

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA



CENTRAL AZUCARERA TEMPISQUE S.A. (CATSA)



**“DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN LA
METODOLOGÍA RCM PARA EL DEPARTAMENTO DE PATIO DE CAÑA”**

**INFORME DE PRÁCTICA DE ESPECIALIDAD PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL, GRADO LICENCIATURA**

CARLOS FEDERICO CANALES MORA

CARTAGO, NOVIEMBRE, 2014

Carrera acreditada por:
Canadian Engineering Accreditation Board



Profesor Guía

Ing. Luis Antonio Gómez Gutiérrez

Asesor Industrial

Ing. Ariel Francisco Gutiérrez Ramos

Tribunal Examinador

Ing. Carlos Piedra Santamaría

Ing. Juan Pablo Arias Cartin

Información del estudiante, proyecto y empresa

Información del estudiante	
Nombre:	Carlos Federico Canales Mora
Cédula o No. Pasaporte:	5-0338-0654
Carné ITCR:	201096302
Dirección de su residencia en época lectiva:	Residencial José María Zeledón casa E-25, Curridabat, San José,
Dirección de su residencia en época no lectiva:	200 metros oeste del Banco Nacional de Costa Rica, Filadelfia, Guanacaste.
Teléfono en época lectiva:	2253-2837
Teléfono época no lectiva:	2688-8170
Email:	fedecmax@gmail.com
Información del proyecto	
Nombre del proyecto:	“Desarrollo de un Plan de Mantenimiento Preventivo basado en la metodología RCM para el Departamento de Patio de Caña”
Profesor asesor:	Luis Antonio Gómez Gutiérrez.
Horario de trabajo del estudiante:	Lunes a jueves de 7:00 am a 5:00 pm
Información de la empresa	
Nombre:	Central Azucarera del Tempisque S.A. (CATSA)
Zona:	Guanacaste
Dirección:	6.5 km sureste de la escuela de Guardia, Liberia.
Teléfono:	2690-2500
Actividad principal:	Cultivo y procesamiento de la caña de azúcar para la producción de azúcares y alcoholes.

Dedicatoria

Este proyecto de graduación quiero dedicarlo, primero que todo, a Dios, pues me ha regalado la oportunidad de estudiar una carrera profesional, pero sobre todo porque día tras día me da el don de la vida, me acompaña y me instruye para ser una mejor persona.

Además quiero dedicar este proyecto a toda mi familia, especialmente a mi mamá y papá, quienes han sido un soporte invaluable durante todo este proceso. Por supuesto, también lo dedico a mis hermanos y hermanas, pues al verlos me llenan de ilusión y alegría, así como a mi abuelita con quien he compartido a lo largo de todos estos años de estudio.

¡A todos los quiero mucho!

Agradecimiento

Quiero agradecer siempre a Dios, eternamente.

Además quiero agradecer a todos mis compañeros de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial del Instituto Tecnológico de Costa Rica, con quienes compartí tantos años, juntos nos reímos, estudiamos y nos dimos ánimo en los momentos más difíciles.

También agradezco a todo el personal docente y administrativo de la Escuela de Ingeniería Electromecánica del Instituto Tecnológico de Costa Rica, pues permitieron y brindaron las mejores condiciones para un aprendizaje exitoso.

Al Ingeniero Luis Gómez por ser mi profesor guía de práctica, gracias por sus consejos y paciencia.

Al Ingeniero Ariel Gutiérrez por ser mi asesor industrial de práctica, gracias también por sus consejos y apoyo a lo largo de todo este tiempo.

Al Instituto Tecnológico de Costa Rica y todo su personal, y al país por haber tenido la visión de crear y mantener tan importante institución.

A todo el personal de la empresa Central Azucarera del Tempisque S.A. (CATSA), especialmente a los de la División Industrial, a todos ellos muchas gracias por haberme recibido con tanta amabilidad y por brindarme su ayuda para el desarrollo de la práctica.

A la empresa Central Azucarera del Tempisque S.A. (CATSA) muchas gracias por permitirme esta experiencia inolvidable, a través de ella aprendí mucho de todos sus procesos y diferentes equipos, que como futuro Ingeniero en Mantenimiento Industrial me apasionan tanto.

¡Muchas gracias a todos!

Índice

1	Resumen.....	14
2	Introducción.....	17
3	Definición del problema.....	18
3.1	Justificación.....	18
3.2	Objetivos.....	19
3.2.1	Objetivo general.....	19
3.2.2	Objetivos específicos.....	19
3.2.3	Metodología de trabajo.....	20
4	Información de la Empresa.....	22
4.1	Visión.....	22
4.2	Misión.....	22
4.3	Reseña de la empresa.....	22
4.4	Organización de la División Industrial.....	24
5	Marco teórico.....	26
5.1	Proceso productivo para la fabricación de azúcar.....	26
5.1.1	Preparación de caña (Patio de caña).....	26
5.1.2	Molinos.....	26
5.1.3	Sulfatación y alcalizado.....	27
5.1.4	Calentamiento y clarificación.....	27
5.1.5	Filtración.....	28
5.1.6	Evaporación.....	28
5.1.7	Clarificación de la meladura.....	28
5.1.8	Cristalización.....	29
5.1.9	Centrifugación.....	29
5.1.10	Secado.....	29
5.1.11	Envase.....	30
5.2	Detalles del proceso de preparación de caña azúcar.....	30
5.2.1	Medición de la preparación de la caña de azúcar.....	30
5.2.2	Pesaje de la caña.....	31

5.2.3	Muestreador de calidad “Core Sampler”	32
5.2.4	Descarga de caña mediante volteadores	32
5.2.5	Mesas de caña.....	35
5.2.6	Conductores de tablillas	36
5.2.7	Picadoras	37
5.2.8	Desfibradora.....	40
5.2.9	Conductores de banda de hule	42
5.3	Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM)	43
5.3.1	Grupo de trabajo.....	43
5.3.2	Pasos para un análisis RCM	45
6	Desarrollo del programa de mantenimiento preventivo basado en RCM.....	51
6.1	Selección de los equipos por estudiar	51
6.2	Codificación de los equipos	52
6.3	Disponibilidad operacional	53
6.3.1	Cálculo de disponibilidad.....	54
6.4	Aplicación de la metodología RCM	57
6.4.1	Mejoras o rediseño de equipo	58
6.4.2	Capacitación.....	60
6.5	Manual de mantenimiento preventivo	61
6.5.1	Tipo de orientación.....	61
6.5.2	Ciclo de mantenimiento	61
6.5.3	Personal requerido para realizar las inspecciones y tiempo de duración	63
6.5.4	Materiales y repuestos para realizar el mantenimiento.....	66
6.6	Análisis económico del proyecto.....	69
6.7	Cronograma de inspecciones para el período de zafra	70
7	Conclusiones.....	71
8	Recomendaciones.....	72
9	Bibliografía.....	73
10	Anexos	74
	Anexo 1. Organigrama Gerencia Industrial.....	74

Anexo 2.	Diagrama del proceso de fabricación de azúcar	75
Anexo 3.	Diagrama ilustrativo del proceso de preparación de caña (patio de caña).....	76
Anexo 4.	Formato Hoja RCM	77
Anexo 5.	Diagrama Pareto de Tiempo Perdido Patio de Caña	78
Anexo 6.	Diagrama Pareto de Tiempo Perdido Molinos	79
Anexo 7.	Diagrama Pareto de Tiempo Perdido Generación de Vapor.....	80
Anexo 8.	Diagrama Pareto de Tiempo Perdido Generación Eléctrica.....	81
Anexo 9.	Datos de tiempo perdido y cantidad de fallos por departamento	82
Anexo 10.	Hoja de información RCM – Volteador #1 (Hoja 1 de 4).....	84
	Hoja de información RCM –Volteador #1 (Hoja 2 de 4).....	85
	Hoja de información RCM –Volteador #1 (Hoja 3 de 4).....	86
	Hoja de información RCM –Volteador #1 (Hoja 4 de 4).....	87
Anexo 11.	Hoja de información RCM – Mesa de caña # 1 (Hoja 1 de 4).....	88
	Hoja de información RCM – Mesa de Caña #1 (Hoja 2 de 4).....	89
	Hoja de información RCM – Mesa de Caña #1 (Hoja 3 de 4).....	90
	Hoja de información RCM – Mesa de Caña #1 (Hoja 4 de 4).....	91
Anexo 12.	Hoja de información RCM – Conductor de caña # 2 (Hoja 1 de 4)	92
	Hoja de información RCM – Conductor de caña # 2 (Hoja 2 de 4)	93
	Hoja de información RCM – Conductor de caña # 2 (Hoja 3 de 4)	94
	Hoja de información RCM – Conductor de caña # 2 (Hoja 4 de 4)	95
Anexo 13.	Hoja de información RCM – Precuchilla (Hoja 1 de 6).....	96
	Hoja de información RCM – Precuchilla (Hoja 2 de 6).....	97
	Hoja de información RCM – Precuchilla (Hoja 3 de 6).....	98
	Hoja de información RCM – Precuchilla (Hoja 4 de 6).....	99
	Hoja de información RCM – Precuchilla (Hoja 5 de 6).....	100
	Hoja de información RCM – Precuchilla (Hoja 6 de 6).....	101
Anexo 14.	Hoja de información RCM – Cuchilla (Hoja 1 de 4)	102
	Hoja de información RCM – Cuchilla (Hoja 2 de 4)	103
	Hoja de información RCM – Cuchilla (Hoja 3 de 4)	104
	Hoja de información RCM – Cuchilla (Hoja 4 de 4)	105

