensayos no destructivos al carro de traspaso de arrabio N° 2.	**Inicio programado:** / **Término programado:**

Firma Seguridad	**Firma Jefe Área**	**Firma Ejecutor**		
50	Entregar equipo a operación	73952	0	0.0

_Solicitar desbloqueo de los equipos.

Probar el carro y entregarlo a operación.

_Avisar al Jefe General de turno del término de la Mantención predictiva.

LISTA DE HERRAMIENTAS

N°	**Descripción**	**Cantidad**
1	Sujeto a la necesidad del trabajo.	
2		
3		
4		
5		

Observaciones:

Fecha: / /	Hora:
Responsable Ejecutor:	
Aprobación Superindentende	**Aprobación Jefe de Mantenimiento**
Firma:	Firma:
Fecha: / /	Fecha: / /

ANEXO 13: ORDEN DE TRABAJO CARRO DE ARRABIO DOS: CAMBIO DE ACEITE

CAP ACERO			**Página:** 1
		Orden de trabajo: 002ARR04CA	
DATOS CABECERA			
Área: Acería Conox		**Clase de orden:** ZM08	
Sub-área: Manejo de arrabio		**Ubicación Técnica:** SH01-56-02-01	
Descripción del equipo: Carro Traspaso de arrabio N° 2		**Equipo:** MM5601022	
Fecha emitida:		**Status Actual:** Liberado	
Descripción OT: Cambio de aceite Reductores SEW 20 HP.		**Inicio programado:**	**Término programado:**
Firma Seguridad	**Firma Jefe Área**	**Firma Ejecutor**	

DETALLES DE OPERACIÓN

Op	Descripción de tarea	P.Trab.	Cant.Per.	H.H.Prog.
20	Actividad de seguridad	56120	0	0.0

_Dar cumplimiento al nuevo reglamento #11/ bloqueo y desbloqueo de equipos/ MA-34-004, Revisión 3 se incorpora:

FO-34-049: Puntos de bloqueo – FO-34-050: Tarjetas de seguridad
FO-34-051: Inicio-Termino intervención – FO-34-052: Tarjeta de advertencia

_Considerar y aplicar las 10 reglas del Acero involucradas en el trabajo.

_Evaluar área de trabajo y generar ART respectivo (análisis de riesgo de tareas), PARE, VEA, PIENSE, ACTÚE

_El uso de los elementos de protección personal "EPP"

20,1	Tarjetas de bloqueo	56120	0	0.0

_Interruptor 1E-2 Cubículo 2/Columna 10

30	Coordinaciones previa al trabajo	56120	0	0.0

_Avisar al Jefe general de turno sobre la mantención.
_Personal de mantenimiento y lubricación que ejecute la inspección deberá coordinarse con operador de pulpito para ubicar el carro en la posición más cómoda.
_Solicitar el permiso realizar cambio de aceite.

40	Instructivo de trabajo	56120	3	2.0

_Realizar las siguientes acciones para reductor lado sur y lado norte.

- Desmontar tapa metálica que se encuentra en la parte superior del reductor para realizar el cambio de aceite.
- Por medio de una bomba de lubricación por aire, se retira el aceite y se procede al llenado del aceite Mobil SHC 630..
- Verificar que se haya llenado con la cantidad de 85 L lado sur y 77 L lado norte.
- Una vez realizada la operación se debe montar la tapa metálica superior.

CAP ACERO		Página: 2
	Orden de trabajo: 002ARR04CA	

DATOS CABECERA

Área: Acería Conox	**Clase de orden:** ZM08
Sub-área: Manejo de arrabio	**Ubicación Técnica:** SH01-56-02-01
Descripción del equipo: Carro Traspaso de arrabio N° 2	**Equipo:** MM5601022
Fecha emitida:	**Status Actual:** Liberado

Descripción OT: Cambio de aceite Reductores SEW 20 HP.	**Inicio programado:**	**Término programado:**

Firma Seguridad	**Firma Jefe Área**	**Firma Ejecutor**		
50	Entregar equipo a operación	56120	0	0.0

_Líder ejecutor solicita conexión eléctrica.

_Solicitar a Operación probar carro.

_Entrega a operación por parte de Líder ejecutor.

LISTA DE HERRAMIENTAS

N°	Descripción	Cantidad
1	Bomba neumática de lubricación.	1
2	Llave punta corona 17 mm.	2
3	Silicona para sellar.	1
4	Guaipe.	3
5		

Observaciones:

Fecha: / /	Hora:
Responsable Ejecutor:	
Aprobación Superindentende	**Aprobación Jefe de Mantenimiento**
Firma:	Firma:
Fecha: / /	Fecha: / /

ANEXO 14: ORDEN DE TRABAJO CARRO DE ACERO: LUBRICACIÓN

CAP ACERO			**Página:** 1
		Orden de trabajo: 003ACF021.B	
DATOS CABECERA			
Área: Acería Conox		**Clase de orden:** ZM08	
Sub-área: Manejo de Acero		**Ubicación Técnica:** SI101-56-02-09	
Descripción del equipo: Carro Traspaso de Acero		**Equipo:** MM5600659	
Fecha emitida:		**Status Actual:** Liberado	
Descripción OT: Lubricación del carro de traspaso de acero		**Inicio programado:**	**Término programado:**
Firma Seguridad	**Firma Jefe Área**		**Firma Ejecutor**

DETALLES DE OPERACIÓN

Op	Descripción de tarea	P.Trab.	Cant.Per.	H.H.Prog.
20	Actividad de seguridad	56120	0	0.0
_Dar cumplimiento al nuevo reglamento #11/ bloqueo y desbloqueo de equipos/ MA-34-004, Revisión 3 se incorpora: FO-34-049: Puntos de bloqueo – FO-34-050: Tarjetas de seguridad FO-34-051: Inicio-Termino intervención – FO-34-052: Tarjeta de advertencia _Considerar y aplicar las 10 reglas del Acero involucradas en el trabajo. _Evaluar área de trabajo y generar ART respectivo (análisis de riesgo de tareas), PARE, VEA, PIENSE, ACTÚE _El uso de los elementos de protección personal "EPP"				
20,1	Tarjetas de bloqueo	56120	0	0.0
_CB Principal/ Cubículo 121/ Panel 63/ Sala MCC/Acería Cx				
30	Coordinaciones previa al trabajo	56120	0	0.0
_Avisar al Jefe general de turno sobre la mantención. _Coordinar con operación, para que carro de escoria no sobrepase el limites más allá del convertidor. _Solicitar el permiso para ir a terreno y realizar la lubricación.				
40	Instructivo de trabajo	56120	2	2.0
_Lubricar con grasa XHP 222, a través de los puntos de engrase las cuatro ruedas. _Lubricar unión cardánica brazo soporte ruedas. _Verificar estado y nivel de aceite reductor, rellenar en caso de ser necesario. Revisar y/o lubricar junta elástica. _Verificar existencia de filtraciones en sellos de tapas.				

CAP ACERO		Página: 2
	Orden de trabajo: 003ACF021.B	

DATOS CABECERA

Área: Acería Conox	**Clase de orden:** ZM08
Sub-área: Manejo de Acero	**Ubicación Técnica:** SH01-56-02-09
Descripción del equipo: Carro Traspaso de acero	**Equipo:** MM5600659
Fecha emitida:	**Status Actual:** Liberado

Descripción OT: Lubricación del carro de traspaso de acero	**Inicio programado:**	**Término programado:**

Firma Seguridad	**Firma Jefe Área**	**Firma Ejecutor**		
50	Entregar equipo a operación	56120	0	0.0

Solicitar desbloqueo de equipo/s.

_Probar carro y entregarlo a operación.

_Avisar al Jefe general de turno del término de la mantención.

LISTA DE HERRAMIENTAS

Nº	Descripción	Cantidad
1	Bomba grasera manual	1
2	Guaipe	5
3		
4		
5		

Observaciones:

Fecha: / /	Hora:
Responsable Ejecutor:	
Aprobación Superindentende	**Aprobación Jefe de Mantenimiento**
Firma:	Firma:
Fecha: / /	Fecha: / /

ANEXO 15: ORDEN DE TRABAJO CARRO DE ACERO: ENSAYOS END

CAP ACERO		**Página:** 1
	Orden de trabajo: 003ACE03ED	

DATOS CABECERA

Área: Acería Conox	**Clase de orden:** ZM04	
Sub-área: Manejo de Acero	**Ubicación Técnica:** SH01-56-02-09	
Descripción del equipo: Carro Traspaso de Acero	**Equipo:** MM5600659	
Fecha emitida:	**Status Actual:** Liberado	
Descripción OT: Ensayos no destructivos al carro de traspaso de acero.	**Inicio programado:**	**Término programado:**

Firma Seguridad	**Firma Jefe Área**	**Firma Ejecutor**

DETALLES DE OPERACIÓN

Op	Descripción de tarea	P.Trab.	Cant.Per.	H.H.Prog.
20	Actividad de seguridad	73952	0	0.0

_Dar cumplimiento al nuevo reglamento #11/ bloqueo y desbloqueo de equipos/ MA-34-004, Revisión 3 se incorpora:

FO-34-049: Puntos de bloqueo – FO-34-050: Tarjetas de seguridad
FO-34-051: Inicio-Termino intervención – FO-34-052: Tarjeta de advertencia

_Considerar y aplicar las 10 reglas del Acero involucradas en el trabajo.

Evaluar área de trabajo y generar ART respectivo (análisis de riesgo de tareas), PARE, VEA, PIENSE, ACTÚE

_El uso de los elementos de protección personal "EPP"

20,1	Tarjetas de bloqueo	73952	0	0.0

CB Principal/Cubiculo 121/Panel 63/ Sala MCC/Acería Cx

30	Coordinaciones previa al trabajo	73952	0	0.0

_Avisar al Jefe general de turno sobre la intervención.
_Solicita a operador de carro dejar éste en posición de trabajo (lado mar). -
_Coordinar con empresa externa TyT trabajos de reparación.
_Solicitar el permiso para ir a terreno y realizar mantención estructural.

40	Instructivo de trabajo	73952	4	16.0

_Inspección visual y ultrasonido a ejes-ruedas:
Buscando posibles grietas a ejes y ruedas.

_Inspeccionar con partículas magnetizables e visualmente:

- Planchajes.
- Grietas.
- Soldaduras en planchones.

_Emitir informe y enviar a Oficina Programación Mecánica Acería.
_De acuerdo al informe emitido, se realizará mantención correspondiente.

CAP ACERO		Página: 2
	Orden de trabajo: 003ACE03ED	

DATOS CABECERA

Área: Acería Conox	**Clase de orden:** ZM04
Sub-área: Manejo de Acero	**Ubicación Técnica:** SH01-56-02-09
Descripción del equipo: Carro Traspaso de acero	**Equipo:** MM5600659
Fecha emitida:	**Status Actual:** Liberado

Descripción OT: Ensayos no destructivos al carro de traspaso de acero.	**Inicio programado:**	**Término programado:**

Firma Seguridad	**Firma Jefe Área**	**Firma Ejecutor**		
50	Entregar equipo a operación	73952	0	0.0

_Solicitar desbloqueo de los equipos.

_Probar el carro y entregarlo a operación.

_Avisar al Jefe General de turno del término de la Mantención predictiva.