Anexo 15.	Hoja de información RCM – Desfibradora (Hoja 1 de 6).....	106
	Hoja de información RCM – Desfibradora (Hoja 2 de 6).....	107
	Hoja de información RCM – Desfibradora (Hoja 3 de 6).....	108
	Hoja de información RCM – Desfibradora (Hoja 4 de 6).....	109
	Hoja de información RCM – Desfibradora (Hoja 5 de 6).....	110
	Hoja de información RCM – Desfibradora (Hoja 6 de 6).....	111
Anexo 16.	Hoja de información RCM – Pateador banda de hule (Hoja 1 de 3).....	112
	Hoja de información RCM – Pateador banda de hule (Hoja 2 de 3).....	113
	Hoja de información RCM – Pateador banda de hule (Hoja 3 de 3).....	114
Anexo 17.	Hoja de información RCM – Conductor banda de hule (Hoja 1 de 5).....	115
	Hoja de información RCM – Conductor banda de hule (Hoja 2 de 5).....	116
	Hoja de información RCM – Conductor banda de hule (Hoja 3 de 5).....	117
	Hoja de información RCM – Conductor banda de hule (Hoja 4 de 5).....	118
	Hoja de información RCM – Conductor banda de hule (Hoja 5 de 5).....	119
Anexo 18.	Manual de Mantenimiento Preventivo.....	120
	Ficha Técnica Volteador # 1.....	121
	Inspecciones preventivas para Volteador # 1.....	123
	Formulario para realizar inspecciones por turno en volteador # 1.....	125
	Formulario para realizar inspecciones diarias volteador # 1.....	126
	Formulario para realizar inspecciones semanales en volteador # 1.....	127
	Formulario para realizar inspecciones bimensuales en volteador # 1.....	127
	Formulario para realizar inspecciones semestrales en volteador # 1.....	128
	Ficha Técnica Mesa de caña # 1.....	129
	Inspecciones preventivas para Mesa de Caña # 1.....	133
	Formulario para realizar inspecciones por turno en mesa de caña # 1.....	135
	Formulario para realizar inspecciones diarias en mesa de caña # 1.....	136
	Formulario para realizar inspecciones semanales en mesa de caña # 1.....	137
	Formulario para realizar inspecciones bimensuales en mesa de caña # 1.....	137
	Formulario para realizar inspecciones semestrales en mesa de caña # 1.....	138
	Ficha Técnica para Conductor de caña # 2.....	139

Inspecciones preventivas para conductor de caña # 2	142
Formulario para realizar inspecciones diarias en conductor de caña # 2	144
Formulario para realizar inspecciones semanales en conductor de caña # 2.....	145
Formulario para realizar inspecciones quincenales y mensuales en conductor de caña # 2	146
Formulario para realizar inspecciones semestrales en conductor de caña # 2	146
Ficha Técnica Precuchilla	147
Inspecciones preventivas precuchilla.....	149
Formulario para realizar inspecciones por turno en precuchilla	152
Formulario para realizar inspecciones diarias en precuchilla.....	153
Formulario para realizar inspecciones semanales en precuchilla	154
Formulario para realizar inspecciones quincenales y mensuales en precuchilla.....	155
Formulario para realizar inspecciones semestrales en precuchilla.....	156
Ficha Técnica Cuchilla	157
Inspecciones preventivas cuchilla cañera # 1	159
Formulario para realizar inspecciones por turno en cuchilla cañera # 1	161
Formulario para realizar inspecciones semanales en cuchilla cañera # 1	162
Formulario para realizar inspecciones quincenales y mensuales en cuchilla cañera # 1	163
Formulario para realizar inspecciones semestrales en cuchilla cañera # 1.....	164
Ficha Técnica Desfibradora	165
Inspecciones preventivas desfibradora.....	167
Formulario para realizar inspecciones por turno en desfibradora	170
Formulario para realizar inspecciones diarias en desfibradora	171
Formulario para realizar inspecciones semanales en desfibradora.....	172
Formulario para realizar inspecciones quincenales y mensuales en desfibradora	174
Formulario para realizar inspecciones semestrales en desfibradora.....	175
Ficha Técnica Pateador Banda de Hule	176
Inspecciones preventivas pateador banda de hule.....	178
Formulario para realizar inspecciones por turno en pateador banda de hule	179
Formulario para realizar inspecciones diarias en pateador banda de hule	180

Formulario para realizar inspecciones semanales en pateador banda de hule	181
Formulario para realizar inspecciones mensuales en pateador banda de hule	181
Formulario para realizar inspecciones semestrales en pateador banda de hule	182
Ficha Técnica Conductor banda de hule	183
Inspecciones preventivas conductor banda de hule	185
Formulario para realizar inspecciones por turno en conductor banda de hule	187
Formulario para realizar inspecciones diarias en conductor banda de hule	187
Formulario para realizar inspecciones semanales en conductor banda de hule	188
Formulario para realizar inspecciones quincenales y mensuales en conductor banda de hule	189
Formulario para realizar inspecciones semestrales en conductor banda de hule	190
Anexo 19. Diagrama de Gantt para la calendarización de las inspecciones (Hoja 1 de 2)	191
Anexo 20. Diagrama de Gantt para la calendarización de las inspecciones (Hoja 2 de 2)	192

Índice de tablas

Tabla 1. Actividades por desarrollar según cada objetivo	20
Tabla 2 Productos fabricados por la empresa	22
Tabla 3 Relación de la densidad aparente de la caña tras el paso por las cuchillas	37
Tabla 4 Relación de la capacidad relativa al paso por cuchillas picadoras de caña.....	38
Tabla 5 Modelo de las 7 preguntas y etapas del RCM	45
Tabla 6 Definición tipo de modo de falla	48
Tabla 7 Definición del tipo de consecuencia del fallo	49
Tabla 8 Definición del tipo de acción proactiva	50
Tabla 9 Distribución de tiempo perdido por paradas no programadas.....	54
Tabla 10 Cálculo del tiempo disponible para operar	55
Tabla 11 Cálculo de disponibilidad.....	56
Tabla 12 Instalación de tubería de agua en el eje de cola de la mesa de caña	60
Tabla 13 Nomenclatura para identificar el periodo de inspección.....	62
Tabla 14 Nomenclatura para identifica el personal a cargo de las inspecciones	63
Tabla 15 Tiempo en minutos requerido por el personal para realizar inspecciones de mantenimiento preventivo.....	65
Tabla 16 Resumen del costo por concepto de salarios para el plan de mantenimiento preventivo	65
Tabla 17 Lista de materiales área mecánica	66
Tabla 18. Lista de materiales área eléctrica	67
Tabla 19. Lista de lubricantes	68
Tabla 20 Resumen de costos por concepto del plan de mantenimiento preventivo para Patio de caña	69
Tabla 21 Ejemplo de plantilla de información hoja RCM	77
Tabla 22. Datos para análisis de Pareto por tiempo perdido en Patio de Caña	78
Tabla 23 Datos para análisis de Pareto por tiempo perdido en Molinos.....	79
Tabla 24 Datos para análisis de Pareto por tiempo perdido en Generación de Vapor.....	80
Tabla 25 Datos para análisis de Pareto por tiempo perdido en Generación Eléctrica.....	81
Tabla 26 Cantidad de Fallos por máquina y tiempo perdido. Patio de Caña	82
Tabla 27 Cantidad de Fallos por máquina y tiempo perdido. Molinos.....	82
Tabla 28 Cantidad de Fallos por máquina y tiempo perdido. Generación de Vapor.....	83
Tabla 29 Cantidad de Fallos por máquina y tiempo perdido. Generación Eléctrica.....	83

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Imagen satelital de la ubicación de la empresa CATSA.....	23
Ilustración 2 Planta de la División Industrial.....	24
Ilustración 3 Organigrama para la Gestión del Mantenimiento.....	25
Ilustración 4 Romana camionera	31
Ilustración 5 Core Sampler o muestreador de caña	32
Ilustración 6 Sistema para descargue de carretas, tipo 1.....	33
Ilustración 7 Carretas utilizadas en el descargue, tipo 1	33
Ilustración 8 Sistema para descargue de carretas, tipo 2.....	34
Ilustración 9 Carretas utilizadas en la descarga tipo 2.....	34
Ilustración 10 Sistema para descargue de carretas, tipo 3.....	35
Ilustración 11 Mesa de caña vista desde la parte superior	35
Ilustración 12 Esquema típico de una mesa de caña.....	36
Ilustración 13 Conductor de caña	37
Ilustración 14 Montaje de una cuchilla cañera en el conductor	38
Ilustración 15 Conjunto típico de una cuchilla cañera	39
Ilustración 16 Dimensiones y forma de cuchillas cañeras	39
Ilustración 17 Cuchillas cañeras	40
Ilustración 18 Montaje típico de una desfibradora	41
Ilustración 19 Martillo utilizado por la desfibradora de caña	42
Ilustración 20 Transportador tipo banda de hule.....	42
Ilustración 21 Estructura característica para un grupo de análisis RCM.....	44
Ilustración 22. Llenando las funciones, hoja de información del RCM	46
Ilustración 23 Llenando las fallas funcionales, hoja de información RCM	47
Ilustración 24 Llenando los modos de falla, hoja de información RCM.....	47
Ilustración 25 Llenando los efectos, hoja de información RCM	49
Ilustración 26 Clasificación código de ubicación de activo.....	53
Ilustración 27 Ejemplo código de ubicación de activo	53
Ilustración 28 Distribución porcentual del tiempo perdido del ingenio por área.....	55
Ilustración 29 Productos de la metodología RCM.....	58
Ilustración 30 Instalación de rodillos extras en la banda de hule	59
Ilustración 31 Organigrama Gerencia Industrial.....	74
Ilustración 32 Proceso de fabricación de azúcar.....	75
Ilustración 33 Proceso de preparación (patio de caña).....	76
Ilustración 34 Pareto de tiempo perdido / Patio de Caña	78
Ilustración 35 Pareto de tiempo perdido / Molinos	79
Ilustración 36 Pareto de tiempo perdido / Generación de Vapor.....	80
Ilustración 37 Pareto de tiempo perdido / Generación Eléctrica.....	81

1 Resumen

Utilizando como guía la metodología del mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) se desarrolla el presente estudio para mejorar la disponibilidad del Ingenio Central Azucarera del Tempisque S.A. (CATSA), mediante el establecimiento de acciones proactivas que permitan disminuir el tiempo perdido producto de fallas funcionales.