LISTA DE HERRAMIENTAS

N°	Descripción	Cantidad
1	Según la necesidad del trabajo.	
2	//	
3	//	
4	//	
5	//	

Observaciones:

Fecha: / /	Hora:
Responsable Ejecutor:	
Aprobación Superindentende	**Aprobación Jefe de Mantenimiento**
Firma:	Firma:
Fecha: / /	Fecha: / /

ANEXO 16: ORDEN DE TRABAJO CARRO DE ACERO: MTTO MECÁNICO T.CAMPAÑA

CAP ACERO		**Página:** 1
	Orden de trabajo: 003ACE04MM	
DATOS CABECERA		
Área: Acería Conox	**Clase de orden:** ZM03	
Sub-área: Manejo de Acero	**Ubicación Técnica:** SH01-56-02-09	
Descripción del equipo: Carro Traspaso de Acero	**Equipo:** MM5600659	
Fecha emitida:	**Status Actual:** Liberado	
Descripción OT: Mantenimiento mecánico al carro de traspaso de Acero por termino de campaña.	**Inicio programado:**	**Término programado:**
Firma Seguridad	**Firma Jefe Área**	**Firma Ejecutor**

DETALLES DE OPERACIÓN

Op	Descripción de tarea	P.Trab.	Cant.Per.	H.H.Prog.
20	Actividad de seguridad	73912	0	0.0

_Dar cumplimiento al nuevo reglamento #11/ bloqueo y desbloqueo de equipos/ MA-34-004, Revisión 3 se incorpora:

FO-34-049: Puntos de bloqueo – FO-34-050: Tarjetas de seguridad
FO-34-051: Inicio-Termino intervención – FO-34-052: Tarjeta de advertencia

_Considerar y aplicar las 10 reglas del Acero involucradas en el trabajo.

_Evaluar área de trabajo y generar ART respectivo (análisis de riesgo de tareas). PARE, VEA, PIENSE, ACTÚE

_El uso de los elementos de protección personal "EPP"

20.1	Tarjetas de bloqueo	73912	0	0.0

_CB Principal/Cubículo 121/Panel 63/ Sala MCC/Acería Cx

30	Coordinaciones previa al trabajo	73912	0	0.0

_Avisar al Jefe general de turno sobre la intervención.
_Solicita a operador de carro dejar éste en posición de trabajo cancha de vaciado).
_Coordinar con empresa externa TyT trabajos de reparación.
_Solicitar el permiso para ir a terreno y realizar mantención estructural.

40	Instructivo de trabajo	73912	6	32.0

_Revisión del reductor.
_Revisión de coplas seggor.
_Revisar amortiguadores (boggies)
_Revisión si existen grietas en ejes y pestañas de ruedas.
_Inspeccionar juntar cardanica.
_Solicitar informes END.

_De acuerdo a resultados de ensayos realizados a componentes mecánicos se solicita:

- Cambiar ruedas y ejes de ser necesario.
- Cambiar reductor.
- Cambiar la junta cardanica.
- Cambios de coplas.
- Cambiar pernos cortados.

CAP ACERO		Página: 2
	Orden de trabajo: 003ACE04MM	

DATOS CABECERA

Área: Acería Conox	**Clase de orden:** ZM03
Sub-área: Manejo de Acero	**Ubicación Técnica:** SI101-56-02-09
Descripción del equipo: Carro Traspaso de Acero	**Equipo:** MM5600659
Fecha emitida:	**Status Actual:** Liberado

Descripción OT: Mantenimiento mecánico al carro de traspaso de Acero por termino de campaña.	**Inicio programado:**	**Término programado:**

Firma Seguridad	Firma Jefe Área	Firma Ejecutor		
50	Entregar equipo a operación	73912	0	0.0

_Solicitar desbloqueo de equipo/s.

_Probar carro y entregarlo a operación.

_Avisar al Jefe general de turno del término de la mantención.

LISTA DE HERRAMIENTAS

N°	Descripción	Cantidad
1	Sujeto a la necesidad del trabajo.	
2	//	
3	//	
4	//	
5	//	

Observaciones:

Fecha: / /	Hora:
Responsable Ejecutor:	
Aprobación Superindentende	**Aprobación Jefe de Mantenimiento**
Firma:	Firma:
Fecha: / /	Fecha: / /

ANEXO 17: ORDEN DE TRABAJO CARRO DE ACERO: MTTO ESTRUCTURAL T.CAMPAÑA

CAP ACERO		**Página:** 1
	Orden de trabajo: 003ACE05ME	
DATOS CABECERA		
Área: Acería Conox	**Clase de orden:** ZM03	
Sub-área: Manejo de Acero	**Ubicación Técnica:** SH01-56-02-09	
Descripción del equipo: Carro Traspaso de Acero	**Equipo:** MM5600659	
Fecha emitida:	**Status Actual:** Liberado	
Descripción OT: Mantenimiento estructural al carro de traspaso de Acero por termino de campaña.	**Inicio programado:**	**Término programado:**
Firma Seguridad	**Firma Jefe Área**	**Firma Ejecutor**

DETALLES DE OPERACIÓN

Op	Descripción de tarea	P.Trab.	Cant.Per.	H.H.Prog.
20	Actividad de seguridad	71200	0	0.0

_Dar cumplimiento al nuevo reglamento #11/ bloqueo y desbloqueo de equipos/ MA-34-004, Revisión 3 se incorpora:

FO-34-049: Puntos de bloqueo – FO-34-050: Tarjetas de seguridad
FO-34-051: Inicio-Termino intervención – FO-34-052: Tarjeta de advertencia

_Considerar y aplicar las 10 reglas del Acero involucradas en el trabajo.

_Evaluar área de trabajo y generar ART respectivo (análisis de riesgo de tareas). PARE, VEA, PIENSE, ACTÚE

_El uso de los elementos de protección personal "EPP"

20,1	Tarjetas de bloqueo	71200	0	0.0

_Válvula manual de paso, panel linea Argo-1er nivel (lado mar).

_CB Principal/Cubículo 121/Panel 63/ Sala MCC/Acería Cx.

30	Coordinaciones previa al trabajo	71200	0	0.0

_Avisar al Jefe general de turno sobre la intervención.
Solicita a operador de carro dejar éste en posición de trabajo (cancha de vaciado) -
_Coordinar con empresa externa TyT trabajos de reparación.
_Solicitar el permiso para ir a terreno y realizar mantención estructural.

40	Instructivo de trabajo	71200	6	40.0

- Reparaciones en planchas de estructura.
- Inspeccionar línea de argón y pantógrafo.
- Reparar base de raspadores.
- Reparación de soldaduras.
- Solicitar informe TyT.

_De acuerdo a resultados de ensayos realizados a estructura se solicita:

- Cambio de todas las planchas dañadas.
- Cambio de raspadores.
- Reposiciones refractarias.
- Reparar grietas estructurales.

CAP ACERO		Página: 2
	Orden de trabajo: 003ACE05ME	

DATOS CABECERA

Área: Acería Conox	**Clase de orden:** ZM03
Sub-área: Manejo de Acero	**Ubicación Técnica:** SH01-56-02-09
Descripción del equipo: Carro Traspaso de Acero	**Equipo:** MM5600659
Fecha emitida:	**Status Actual:** Liberado

Descripción OT: Mantenimiento estructural al carro de traspaso de Acero por termino de campaña.	**Inicio programado:**	**Término programado:**

Firma Seguridad	Firma Jefe Área	Firma Ejecutor		
50	Entregar equipo a operación	71200	0	0.0

_Solicitar desbloqueo de equipo/s.

_Probar carro y entregarlo a operación.

_Avisar al Jefe general de turno del término de la mantención.

LISTA DE HERRAMIENTAS

N°	Descripción	Cantidad
1	Sujeto a la necesidad del trabajo.	
2	//	
3	//	
4	//	
5	//	

Observaciones:

Fecha: / /	Hora:
Responsable Ejecutor:	
Aprobación Superindentende	**Aprobación Jefe de Mantenimiento**
Firma:	Firma:
Fecha: / /	Fecha: / /

ANEXO 18: ORDEN DE TRABAJO CARRO DE ACERO: CAMBIO DE ACEITE

CAP ACERO		**Página:** 1
	Orden de trabajo: 003ACE06CA	
DATOS CABECERA		
Área: Acería Conox	**Clase de orden:** ZM08	
Sub-área: Manejo de Acero	**Ubicación Técnica:** SH01-56-02-09	
Descripción del equipo: Carro Traspaso de Acero	**Equipo:** MM5600659	
Fecha emitida:	**Status Actual:** Liberado	
Descripción OT: Cambio de aceite Reductor TACKE 35IIP.	**Inicio programado:**	**Término programado:**
Firma Seguridad	**Firma Jefe Área**	**Firma Ejecutor**

DETALLES DE OPERACTÓN

Op	Descripción de tarea	P.Trab.	Cant.Per.	H.H.Prog.
20	Actividad de seguridad	56120	0	0.0

_Dar cumplimiento al nuevo reglamento #11/ bloqueo y desbloqueo de equipos/ MA-34-004, Revisión 3 se incorpora:

FO-34-049: Puntos de bloqueo – FO-34-050: Tarjetas de seguridad
FO-34-051: Inicio-Termino intervención – FO-34-052: Tarjeta de advertencia

_Considerar y aplicar las 10 reglas del Acero involucradas en el trabajo.

_Evaluar área de trabajo y generar ART respectivo (análisis de riesgo de tareas), PARE, VEA, PIENSE, ACTÚE

_El uso de los elementos de protección personal "EPP"

20.1	Tarjetas de bloqueo	56120	0	0.0

CB Principal/Cubiculo 121/Panel 63/ Sala MCC/Acería Cx

30	Coordinaciones previa al trabajo	56120	0	0.0

_Avisar al Jefe general de turno sobre la mantención.
_Personal de mantenimiento y lubricación que ejecute el trabajo deberá coordinarse con operador de pulpito para ubicar el carro en la posición más cómoda.
_Coordinar con operación, para que carro de escoria no sobrepase el límites más allá del convertidor.
_Solicitar el permiso realizar cambio de aceite.

40	Instructivo de trabajo	56120	3	2.0

_Desmontar tapa metálica que se encuentra en la parte superior del reductor para realizar el cambio de aceite.

_Por medio de una bomba de lubricación por aire, se retira el aceite y se procede al llenado del aceite Spartan EP 220.

_Verificar que la cantidad de llenado sea la correcta.

_Una vez realizada la operación se debe montar la tapa metálica superior.

CAP ACERO		Página: 2
	Orden de trabajo: 003ACE06CA	

DATOS CABECERA

Área: Acería Conox	**Clase de orden:** ZM08
Sub-área: Manejo de Acero	**Ubicación Técnica:** SH01-56-02-09
Descripción del equipo: Carro Traspaso de acero	**Equipo:** MM5600659
Fecha emitida:	**Status Actual:** Liberado

Descripción OT: Cambio de aceite Reductor TACKE 35HP.	**Inicio programado:**	**Término programado:**

Firma Seguridad	**Firma Jefe Área**	**Firma Ejecutor**		
50	Entregar equipo a operación	56120	0	0.0

_Solicitar conexión eléctrica.
_Solicitar operador de carro.
_Solicitar prueba de funcionamiento.
Supervisor General o Capataz Mecánico verifican trabajos y funcionamiento del carro.
_Capataz entrega carro de traspaso acero AC.-CC. A operación.