El estudio se desarrolla en el departamento conocido como Patio de caña, en este el producto, es decir la caña de azúcar, es preparada para que el proceso posterior de molienda pueda lograr una mejor extracción del jugo de caña.

En términos generales el proceso consiste en descargar las carretas cargadas con caña provenientes del campo, picar la caña en secciones de menor tamaño. Luego, desfibrar estas pequeñas secciones para abrir las celdas en los tallos de la caña de azúcar y transportar todo el producto desde el punto de descarga hasta el punto donde se alimenta el primer molino del tándem de molinos.

Todo el proceso es realizado con ayuda de una serie de equipos que trabajan en conjunto para lograr ese objetivo, entre ellos se pueden mencionar grúas o volteadores de caña, transportadores o conductores y equipos rotativos provistos de cuchillas o martillos para lograr preparar la caña, entre otros.

La selección de los equipos por estudiar en el Patio de caña fue hecha siguiendo el criterio de Pareto para el tiempo perdido, de tal forma que aquellos equipos que más contribuyen con el tiempo perdido en zafra fueron los primeros en incluirse en el análisis, posteriormente se fueron agregando los restantes equipos.

Las acciones proactivas de mantenimiento para cada equipo fueron determinadas con la participación del personal de la empresa a cargo de la operación y el mantenimiento de los equipos. Tal como lo indica la metodología RCM, estas acciones incluyen recomendaciones para el rediseño de equipos, áreas para mejorar

en capacitación o procedimientos de trabajo y las inspecciones de rutina para la detección de fallas potenciales.

Finalmente se elabora un manual de mantenimiento preventivo que contiene el detalle de las inspecciones por realizar con el periodo, la frecuencia, la duración y el encargado de realizarla, así como una ficha técnica con información básica de cada máquina.

Palabras claves: Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM), disponibilidad, fallas funcionales, tiempo perdido, Pareto, acciones proactivas, manual de mantenimiento preventivo, ficha técnica, inspecciones.

ABSTRACT

Using as a guide the reliability centered maintenance (RCM) this study was developed to improve the availability of the sugar mill Central Azucarera del Tempisque S.A. (CATSA) by establishing proactive actions that help to reduce process downtimes.

The objective of the preparation process (known as “Patio de Caña”) is to take the sugar cane that came from the farm and reducing it into small pieces suitable for the subsequent extraction process.

In general cane is unloaded from the trucks using a hydraulic system which turn the wagon into the table feeder. This table feeder takes the cane and transports it to the conveying system. The size reduction is generally achieved through the use of rotating knives in the cane conveying system and passing the cane through a swing hammer shredder. Then the cane is ready to the extraction process.

The Pareto diagram using downtime criteria was used to select the machines which were included in the study.

All proactive action was determined together with operation and maintenance technicians, who have the knowledge and the expertise in every equipment and machine included in the study. Between proactive actions we can find recommendations for the redesign of some parts of the machines, topics for training and for sure the preventive inspections.

The preventive inspections establish the period, frequency, nominal duration time and the technician in charge to do the inspection, all this is compiled in the Preventive Manual.

Keywords: reliability centered maintenance, availability, downtimes, Pareto, proactive actions, inspections, preventive manual.

2 Introducción

Central Azucarera del Tempisque S.A. (CATSA) es una empresa del sector agroindustrial dedicada al cultivo y procesamiento de la caña de azúcar para la producción de azúcares y alcoholes.

El sector azucarero en la zona de la provincia de Guanacaste, donde se ubica el Ingenio CATSA, tiene la particularidad de que la temporada de producción o zafra tiene una duración aproximada de entre 4 a 5 meses, este periodo comprende desde principios del mes de diciembre y se extiende hasta el mes de abril. Durante este período el ingenio opera durante 24 horas al día todos los días de la semana haciendo uso de muchos recursos materiales, equipos, y herramientas, así como de una gran cantidad de personal necesario para el desarrollo de las actividades propias del proceso productivo.

El tiempo es un factor determinante desde el punto de vista económico, porque cualquier retraso con respecto al calendario establecido, significa tiempo que debe reponerse al final de la zafra para lograr moler toda la caña del ingenio y de los productores particulares, esto incrementa los costos.

Por esta razón, gestionar de la mejor manera sus recursos es vital para alcanzar las metas establecidas por la empresa, según estás, el mantenimiento de los equipos tiene un rol preponderante a la hora de evitar el tiempo perdido producto de paros no programados.

De esta manera el presente proyecto busca entregar a la empresa una herramienta desde la perspectiva de la Ingeniería en Mantenimiento Industrial, para desarrollar un plan de mantenimiento preventivo basado en la metodología del mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM), este tiene como principal objetivo mejorar la disponibilidad del ingenio y establecer un marco de referencia para el análisis de otras áreas del ingenio.

3 Definición del problema

3.1 Justificación

El problema bajo estudio puede definirse de la siguiente forma:

¿Cuáles acciones son necesarias de implementar para aumentar la disponibilidad del ingenio, mediante la reducción del tiempo perdido en zafra producto de fallas funcionales en el área de Patio de caña?

Durante la zafra, el proceso productivo trabaja en jornada continua, es decir, 24 horas al día, todos los equipos sufren un desgaste muy grande debido al contexto operacional en el cual se encuentran inmersos.

Una falla en el equipo crítico que genere un paro en todo el Ingenio trae consigo un retraso en la molienda, situación perjudicial para la caña de azúcar que ha sido cortada, porque empieza a perder propiedades y con esto su rendimiento disminuye. Al mismo tiempo se genera todo un retraso con respecto al calendario de molienda (se extiende la finalización de la zafra) y se ocasionan pérdidas económicas por personal y equipo ocioso. Un valor de referencia es el costo de producción por hora del ingenio, el cual aproximadamente ronda los \$ 11.000,00 (dólares estadounidenses), por esta razón es muy importante disminuir el tiempo perdido, que en el caso de Patio de caña representa el 8% del total, con una cantidad de 22.1 horas en la zafra 2013-2014.

Al considerar lo establecido por la empresa en su visión de negocio, en la cual se menciona que “a nivel nacional, ser la empresa agroindustrial líder en, rentabilidad, mediante la maximización de los recursos utilizados” (CATSA, s.f.), es claro el hecho de que la problemática planteada afecta, de forma directa, el logro de la visión.

De esta manera, desarrollar un proyecto que permita abordar dicha problemática se torna beneficioso para la empresa, en vista del aporte al logro de la visión perteneciente a la empresa.

Por lo tanto, un plan de mantenimiento preventivo, acorde al contexto operacional de cada equipo basado en la metodología RCM, es una herramienta que permite atacar los modos de falla de cada equipo, esto gracias al trabajo en conjunto llevado a cabo con los diferentes actores participantes en la operación y mantenimiento de los equipos.

De esta forma se obtienen las acciones proactivas y de rediseño, que son necesarias llevar a la práctica para asegurar que las fallas funcionales de los equipos y sus efectos sobre la producción, calidad, medio ambiente y seguridad de las personas serán reducidos a niveles aceptables, esto mejorará, indudablemente la disponibilidad y reducirá los costos de producción totales de una zafra, pues disminuirá el tiempo necesario para procesar toda la caña del ingenio y productores particulares, que en la zafra 2013-2014 fue de aproximadamente 865.000 toneladas métricas de caña, para un total de 132 días de molienda.

3.2 Objetivos

3.2.1 Objetivo general

Mejorar la disponibilidad del ingenio mediante la reducción del tiempo perdido asociado con los equipos de la sección de Patio de caña, esto por medio de la metodología de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM).

3.2.2 Objetivos específicos

- Establecer las acciones proactivas de mantenimiento que permitan disminuir las fallas funcionales en los equipos del Patio de caña del ingenio.
- Vincular al personal de operación y mantenimiento del ingenio con en el proceso de análisis y determinación de las acciones proactivas.
- Elaborar un manual de mantenimiento preventivo que sirva como guía para el personal de operación y mantenimiento, en este se deberá detallar la información necesaria para ejecutar las acciones proactivas.

3.2.3 Metodología de trabajo

Para lograr los objetivos se establece una metodología de trabajo que incluye actividades acordes a cada objetivo (ver Tabla 1).

Tabla 1. Actividades por desarrollar según cada objetivo

	Objetivos	Actividades
1	Establecer las acciones proactivas de mantenimiento que permitan disminuir las fallas funcionales en los equipos del Patio de caña del ingenio.	<p>Recopilar información técnica referida a los equipos</p> <hr/> <p>Realizar reuniones con personal técnico a cargo de los equipos</p> <hr/> <p>Ejecutar los pasos del proceso de RCM.</p>
2	Vincular al personal de operación y mantenimiento del ingenio con el proceso de análisis y determinación de las acciones proactivas de mantenimiento.	Conformar los equipos de trabajo en reuniones regulares, para la aplicación y desarrollo de la hoja de trabajo RCM, según lo establece la norma JA-1011
3	Elaborar un manual de mantenimiento preventivo que sirva como guía para el personal de operación y mantenimiento. En este se deberá detallar la información necesaria para ejecutar las acciones proactivas.	<p>Detallar información de los equipos</p> <hr/> <p>Detallar rutinas de inspección.</p> <hr/> <p>Establecer responsables de las tareas de mantenimiento y roles de trabajo</p> <hr/> <p>Determinar los recursos necesarios, materiales y humanos, para la correcta aplicación del PMP</p>

Fuente: Elaboración propia

Como puede observarse un componente fundamental de esta metodología basada en RCM se encuentra en el trabajo directo con personal a cargo de los equipos, tanto de operación como de mantenimiento. Esto es fundamental porque permite vincular a los interesados directos, mejorar el conocimiento de cada uno con respecto al equipo

y, además, es posible documentar la información adquirida en su experiencia profesional.