LISTA DE HERRAMIENTAS

N°	Descripción	Cantidad
1	Bomba neumática de lubricación.	1
2	Llaves punta corona 17 y 19 mm.	2
3	Silicona para sellado.	1
4	Guaipe.	1
5		

Observaciones:

Fecha: / /	Hora:
Responsable Ejecutor:	
Aprobación Superindentende	**Aprobación Jefe de Mantenimiento**
Firma:	Firma:
Fecha: / /	Fecha: / /

ANEXO 19: ORDEN DE TRABAJO CARRO DE ESCORIA: MANTENIMIENTO PERIÓDICO

CAP ACERO		**Página:** 1
	Orden de trabajo: 004ESC01MP	
DATOS CABECERA		
Área: Acería Conox	**Clase de orden:** ZM03	
Sub-área: Manejo de Escoria	**Ubicación Técnica:** SI101-56-02-11	
Descripción del equipo: Carro Traspaso de Escoria	**Equipo:** MM5600158	
Fecha emitida:	**Status Actual:** Liberado	
Descripción OT: Mantención periódica del carro de traspaso de escoria.	**Inicio programado:**	**Término programado:**
Firma Seguridad	**Firma Jefe Área**	**Firma Ejecutor**

DETALLES DE OPERACIÓN

Op	Descripción de tarea	P.Trab.	Cant.Per.	H.H.Prog.
20	Actividad de seguridad	56140	0	0.0

_Dar cumplimiento al nuevo reglamento #11/ bloqueo y desbloqueo de equipos/ MA-34-004, Revisión 3 se incorpora:

FO-34-049: Puntos de bloqueo – FO-34-050: Tarjetas de seguridad
FO-34-051: Inicio-Termino intervención – FO-34-052: Tarjeta de advertencia

_Considerar y aplicar las 10 reglas del Acero involucradas en el trabajo.

_Evaluar área de trabajo y generar ART respectivo (análisis de riesgo de tareas), PARE, VEA, PIENSE, ACTÚE

_El uso de los elementos de protección personal "EPP"

20,1	Tarjetas de bloqueo	56140	0	0.0

_CB Principal/ Cubículo 120/ Panel 63/ Sala MCC/Acería Cx

30	Coordinaciones previa al trabajo	56140	0	0.0

_Avisar al Jefe general de turno sobre la mantención.
_Solicita a operador de carro dejar éste en posición de trabajo, antes de desconexión.
_Coordinar con operación, para que carro de acero no sobrepase el límites más allá del convertidor.
_Solicitar el permiso para ir a terreno y realizar mantención.

40	Instructivo de trabajo	56140	3	2.0

_Desmontar tapa protectora del sistema motriz.
_Revisar pasadores y seguros de raspadores, reubicar o enderezar.
_Revisar planchas de piso en mal estado, reponer o reparar.
_Revisar visualmente ruedas, mover el carro para revisar totalmente, mediante ayuda de cargador frontal de cancha de vaciado.
_Revisar y/o cambiar plancha desgaste de raspadores.
_Chequear y anotar medidas de altura riel a carro en zona de amortiguadores (4 ruedas, para verificar estado de estos.) **Nota:** Si se identifica alguna zona más baja, se debe informar a Líder ejecutor.
_Revisar estructura general del carro, en busca de grietas visibles, reparar si es necesario.
_Reapretar, revisar, reparar y/o reponer pernos de Coplas Segor y revisar posición de coplas.
_Reapretar, revisar, reparar y/o reponer pernos de Junta Cardánica.
Reapretar, revisar, reparar y/o reponer pernos de brazo soporte.
_Reapretar, revisar, reparar y/o reponer pernos del seguro, pasador del brazo al reductor.
_Revisar línea de Argón
_Desmontar tapas de ruedas y revisar perno guía y posición del descanso (amortiguador).
Verificar estado general de amortiguadores, cambiar si es necesario.

CAP ACERO		Página: 2
	Orden de trabajo: 004ESC01MP	

DATOS CABECERA

Área: Acería Conox	**Clase de orden:** ZM03
Sub-área: Manejo de Escoria	**Ubicación Técnica:** SH01-56-02-09
Descripción del equipo: Carro Traspaso de Escoria	**Equipo:** MM5600658
Fecha emitida:	**Status Actual:** Liberado

Descripción OT: Mantención periódica del carro de traspaso de escoria.	**Inicio programado:**	**Término programado:**

Firma Seguridad	Firma Jefe Área	Firma Ejecutor		
50	Entregar equipo a operación	56140	0	0.0

Solicitar desbloqueo de equipo/s.

_Probar carro y entregarlo a operación.

_Avisar al Jefe general de turno del término de la mantención.

LISTA DE HERRAMIENTAS

Nº	Descripción	Cantidad
1	Llave golpe de 2" y de 1-7/8".	1
2	Llave punta corona de ½", 14, 15, 16, 17, 18, 19, 28 y 30 m/m.	1
3	Llave de ajuste de 8", 12" y 15".	1
4	Macho de 12 lb.	1
5	Equipo de Oxi-corte.	1

Observaciones:

Fecha: / /	Hora:
Responsable Ejecutor:	
Aprobación Superindentende	**Aprobación Jefe de Mantenimiento**
Firma:	Firma:
Fecha: / /	Fecha: / /

ANEXO 20: ORDEN DE TRABAJO CARRO DE ESCORIA: LUBRICACIÓN

CAP ACERO		**Página:** 1
	Orden de trabajo: 004ESC021.B	
DATOS CABECERA		
Área: Acería Conox	**Clase de orden:** ZM08	
Sub-área: Manejo de Escoria	**Ubicación Técnica:** SI01-56-02-11	
Descripción del equipo: Carro Traspaso de Escoria	**Equipo:** MM5600158	
Fecha emitida:	**Status Actual:** Liberado	
Descripción OT: Lubricación del carro de traspaso de escoria	**Inicio programado:**	**Término programado:**

Firma Seguridad	**Firma Jefe Área**	**Firma Ejecutor**

DETALLES DE OPERACIÓN

Op	Descripción de tarea	P.Trab.	Cant.Per.	H.H.Prog.
20	Actividad de seguridad	56120	0	0.0

_Dar cumplimiento al nuevo reglamento #11/ bloqueo y desbloqueo de equipos/ MA-34-004, Revisión 3 se incorpora:

FO-34-049: Puntos de bloqueo – FO-34-050: Tarjetas de seguridad
FO-34-051: Inicio-Termino intervención – FO-34-052: Tarjeta de advertencia

_Considerar y aplicar las 10 reglas del Acero involucradas en el trabajo.

_Evaluar área de trabajo y generar ART respectivo (análisis de riesgo de tareas), PARE, VEA, PIENSE, ACTÚE

_El uso de los elementos de protección personal "EPP"

20,1	Tarjetas de bloqueo	56120	0	0.0

_CB Principal/ Cubículo 120/ Panel 63/ Sala MCC/Acería Cx

30	Coordinaciones previa al trabajo	56120	0	0.0

_Avisar al Jefe general de turno sobre la mantención.

_Coordinar con operación, para que carro de acero no sobrepase el límites más allá del convertidor.

_Solicitar el permiso para ir a terreno y realizar la lubricación.

40	Instructivo de trabajo	56120	2	2.0

_Lubricar con grasa XHP 222, a través de los puntos de engrase las cuatro ruedas.

_Lubricar unión cardánica brazo soporte ruedas.

_Verificar estado y nivel de aceite reductor, rellenar en caso de ser necesario.

Revisar y/o lubricar junta elástica.

_Verificar existencia de filtraciones en sellos de tapas.

CAP ACERO		Página: 2
	Orden de trabajo: 004ESC021.B	

DATOS CABECERA

Área: Acería Conox	**Clase de orden:** ZM08
Sub-área: Manejo de Escoria	**Ubicación Técnica:** SH01-56-02-09
Descripción del equipo: Carro Traspaso de Escoria	**Equipo:** MM5600658
Fecha emitida:	**Status Actual:** Liberado

Descripción OT: Lubricación del carro de traspaso de escoria	**Inicio programado:**	**Término programado:**

Firma Seguridad	**Firma Jefe Área**	**Firma Ejecutor**		
50	Entregar equipo a operación	56120	0	0.0

Solicitar desbloqueo de equipo/s.

_Probar carro y entregarlo a operación.

_Avisar al Jefe general de turno del término de la mantención.

LISTA DE HERRAMIENTAS

Nº	Descripción	Cantidad
1	Bomba grasera manual	1
2	Guaipe	5
3		
4		
5		

Observaciones:

Fecha: / /	Hora:
Responsable Ejecutor:	
Aprobación Superindentende	**Aprobación Jefe de Mantenimiento**
Firma:	Firma:
Fecha: / /	Fecha: / /

ANEXO 21: ORDEN DE TRABAJO CARRO DE ESCORIA: ENSAYOS END

CAP ACERO		**Página:** 1
	Orden de trabajo: 004ESC03ED	

DATOS CABECERA

Área: Acería Conox	**Clase de orden:** ZM04
Sub-área: Manejo de Escoria	**Ubicación Técnica:** SI01-56-02-11
Descripción del equipo: Carro Traspaso de Escoria	**Equipo:** MM5600158
Fecha emitida:	**Status Actual:** Liberado

Descripción OT: Ensayos no destructivos al carro de traspaso de escoria.	**Inicio programado:**	**Término programado:**

Firma Seguridad	**Firma Jefe Área**	**Firma Ejecutor**

DETALLES DE OPERACIÓN

Op	Descripción de tarea	P.Trab.	Cant.Per.	H.H.Prog.
20	Actividad de seguridad	73952	0	0.0

_Dar cumplimiento al nuevo reglamento #11/ bloqueo y desbloqueo de equipos/ MA-34-004, Revisión 3 se incorpora:

FO-34-049: Puntos de bloqueo – FO-34-050: Tarjetas de seguridad
FO-34-051: Inicio-Termino intervención – FO-34-052: Tarjeta de advertencia

_Considerar y aplicar las 10 reglas del Acero involucradas en el trabajo.

_Evaluar área de trabajo y generar ART respectivo (análisis de riesgo de tareas), PARE, VEA, PIENSE, ACTÚE

_El uso de los elementos de protección personal "EPP"

20,1	Tarjetas de bloqueo	73952	0	0.0

_CB Principal/ Cubículo 120/ Panel 63/ Sala MCC/Acería Cx

30	Coordinaciones previa al trabajo	73952	0	0.0

_Avisar al Jefe general de turno sobre la intervención.
_Solicita a operador de carro dejar éste en posición de trabajo (lado mar).
_Coordinar con empresa externa ITC trabajos de reparación.
_Solicitar el permiso para ir a terreno y realizar mantención estructural.

40	Instructivo de trabajo	73952	4	16.0

_Inspección visual y ultrasonido a ejes-ruedas:

- Buscando posibles grietas a ejes y ruedas.

_Inspeccionar con partículas magnetizables e visualmente:

- Planchajes
- Grietas
- Soldaduras en planchones.

- Emitir informe y enviar a Oficina Programación Mecánica Acería.
- De acuerdo al informe emitido, se realizará mantención correspondiente.

CAP ACERO		Página: 2
	Orden de trabajo: 004ESC03ED	

DATOS CABECERA

Área: Acería Conox	**Clase de orden:** ZM04
Sub-área: Manejo de Escoria	**Ubicación Técnica:** SH01-56-02-09
Descripción del equipo: Carro Traspaso de Escoria	**Equipo:** MM5600658
Fecha emitida:	**Status Actual:** Liberado

Descripción OT: Ensayos no destructivos al carro de traspaso de escoria.	**Inicio programado:**	**Término programado:**

Firma Seguridad	Firma Jefe Área	Firma Ejecutor		
50	Entregar equipo a operación	73952	0	0.0

Solicitar desbloqueo de los equipos.

_Probar el carro y entregarlo a operación.

_Avisar al Jefe General de turno del término de la Mantención predictiva.