La documentación generada como el manual de mantenimiento y las hojas de RCM son productos importantes de la metodología de trabajo, porque ayudan a la empresa a mejorar sus procesos y se tiene un insumo para futuros proyectos de mejora y actualización del plan de mantenimiento.

4 Información de la Empresa

4.1 Visión

A nivel nacional, ser la empresa agroindustrial líder en recursos humanos, tecnología innovadora, calidad de nuestros productos, volumen de producción, rentabilidad, protección ambiental y desarrollo social, mediante la maximización de los recursos utilizados.

4.2 Misión

A través de la Agro Industrialización de la caña de azúcar, generar desarrollo social, tecnológico, y ambiental; así como satisfacer las necesidades de nutrición, gusto y bienestar de nuestros clientes.

4.3 Reseña de la empresa¹

Central Azucarera Tempisque S.A. (CATSA) es una empresa agroindustrial dedicada al cultivo y el procesamiento de la caña de azúcar y a la producción de azúcares y alcoholes.

CATSA fue concebida por iniciativa de la Cámara de Azucareros a principios de los años 70. En 1975 fue fundada propiamente como subsidiaria de CODESA. Posteriormente con el pasar de los años ha sufrido varias transformaciones hasta que en el año 1997 pasa a ser lo que hoy se conoce como Central Azucarera Tempisque S.A. Entre los productos fabricados por la empresa se tienen:

Tabla 2 Productos fabricados por la empresa

• Alcohol potable	• Azúcar refino
• Alcohol etílico neutro	• Azúcar refino exportación
• Alcohol etílico anhidro	• Azúcar blanco E-150
• Azúcar crudo	• Melaza entre otros.
• Azúcar blanco	

Fuente: CATSA, s.f.

¹ Información tomada del sitio web de la empresa, <http://www.catsa.net>

La empresa se ubica en Guardia de Liberia, Provincia de Guanacaste, Costa Rica.

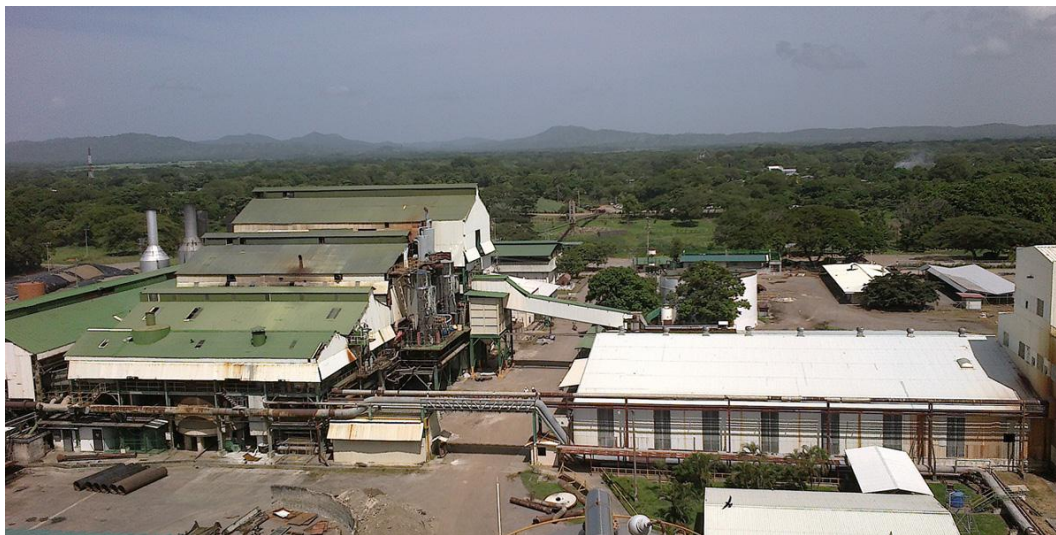
Ilustración 1 Imagen satelital de la ubicación de la empresa CATSA



Fuente: Google Maps, s.f.

A nivel operativo la empresa tiene cuatro divisiones que agrupan todas las labores necesarias para el desarrollo de las actividades propias del negocio. La División Administrativa es la encargada de brindar soporte a todas las divisiones productivas de la empresa, la División Agrícola es la encargada de proveer la materia prima (caña de azúcar) para la elaboración de todos los productos que realiza la empresa, la División Industrial es la encargada de tomar la materia prima y procesarla hasta obtener los diferentes productos terminados y la División de Taller Mecánico es la encargada de garantizar las condiciones de funcionamiento de toda la maquinaria agrícola y automotriz de la empresa.

Ilustración 2 Planta de la División Industrial



Fuente: CATSA, s.f.

En el año 2002 la empresa fue certificada ISO 9001:2000 para todos los procesos de fabricación de azúcares y alcoholes. Además los procesos productivos y administrativos que tienen lugar en la empresa cuentan con el Certificado de Aseguramiento de la Calidad que otorga ICONTEC.

4.4 Organización de la División Industrial

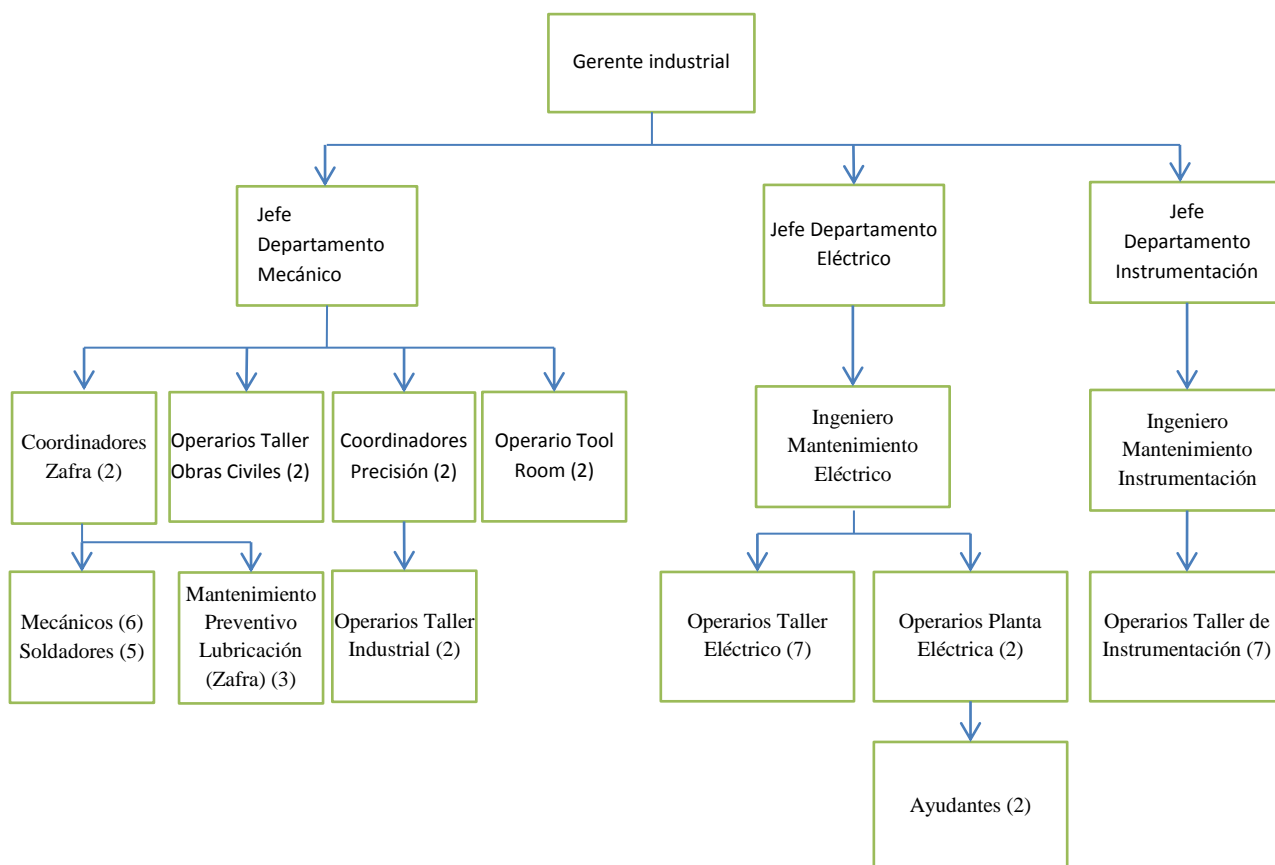
La División Industrial tiene a su cargo la gestión de los procesos de fabricación de azúcar, refinería y destilería, para tal efecto cuenta con un personal altamente calificado en diferentes áreas de la ingeniería, así como técnicos y operarios con gran experiencia en la industria azucarera, que son vitales para el logro de los objetivos de la empresa.

En el Anexo 1 se muestra la estructura interna de la División Industrial con sus diferentes departamentos.

Finalmente en la Ilustración 3 mostrada más adelante se detalla el organigrama para la gestión el mantenimiento, aquí es importante notar que los departamentos Mecánico, Eléctrico y de Instrumentación son sobre los cuales recae toda la carga de

trabajo, y son quienes deben dar soporte a las otros departamentos de la División Industrial.