LISTA DE HERRAMIENTAS

Nº	Descripción	Cantidad
1	Sujeto a la necesidad del trabajo.	
2	//	
3	//	
4	//	
5	//	

Observaciones:

Fecha: / /	Hora:
Responsable Ejecutor:	
Aprobación Superindentende	**Aprobación Jefe de Mantenimiento**
Firma:	Firma:
Fecha: / /	Fecha: / /

ANEXO 22: ORDEN DE TRABAJO CARRO DE ESCORIA: MTTO MECÁNICO T.CAMPAÑA

CAP ACERO		**Página:** 1
	Orden de trabajo: 004ESC04MM	
DATOS CABECERA		
Área: Acería Conox	**Clase de orden:** ZM03	
Sub-área: Manejo de Escoria	**Ubicación Técnica:** SH01-56-02-11	
Descripción del equipo: Carro Traspaso de Escoria	**Equipo:** MM5600158	
Fecha emitida:	**Status Actual:** Liberado	
Descripción OT: Mantenimiento mecánico al carro de traspaso de escoria por termino de campaña.	**Inicio programado:**	**Término programado:**
Firma Seguridad	**Firma Jefe Área**	**Firma Ejecutor**

DETALLES DE OPERACIÓN

Op	Descripción de tarea	P.Trab.	Cant.Per.	H.H.Prog.
20	Actividad de seguridad	73912	0	0.0

_Dar cumplimiento al nuevo reglamento #11/ bloqueo y desbloqueo de equipos/ MA-34-004, Revisión 3 se incorpora:

FO-34-049: Puntos de bloqueo – FO-34-050: Tarjetas de seguridad
FO-34-051: Inicio-Termino intervención – FO-34-052: Tarjeta de advertencia

_Considerar y aplicar las 10 reglas del Acero involucradas en el trabajo.

_Evaluar área de trabajo y generar ART respectivo (análisis de riesgo de tareas), PARE, VEA, PIENSE, ACTÚE

_El uso de los elementos de protección personal "EPP"

20,1	Tarjetas de bloqueo	73912	0	0.0

_CB Principal/ Cubículo 120/ Panel 63/ Sala MCC/Acería Cx

30	Coordinaciones previa al trabajo	73912	0	0.0

_Avisar al Jefe general de turno sobre la intervención.
_Solicita a operador de carro dejar éste en posición de trabajo (lado mar).
_Coordinar con empresa externa TyT trabajos de reparación.
_Solicitar el permiso para ir a terreno y realizar mantención estructural.

40	Instructivo de trabajo	73912	6	16.0

_Revisión del reductor.
_Revisión de coplas seggor.
_Revisión si existen grietas en ejes y pestañas de ruedas.
_Inspeccionar juntar cardanica.
_Solicitar informes END.
_De acuerdo a resultados de ensayos realizados a componentes mecánicos se solicita:

- Cambiar ruedas y ejes de ser necesario.
- Cambiar reductor.
- Cambiar la junta cardanica.
- Cambios de coplas.
- Cambiar pernos cortados.

CAP ACERO		Página: 2
	Orden de trabajo: 004ESC04MM	

DATOS CABECERA

Área: Acería Conox	**Clase de orden:** ZM03
Sub-área: Manejo de Escoria	**Ubicación Técnica:** SI101-56-02-09
Descripción del equipo: Carro Traspaso de Escoria	**Equipo:** MM5600658
Fecha emitida:	**Status Actual:** Liberado

Descripción OT: Mantenimiento mecánico al carro de traspaso de escoria por termino de campaña.	**Inicio programado:**	**Término programado:**

Firma Seguridad	Firma Jefe Área	Firma Ejecutor		
50	Entregar equipo a operación	73912	0	0.0

Solicitar desbloqueo de equipo/s.

_Probar carro y entregarlo a operación.

_Avisar al Jefe general de turno del término de la mantención.

LISTA DE HERRAMIENTAS

Nº	Descripción	Cantidad
1	Sujeto a la necesidad del trabajo.	
2	//	
3	//	
4	//	
5	//	

Observaciones:

Fecha: / /	Hora:
Responsable Ejecutor:	
Aprobación Superindentende	**Aprobación Jefe de Mantenimiento**
Firma:	Firma:
Fecha: / /	Fecha: / /

ANEXO 23: ORDEN DE TRABAJO CARRO DE ESCORIA: MTTO ESTRUCTURAL T.CAMPAÑA

CAP ACERO		**Página:** 1
	Orden de trabajo: 004ESC05MF	
DATOS CABECERA		
Área: Acería Conox	**Clase de orden:** ZM03	
Sub-área: Manejo de Escoria	**Ubicación Técnica:** SH01-56-02-11	
Descripción del equipo: Carro Traspaso de Escoria	**Equipo:** MM5600158	
Fecha emitida:	**Status Actual:** Liberado	
Descripción OT: Mantenimiento estructural al carro de traspaso de escoria por termino de campaña.	**Inicio programado:**	**Término programado:**
Firma Seguridad	**Firma Jefe Área**	**Firma Ejecutor**

DETALLES DE OPERACIÓN

Op	Descripción de tarea	P.Trab.	Cant.Per.	H.H.Prog.
20	Actividad de seguridad	71200	0	0.0

_Dar cumplimiento al nuevo reglamento #11/ bloqueo y desbloqueo de equipos/ MA-34-004, Revisión 3 se incorpora:

FO-34-049: Puntos de bloqueo – FO-34-050: Tarjetas de seguridad
FO-34-051: Inicio-Termino intervención – FO-34-052: Tarjeta de advertencia

_Considerar y aplicar las 10 reglas del Acero involucradas en el trabajo.