Ilustración 3 Organigrama para la Gestión del Mantenimiento



Fuente: CATSA, s.f.

5 Marco teórico

5.1 Proceso productivo para la fabricación de azúcar

A continuación se explica el proceso productivo de elaboración de azúcar, este proceso es el más importante y a partir del cual se toman los insumos para otros subprocesos como por ejemplo destilería y refinería. En el Anexo 2 se muestra un diagrama ilustrativo del proceso de fabricación de azúcar.

5.1.1 Preparación de caña (Patio de caña)

La caña que llega del campo en canastas remolcadas por tractores o cabezales, se muestrea por medio de una sonda mecánica denominada “Core Sampler”, con la finalidad de determinar sus características de calidad como el contenido de sacarosa, fibra y nivel de impurezas. A continuación, la caña se pesa con básculas electrónicas y se conduce a los patios donde empleando un sistema de grúas o volteadores se dispone directamente a las mesas de caña para luego dirigirla al conductor de caña que alimenta a las picadoras. Las mesas disponen de un sistema de lavado con agua, con el objetivo de remover las impurezas que trae la caña.

La caña es transportada por un sistema de conducción de tablillas hacia las picadoras, las cuales son ejes colocados sobre el conductor, accionados por motores eléctricos o turbinas de vapor y provistos de cuchillas que giran a una velocidad de aproximadamente 650 rpm, bajo las cuales se hace pasar el colchón de caña, que se fracciona abriendo las celdas para facilitar la extracción del jugo que contiene.

Los conductores están provistos de un control de velocidad que forman parte de un sistema de control automático de alimentación del primer molino, para impedir la formación de tacos y controlar además la capacidad de molienda programada.

5.1.2 Molinos

La caña preparada por las picadoras llega al tandem de molienda, el cual está constituido por seis unidades de molinos, en los cuales cada uno está conformado

por 4 mazas cilíndricas ranuradas, en medio de las cuales se hace pasar el colchón de caña y mediante presión se extrae el jugo que se recolecta en canoas y en tanques.

Cada molino está equipado con una turbina accionada con vapor de 250 Psi (1,72 Mpa) y un sistema de transmisión que reduce la velocidad alrededor de 6-7 rpm. En el recorrido por el molino, a la caña se le agrega agua y jugo recirculado de los mismos con la finalidad de aumentar la extracción de la sacarosa presente en el material fibroso que sale de cada unidad, a este proceso se le denomina maceración.

El bagazo, que sale del último molino se conduce a las calderas para que sirva como combustible y produzca vapor de alta presión que se emplea en las turbinas de los molinos para lograr su movimiento y en los turbogeneradores para producir energía eléctrica requerida por el ingenio. El vapor de escape de las turbinas se emplea en las operaciones de evaporación y cocimiento de los jugos azucarados.

5.1.3 Sulfatación y alcalizado

El jugo que se extrae en el molino se llama jugo diluido o mixto y tiene un pH de 5.4 - 5.5. Este es sulfitado en torres de absorción que producen SO₂ en contracorriente para eliminar los compuestos formadores de color, este jugo se llama jugo sulfitado y tiene un pH alrededor de 4.7 – 4.9.

Al jugo sulfitado se le añade una lechada de cal para neutralizar la acidez e iniciar los procesos de floculación, que permiten la separación de los sólidos no azúcares que han entrado con la caña. Este jugo alcalizado tiene un pH de 7.2 – 7.5.

5.1.4 Calentamiento y clarificación

El jugo alcalizado se calienta con vapor en intercambiadores de tubo y coraza hasta una temperatura de 102-105 °C y se dispone en tanques clarificadores de 65,000 galones de volumen cada uno y tres horas de retención, donde los sólidos no azúcares floculados por la alcalización y el calentamiento se precipitan por gravedad

en forma de un lodo llamado cachaza, que se saca con bombas que van para el “cachazon”. El jugo clarificado sobrante se pasa por tamices finos para remover partículas y se envía a los evaporadores.

5.1.5 Filtración

Los lodos o cachaza contienen azúcar y para retirársela se someten a un proceso de filtración al vacío. Inicialmente a los lodos se les agrega bagacillo, cal y floculante para aumentar su filtrabilidad y son bombeados hacia filtros rotatorios al vacío donde se separan los sólidos del jugo resultante.

En el filtro se aplica agua caliente con boquillas aspersoras para minimizar la cantidad de sacarosa residual en la cachaza. La materia sólida o torta del filtro se conduce por medio de gusanos sin fin para que sea recogida en vagones para pesarla y disponerla en el campo como estabilizador de suelos pobres en materia orgánica. El jugo turbio resultante de este proceso de filtración es enviado nuevamente a los tanques de jugo alcalizado para su tratamiento.

5.1.6 Evaporación

El jugo clarificado se recibe en los evaporadores con un contenido de sólidos de 15 brix, se concentra por evaporación de múltiple efecto y se entrega con un brix de 65. Este jugo concentrado se denomina meladura.

La estación de evaporación consta de una línea de evaporadores tipo Robert en arreglo de quíntuple efecto con un área de evaporación total de 112,000 pies cuadrados. Cada evaporador está provisto de instrumentación y equipo de control que permite medir el nivel de jugo en las calandrias, temperatura, alimentación, etc.

5.1.7 Clarificación de la meladura

La meladura se somete a una segunda clarificación por flotación con ácido fosfórico, floculante, cal y aire para separarle la espuma que contiene los sólidos no azúcares que no se eliminaron en la clarificación inicial del jugo alcalizado. La meladura es

enviada a los tanques de alimentación de los Tachos (evaporadores de simple efecto), para concentrarla y lograr la cristalización de la sacarosa.

5.1.8 Cristalización

La sacarosa contenida en la meladura y miel para producir terceras se cristaliza llevándola hasta la zona meta estable de sobresaturación por evaporación al vacío en equipos denominados Tachos.

El material resultante que contiene líquido (miel) y cristales (azúcar) se denomina masa cocida. El trabajo de cristalización se lleva a cabo empleando el sistema de Doble Magma con mieles segundas y magma de tercera o azúcar de tercera para hacer segundas y azúcar de segunda para hacer primeras con meladuras

5.1.9 Centrifugación

Los cristales se separan del licor madre mediante fuerza centrífuga en tambores rotatorios que contienen mallas en su interior. Durante el proceso de centrifugado, el azúcar se lava con agua caliente para eliminar la película de miel que recubre los cristales y por medio de conductores y elevadores para conducirla a la secadora.

La miel que sale de las centrífugas se bombea a tanques de almacenamiento de mieles de los tachos para posteriores cocimientos en los mismos. De la masa tercera se obtiene una miel agotada o miel de purga que se retira del proceso y se comercializa para alimentación de ganado y/o como materia prima para la producción de alcoholes, que se llama Miel Final o Melaza.

5.1.10 Secado

El azúcar húmeda que sale de las centrífugas (0.5% humedad) se transporta por elevadores y bandas para alimentar la secadora, que consiste en un tambor rotatorio inclinado en el cual el azúcar se coloca en contacto con aire caliente que entra en contracorriente. El aire se calienta con vapor en intercambiadores tipo radiador y se

introduce a la secadora con ventilador de tiro inducido. El azúcar seco sale por el extremo opuesto de la secadora, donde se instala una malla clasificadora para remover los terrones de azúcar.

5.1.11 Envase

El azúcar seco (0.05 % humedad) con temperatura cercana a los 50 °C se empaca en sacos de 50 kilogramos y se despacha a las Bodegas de LAICA.

5.2 Detalles del proceso de preparación de caña azúcar.

En el apartado anterior se realizó una explicación general de todo el proceso productivo que se necesita para producir azúcar, sin embargo es importante detallar información adicional sobre el proceso de preparación de la caña de azúcar (conocido como patio de caña) para mejorar su conocimiento, en vista que es el proceso sobre el cuál se desarrolla el presente proyecto. En los apartados a continuación se recopila información de utilidad que permita comprender el proceso de preparación de caña. En el Anexo 3 se muestra un diagrama ilustrativo con la configuración actual del ingenio CATSA.

Los objetivos de la preparación de la caña son los siguientes:

- Reducir el tamaño de las partículas de caña hasta un tamaño adecuado para su manipulación en el proceso de extracción.
- Romper tantas células portadoras de azúcar de la caña, como sea posible, para facilitar la extracción de azúcar.
- Producir un material que tenga las características apropiadas para la molienda o difusión. (Rein, 2007)

5.2.1 Medición de la preparación de la caña de azúcar

Antes de proseguir con esta explicación se hace necesario explicar brevemente un parámetro fundamental que se usa para medir el grado de preparación de la caña de azúcar que se entrega a los molinos, este parámetro es el índice de preparación I.P.

El índice de preparación es en sí un método de laboratorio que involucra revolver una muestra de 500 g de caña preparada con 3000 g de agua durante 30 minutos con un homogenizador y se miden los grados Brix (miden el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido) del extracto. Esta medición es comparada con el extracto obtenido en un desintegrador vía húmeda en el cuál se emplea la misma proporción de caña y agua (333 g y 2000 g respectivamente) (Rein, 2007).

El I.P. se calcula así:

$$PI = 100 \cdot \frac{W_{DS,T}}{W_{DS,D}}$$

Donde los subíndices T y D se refieren a las mediciones de Brix en el homogenizador y el desintegrador respectivamente.

5.2.2 Pesaje de la caña

Este paso es sumamente importante por las implicaciones que tiene para el pago de los productores de caña. El pesaje se efectúa generalmente utilizando una romana o báscula de plataforma grande. Normalmente el vehículo es también pesado después de la descarga para establecer la cantidad neta de caña entregada.