_Evaluar área de trabajo y generar ART respectivo (análisis de riesgo de tareas), PARE, VEA, PIENSE, ACTÚE

_El uso de los elementos de protección personal "EPP"

20,1	Tarjetas de bloqueo	71200	0	0.0

_CB Principal/ Cubículo 120/ Panel 63/ Sala MCC/Acería Cx

30	Coordinaciones previa al trabajo	71200	0	0.0

_Avisar al Jefe general de turno sobre la intervención.
_Solicita a operador de carro dejar éste en posición de trabajo (lado mar).
_Coordinar con empresa externa TyT trabajos de reparación.
_Solicitar el permiso para ir a terreno y realizar mantención estructural.

40	Instructivo de trabajo	71200	6	16.0

_Reparaciones en planchas de estructura.
_Reparar base de raspadores.
_Reparación de soldaduras.
_Solicitar informe a ITC y TyT.
_De acuerdo a resultados de los ensayos realizados a estructura se solicita:

- Cambio de todas las planchas dañadas.
- Cambio de raspadores.
- Reparar grietas estructurales.

CAP ACERO		Página: 2
	Orden de trabajo: 0041SC05MI	

DATOS CABECERA

Área: Acería Conox	**Clase de orden:** ZM03
Sub-área: Manejo de Escoria	**Ubicación Técnica:** SI101-56-02-09
Descripción del equipo: Carro Traspaso de Escoria	**Equipo:** MM5600658
Fecha emitida:	**Status Actual:** Liberado

Descripción OT: Mantenimiento estructural al carro de traspaso de escoria por termino de campaña.	**Inicio programado:**	**Término programado:**

Firma Seguridad	Firma Jefe Área	Firma Ejecutor		
50	Entregar equipo a operación	71200	0	0.0

Solicitar desbloqueo de equipo/s.

_Probar carro y entregarlo a operación.

_Avisar al Jefe general de turno del término de la mantención.

LISTA DE HERRAMIENTAS

Nº	Descripción	Cantidad
1	Sujeto a la necesidad del trabajo.	
2	//	
3	//	
4	//	
5	//	

Observaciones:

Fecha: / /	Hora:
Responsable Ejecutor:	
Aprobación Superindentende	**Aprobación Jefe de Mantenimiento**
Firma:	Firma:
Fecha: / /	Fecha: / /

ANEXO 24: ORDEN DE TRABAJO CARRO DE ESCORIA: CAMBIO DE ACEITE

CAP ACERO		**Página:** 1
	Orden de trabajo: 004ESC06CA	
DATOS CABECERA		
Área: Acería Conox	**Clase de orden:** ZM08	
Sub-área: Manejo de Escoria	**Ubicación Técnica:** SI01-56-02-11	
Descripción del equipo: Carro Traspaso de Escoria	**Equipo:** MM5600158	
Fecha emitida:	**Status Actual:** Liberado	
Descripción OT: Cambio de aceite al Reductor Tacke 28 HP.	**Inicio programado:**	**Término programado:**
Firma Seguridad	**Firma Jefe Área**	**Firma Ejecutor**

DETALLES DE OPERACIÓN

Op	Descripción de tarea	P.Trab.	Cant.Per.	H.H.Prog.
20	Actividad de seguridad	56120	0	0.0

_Dar cumplimiento al nuevo reglamento #11/ bloqueo y desbloqueo de equipos/ MA-34-004, Revisión 3 se incorpora:

FO-34-049: Puntos de bloqueo – FO-34-050: Tarjetas de seguridad
FO-34-051: Inicio-Termino intervención – FO-34-052: Tarjeta de advertencia

_Considerar y aplicar las 10 reglas del Acero involucradas en el trabajo.

_Evaluar área de trabajo y generar ART respectivo (análisis de riesgo de tareas), PARE, VEA, PIENSE, ACTÚE

_El uso de los elementos de protección personal "EPP"

20,1	Tarjetas de bloqueo	56120	0	0.0

_CB Principal/ Cubículo 120/ Panel 63/ Sala MCC/Acería Cx

30	Coordinaciones previa al trabajo	56120	0	0.0

_Avisar al Jefe general de turno sobre la mantención.
_Solicita a operador de carro dejar éste en posición de trabajo, antes de desconexión.
_Coordinar con operación, para que carro de acero no sobrepase el límites más allá del convertidor.
_Solicitar el permiso para ir a terreno y realizar mantención.

40	Instructivo de trabajo	56120	3	2.0

_Desmontar tapa metálica que se encuentra en la parte superior del reductor para realizar el cambio de aceite.

_Por medio de una bomba de lubricación por aire, se retira el aceite y se procede al llenado del aceite Spartan EP 220.

_Verificar que la cantidad llenado sea la correcta.

_Una vez realizada la operación se debe montar la tapa metálica superior.

CAP ACERO		Página: 2
	Orden de trabajo: 004ESC06CA	

DATOS CABECERA

Área: Acería Conox	**Clase de orden:** ZM08
Sub-área: Manejo de Escoria	**Ubicación Técnica:** SH01-56-02-09
Descripción del equipo: Carro Traspaso de Escoria	**Equipo:** MM5600658
Fecha emitida:	**Status Actual:** Liberado

Descripción OT: Cambio de aceite al Reductor Tacke 28 HP.	**Inicio programado:**	**Término programado:**

Firma Seguridad	Firma Jefe Área	Firma Ejecutor		
50	Entregar equipo a operación	56120	0	0.0

Solicitar conexión eléctrica.
_Solicitar operador de carro.
_ Solicitar prueba de funcionamiento.
_Supervisor General o capataz Mecánico verifican trabajos y funcionamiento del carro.
_Capataz entrega carro de traspaso Escoria AC.-CC. A operación.

LISTA DE HERRAMIENTAS

Nº	Descripción	Cantidad
1	Bomba neumática de lubricación.	1
2	Llaves punta corona 17 y 19 mm.	2
3	Silicona para sellado.	1
4	Guaipe	1
5		

Observaciones:

Fecha: / /	Hora:
Responsable Ejecutor:	
Aprobación Superindentende	**Aprobación Jefe de Mantenimiento**
Firma:	Firma:
Fecha: / /	Fecha: / /