Ilustración 4 Romana camionera



Fuente: CATSA, s.f.

5.2.3 Muestreador de calidad “Core Sampler”

Una vez que el camión ha sido pesado pasa por un equipo especialmente diseñado que toma una muestra de caña de la carreta, el camión pasa cargado y se posiciona por abajo del equipo, un sistema hidráulico extrae la muestra, luego esta muestra es llevada al laboratorio donde se le hace un análisis en busca del grado de materia extraña (hojas y cogollos así como una mayor proporción de tierra y suciedad no ligados al tallo de la caña), si el análisis da resultados altos de materia extraña se le penaliza en el pago al productor.

Ilustración 5 Core Sampler o muestreador de caña



Fuente: CATSA, 2014

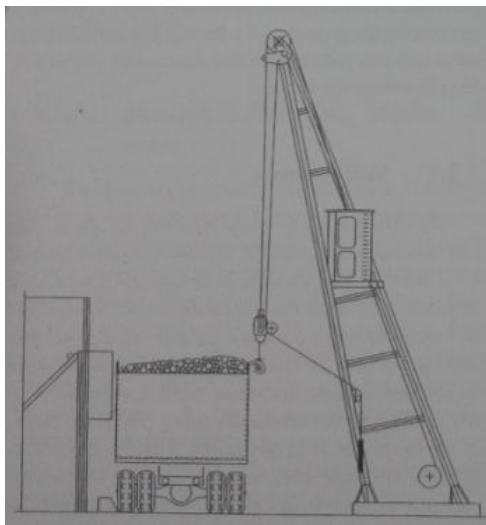
5.2.4 Descarga de caña mediante volteadores

Para vehículos que circulan por carretera como camiones y tractores se puede hablar de tres sistemas para el descargue. Se debe aclarar que a nivel de la industria existen otros métodos, sin embargo estos son los más utilizados.

El primer tipo se utiliza principalmente para caña larga, las carretas emplean una malla de cadenas individuales que cubren la superficie del tráiler, al ser cargado la caña cae sobre la malla que se encuentra apoyada sobre la carreta y en los laterales sobre la canasta. Las cadenas se encuentran fijadas a un lado del camión mientras que en el otro extremo están unidas a una viga de acero que solo se encuentra apoyada

sobre la estructura. La descarga se realiza mediante una grúa o volteador que levanta la viga y se lleva a su vez las cadenas con todo y caña, depositándola sobre la mesa de caña.

Ilustración 6 Sistema para descargue de carretas, tipo 1



Fuente: (Rein, 2007)

Ilustración 7 Carretas utilizadas en el descargue, tipo 1

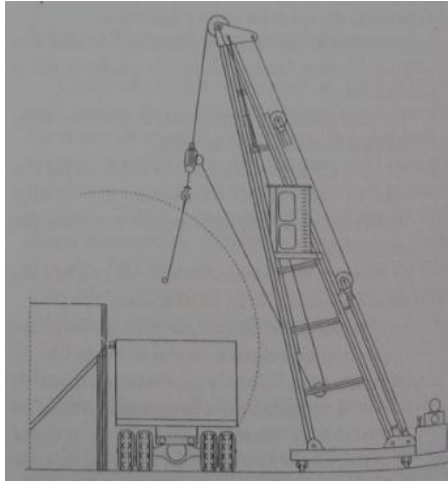


Fuente: Montenegro Trade, 2014

El segundo tipo utiliza el mismo sistema de volteadores, la diferencia radica en que la canasta de la carreta pivotea sobre el vértice superior de uno de los lados y se usa principalmente para caña picada cosechada mecánicamente. A continuación se

muestra dicho sistema, así como una ilustración de una carreta con dos canastas similar a las utilizadas en la industria.

Ilustración 8 Sistema para descargue de carretas, tipo 2



Fuente: (Rein, 2007)

Ilustración 9 Carretas utilizadas en la descarga tipo 2



Fuente: Montenegro Trade, 2014

El tercer tipo de descarga del cual se hace referencia aquí es un descargue utilizado para caña picada cosechada mecánicamente, se utiliza el mismo sistema de volteadores, se necesita que el nivel de la mesa de caña sea inferior al nivel de la base de la carreta, el volteador toma la carreta y la gira de tal forma que al quitársele

unos seguros laterales a la carreta, esta se abre por la parte lateral inferior y deposita la caña sobre la mesa.

Ilustración 10 Sistema para descargue de carretas, tipo 3

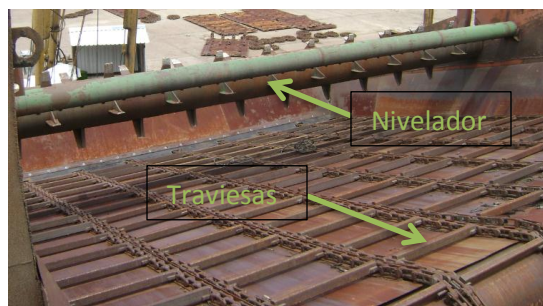


Fuente: Ingenio el Viejo, 2014

5.2.5 Mesas de caña

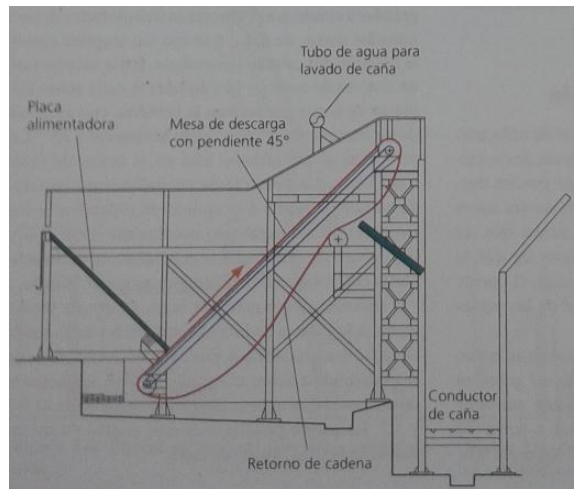
La caña es usualmente descargada de vehículos grandes como camiones a conductores alimentadores elevados denominados mesas de caña, que son tan amplias como la longitud del camión o carreta. Las mesas incorporan un sistema de cadenas que arrastra la caña sobre las placas de acero que forman la cubierta, con ángulos de inclinación que varían desde horizontal a 35°. La velocidad de las cadenas está en el orden de 0.20 a 0.35 m/s. Las cadenas generalmente están provistas con tablillas (“traviesas”) para empujar la caña.

Ilustración 11 Mesa de caña vista desde la parte superior



Fuente: CATSA, s.f.

Ilustración 12 Esquema típico de una mesa de caña



Fuente: (Rein, 2007)

Es común que se instale un pateador o nivelador el cual mediante un movimiento lento permite asegurar que una capa uniforme de caña sea descargada al conductor.

5.2.6 Conductores de tablillas

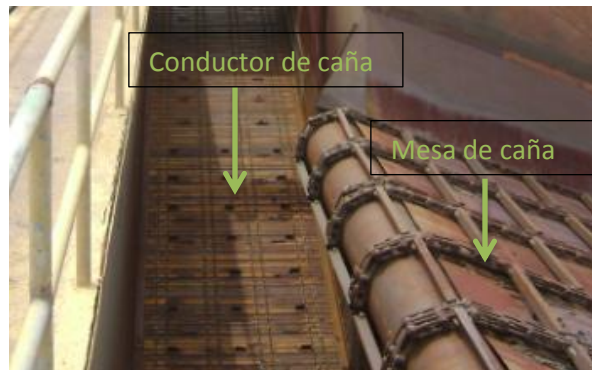
El conductor principal de caña es a menudo un conductor de tablillas de acero, conocido como conductor de tablillas, el ancho del conductor es por lo general igual al ancho de las mazas del molino, con tablillas de acero que tienen la misma anchura del conductor y que se encuentran atornilladas a dos o más cadenas, que normalmente tienen un paso de 150 mm. Las cadenas llevan unos rodillos para reducir la fricción, debido a que las cargas son elevadas y los conductores son relativamente largos.

Las tablillas de acero se superponen y por lo tanto son ligeramente más anchas que el paso de las cadenas.

Generalmente operan a velocidades de 0.10 a 0.25 m/s, pero esta puede llegar a ser tan alta como 0.35 m/s y pueden estar inclinados con un ángulo de hasta 23°

respecto de la horizontal (Rein, 2007). Debido a su robustez, una o más picadoras de caña pueden trabajar sobre los conductores.

Ilustración 13 Conductor de caña



Fuente: CATSA, s.f.

5.2.7 Picadoras

Las picadoras son un dispositivo para asegurar que la desfibradora sea alimentada uniformemente y que no existan condiciones que puedan causar atoramientos (Rein, 2007).

Por otro lado, dos ventajas del uso de las picadoras, la primera es que favorecen la capacidad final del proceso de molienda, y la segunda es que contribuyen a la extracción del jugo (Hugot, 1986). Este autor hace referencia al aumento de capacidad producto del paso por las cuchillas gracias a un aumento en la densidad aparente de la caña, la cual se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3 Relación de la densidad aparente de la caña tras el paso por las cuchillas

Detalle	Densidad aparente (Kg/m ³)
Cañas enteras más o menos enredadas	125-150
Cañas que han pasado por las cuchillas	250-300

Fuente: (Hugot, 1986)

Producto del cambio en la densidad aparente se logra una mejoría en la capacidad tal como se muestra en la siguiente tabla:

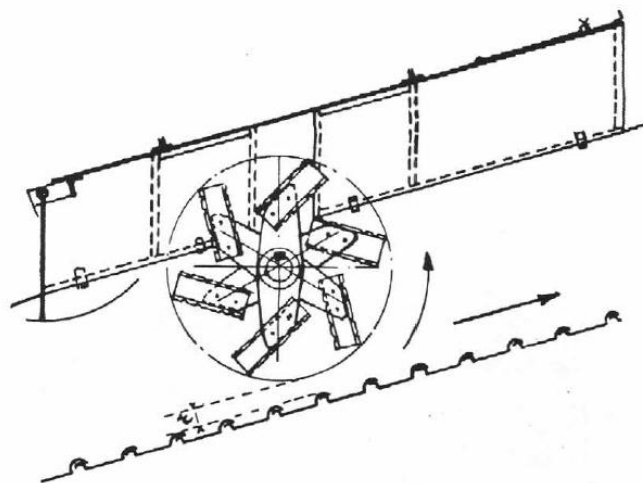
Tabla 4 Relación de la capacidad relativa al paso por cuchillas picadoras de caña

Detalle	Sin cuchillas	Con una cuchilla	Con dos cuchillas
Capacidad relativa	1	1.15	1.20

Fuente: (Hugot, 1986)

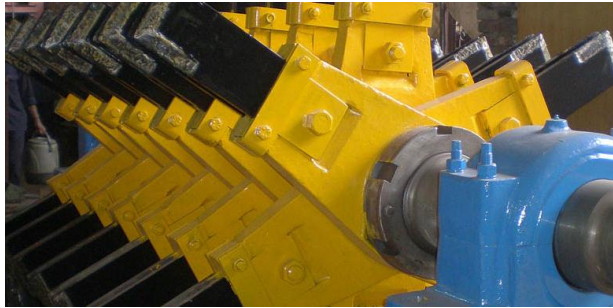
Un arreglo típico de picadoras para caña de tallos enteros (conocida como “caña larga”) consiste generalmente de dos picadoras precedidas por un nivelador. Normalmente las máquinas picadoras utilizan cuchillas rectas, las velocidades periféricas o de punta de cuchilla de 60 m/s son comunes, con un rango de 30 a 80 m/s, mientras las velocidades del eje que es accionado ya sea por motor eléctrico o turbina con reductores de velocidad se encuentran en el rango de los 400 a 700 rpm. La primera picadora opera con una holgura de 200 mm o más desde el conductor de tablillas, mientras que la segunda picadora opera con una holgura de 50 mm o menos. En las siguientes ilustraciones se muestra como se montan sobre el conductor de caña y como lucen típicamente las cuchillas en la realidad.

Ilustración 14 Montaje de una cuchilla cañera en el conductor



Fuente: (Hugot, 1986)

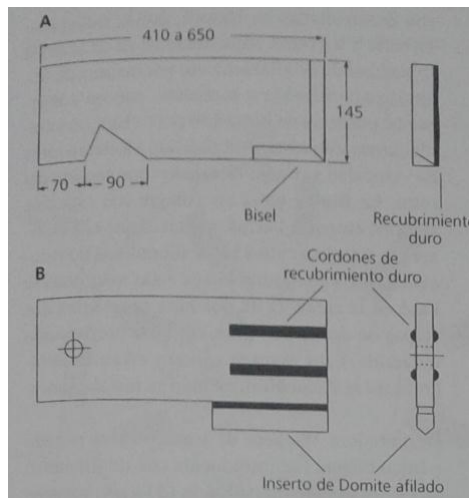
Ilustración 15 Conjunto típico de una cuchilla cañera



Fuente: Prasm, 2014

Las cuchillas son construidas a partir de platinas de acero templado de aproximadamente 20 mm de espesor. El área donde golpean la caña típicamente tiene dos configuraciones, se pueden cortar biseles y las puntas se protegen con soldadura de alta dureza, o la otra forma es utilizando insertos metálicos duros de hierro blanco conocidos comercialmente como “domites”.

Ilustración 16 Dimensiones y forma de cuchillas cañeras



Fuente: (Rein, 2007)

Ilustración 17 Cuchillas cañeras



Fuente: Precision engineering works, 2014

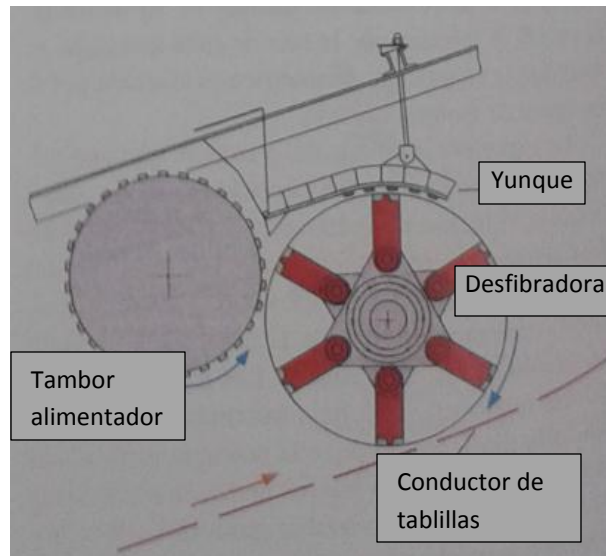
5.2.8 Desfibradora

Su función es la de romper o abrir la mayoría de las celdas de caña de azúcar, pero donde aún sea evidente la presencia de fibras largas para lograr un colchón de caña estable y suficientemente abierto para lograr altas tasas de percolación (Rein, 2007).

Las desfibradoras trabajan con martillos basculantes que rotan montados sobre un rotor entre 1000 y 1200 RPM, describiendo diámetros de barrido en el rango de 1.4 hasta por encima de 1.9 m, lo que resulta en velocidades de punta periféricas de las puntas de aproximadamente 100 m/s, con un rango entre 65 y 110 m/s. Los martillos se posicionan dejando una estrecha holgura entre la punta del martillo y un yunque que cuenta con barras localizadas en posiciones angulares apropiadas respecto a la rotación de los martillos.

La mayoría de desfibradoras de trabajo pesado tienen un yunque removible y ajustable en dos direcciones, de manera que la apertura entre martillos y barras del yunque a lo largo de toda su longitud puede ser ajustada, ver Ilustración 18.

Ilustración 18 Montaje típico de una desfibradora



Fuente: (Rein, 2007)

El estado de desintegración de la caña es expresado en términos del índice de preparación (I.P.) el cual ya fue mencionado anteriormente, donde después de pasar por las cuchillas el I.P. normalmente obtiene valores entre 65 y 70 %, mientras que luego de pasar por una desfibradora de trabajo pesado el I.P. se ubica entre un 86 y 92 % (Hugot, 1986).

Los martillos que utilizan basculantes de las desfibradoras pesan entre 15 y 25 Kg cada uno, distribuidos entre ocho y doce filas, montados sobre barras pasadoras que atraviesan todo el rotor. Los martillos cubren deben cubrir todo el ancho de la desfibradora

Los martillos son de acero endurecido, sin embargo el desgaste es excesivo y por lo tanto son protegidos con recubrimientos duros o provistos con insertos de metales duros.

Ilustración 19 Martillo utilizado por la desfibradora de caña



Fuente: CATSA, s.f.

5.2.9 Conductores de banda de hule

Las bandas de hule son utilizadas tanto para transportar caña preparada como para conducir tallos enteros, son preferidas principalmente por razones de mantenimiento ya que presentan menos problemas (ver Ilustración 20). En el caso que se utilicen para caña preparada algunas características importantes son:

- Accionamiento de frecuencia variable con velocidades de banda promedio de 1.5 m/s y máxima de 2.0 m/s.
- Generalmente el ángulo de inclinación de rodillos es 20° o 35°, pudiéndose también de 45°.
- Placas de acero inoxidable que soporten la banda donde la caña se descarga desde las picadoras o la desfibradora.
- El ángulo de inclinación de la banda no de exceder 22°.
- El ancho de la banda es idéntico al ancho del molino, para asegurar una alimentación uniforme del molino.

Ilustración 20 Transportador tipo banda de hule



Fuente: CATSA, 2014

5.3 Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM)

La metodología RCM es una adaptación a la industria desde el ámbito aeronáutico. Durante la década de 1960 los operadores aéreos sumaron esfuerzos para reducir los costos en mantenimiento de sus flotas y además reducir el riesgo de accidentes.

Sin embargo, los primeros antecedentes filosóficos datan de un documento publicado en 1978 por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos escrito por F.S. Nowlan y H.F. Heap. A través de los años estas ideas innovadoras fueron mejorando y adaptando a distintas aplicaciones hasta convertirse en lo que hoy se conoce como RCM (Pistarelli, 2010).

Uno de los impulsores más reconocidos de la metodología RCM fue John M. Moubray, quién define al RCM como: Reliability-Centered Maintenance es un proceso utilizado para determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual.

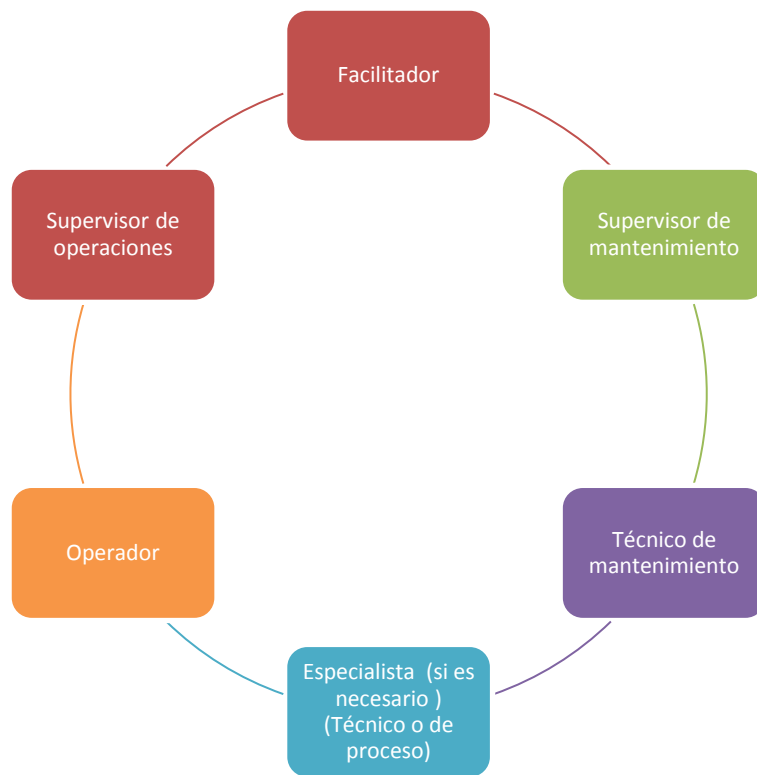
Una de las fortalezas del RCM como medio para la elaboración de un plan de mantenimiento es el hecho que brinda una plataforma estructurada para determinar las acciones de mantenimiento que mejor se ajusten al contexto operacional del equipo en estudio. Igual de importante es el involucramiento que se logra con el personal que participa en el estudio principalmente de operación y mantenimiento.

5.3.1 Grupo de trabajo

La forma de trabajo es mediante la conformación de un grupo de análisis donde sus miembros sean personas que conozcan el equipo en estudio. De esta manera se logra obtener el conocimiento y experiencia de estas personas, además que cada miembro logra comprender de una mejor forma el equipo en estudio.

Típicamente la estructura característica para un grupo es como se muestra en Ilustración 21, donde como mínimo debe haber una persona de mantenimiento y otra de operación.

Ilustración 21 Estructura característica para un grupo de análisis RCM



Fuente: (Moubray, 1997)

En el caso del facilitador su función principal es asegurarse que el análisis sea llevado al nivel adecuado, que la atención del grupo no se desvíe hacia ítems no importantes y que los resultados del análisis sean recopilados adecuadamente. Además debe procurar que el grupo llegue a un consenso de forma equilibrada cuando exista divergencia de criterios, mantener el entusiasmo y el compromiso de los miembros.

5.3.2 Pasos para un análisis RCM

Para completar un análisis RCM el grupo de análisis debe contestar 7 preguntas que representan las etapas del estudio (Tabla 5). Toda la información se recopila mediante hojas o plantillas de información, en las cuales se almacenan las respuestas a cada pregunta.

Tabla 5 Modelo de las 7 preguntas y etapas del RCM

#	Descripción	Paso
1	¿Cuáles son las funciones del sistema?	Funciones
2	¿De qué forma no se cumplen las funciones?	Fallas funcionales
3	¿Cuáles son las causas que provocan las fallas funcionales?	Modos de falla
4	¿Qué sucede cuando ocurre cada modo de falla?	Efectos
5	¿Qué consecuencias provoca cada modo de falla?	Consecuencias
6	¿Qué se puede hacer para evitar, predecir o detectar cada modo de falla?	Acciones proactivas
7	¿Cómo proceder si no es posible evitar, predecir o detectar el modo de falla?	Acciones reactivas

Fuente: (Pistarelli, 2010)

La estructura o formato que se utiliza en el presente proyecto es una variación a la hoja de información tradicional, este formato elaborado por el Ingeniero Jorge Valverde Vega, Profesor de la Escuela de Ingeniería Electromecánica del Instituto Tecnológico de Costa Rica, se muestra en el Anexo 4.

En los próximos apartados se realizará una explicación sobre la manera en que se deben contestar las preguntas de la tabla anterior, así como la forma de llenar el formato de la hoja de información a utilizar.

5.3.2.1 *Funciones*

A la hora de redactar la función debería procurarse hacerlo siempre de la siguiente forma:

Una función consiste de un verbo, un objeto y el estándar de funcionamiento deseado por el usuario. (Moubray, 1997)

Las respuestas a la primera pregunta se introducen entonces en la segunda columna debajo de las funciones en la hoja de información, dejando la primera columna para la numeración alfanumérica.

Ilustración 22. Llenando las funciones, hoja de información del RCM

Funciones	
1	

Fuente: Formato Ing. Jorge Valverde V.

5.3.2.2 Fallas funcionales

Una falla funcional se define como la incapacidad de cualquier activo físico de cumplir una función parcial o totalmente, según un parámetro de funcionamiento aceptable por el usuario.

Al hablar de fallas funcionales podemos diferenciar entre falla total y parcial, donde la primera cubre la pérdida total de la función, mientras la parcial abarca situaciones en que el activo aún funciona, pero fuera de los límites admisibles.

Las fallas funcionales se listan en la segunda columna debajo del encabezado que lleva el mismo nombre en la hoja de información del RCM, mientras que la primera columna se utiliza para la numeración de las fallas funcionales en forma alfabética.

Ilustración 23 Llenando las fallas funcionales, hoja de información RCM

Fallas funcionales	
A	

Fuente: Formato Ing. Jorge Valverde V.

5.3.2.3 Modos de Falla

Un modo de falla es cualquier evento que causa una falla funcional. (Moubray, 1997)

En el formato de la hoja de información del RCM que se utiliza (Anexo 4) se identifica la “Sub parte” asociada al modo de falla, luego se indica el modo de falla y finalmente se busca la causa raíz del modo de falla. En la siguiente ilustración se extrae la parte que interesa en este punto:

Ilustración 24 Llenando los modos de falla, hoja de información RCM

Sub Parte	Modos de falla		Causas
	1	I	
	2	E	

Fuente: Formato Ing. Jorge Valverde V.

La sub parte como su nombre lo indica es el componente de la máquina en estudio o sistema donde se presenta el modo de falla.

Por otro lado en la primera columna debajo de los modos de falla se realiza una numeración alfanumérica de los mismos, mientras en la segunda columna se indica

si el modo de falla es interno o externo al sistema en estudio, esto corresponde al tipo de modo de falla tal como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 6 Definición tipo de modo de falla

Tipo de modo de falla		
I	Interno	El modo de falla ocurre dentro de los límites del sistema en análisis
E	Externo	El modo de falla ocurre fuera de los límites del sistema en análisis

Fuente: Formato Ing. Jorge Valverde V.

La columna que lleva por nombre causas, se divide en dos o tres sub columnas según los requerimientos o nivel de profundidad que se quiera alcanzar al determinar la causa raíz del modo de falla, a nivel del proyecto se trabajará con dos.

Es necesario en este punto comentar que con los modos de falla se debe procurar un equilibrio con el nivel de profundidad, de manera que se logre llegar a la causa raíz pero que no se listen modos de falla que tienen pocas posibilidades de ocurrencia.

5.3.2.4 Efecto de los fallos

Los efectos de la falla describen qué pasa cuando ocurre un modo de falla. (Moubray, 1997).

Este paso describe la secuencia de lo que sucedería si se produce el modo de falla, así como cualquier evidencia. El objetivo es recopilar información para que en el siguiente paso se puedan evaluar las consecuencias.

En la primera columna de los efectos se hace la numeración alfanumérica respectiva, la segunda columna se usa para indicar las consecuencias de los fallos que se describe en el siguiente apartado. En la tercera columna de los efectos se describe como tal el efecto, donde básicamente se puede indicar:

- La evidencia (si la hubiera) de que se ha producido la falla.
- Las maneras (si las hubiera) en que la falla supone una amenaza para la seguridad o el medio ambiente.

- Las maneras (si las hubiera) en que afecta la producción o a las operaciones.
- Los daños físicos (si los hubiera) causados por la falla.

Ilustración 25 Llenando los efectos, hoja de información RCM

Efectos		
1	3	
2	6	

Fuente: Formato Ing. Jorge Valverde V.

5.3.2.5 Consecuencia de los fallos

Como se mencionó en el punto anterior la segunda columna de los efectos se utiliza para incluir la consecuencia de los fallos, básicamente se hace una valoración del impacto y se indica el tipo de efecto siguiendo la numeración y significado que se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7 Definición del tipo de consecuencia del fallo

Tipos de efecto	
1	La seguridad de las personas
2	El medio ambiente
3	La eficiencia de la producción
4	Las pérdidas del producto
5	La calidad del producto
6	La propia máquina

Fuente: Formato Ing. Jorge Valverde V.

5.3.2.6 Acciones proactivas y reactivas

Con el establecimiento de las consecuencias se sigue con la determinación del tipo de acción proactiva que mejor se ajusta según el grado de impacto del modo de falla, de esta manera se pueden establecer acciones de mantenimiento predictivo (basado

en la condición), mantenimiento preventivo (inspección, reacondicionamiento programado, sustitución programada), rediseño y/o cambios en el procedimiento de operación.

Por otro lado en caso de no poder establecer una acción proactiva, entonces se deja fallar el equipo y se establecen acciones del tipo reactivas basadas en mantenimiento correctivo.

La clasificación utilizada en la segunda columna de las acciones proactivas se resume en la siguiente tabla:

Tabla 8 Definición del tipo de acción proactiva

Tipos de acción proactiva	
1	Inspección Mantenimiento Predictivo
2	Inspección Mantenimiento Preventivo
3	Procedimiento de operación
4	Trabajo de rediseño
5	Mantenimiento Correctivo, ninguna acción proactiva de mantenimiento. Dejar fallar.

Fuente: Formato Ing. Jorge Valverde V.

6 Desarrollo del programa de mantenimiento preventivo basado en RCM

6.1 Selección de los equipos por estudiar

El desarrollo del presente estudio se realiza a solicitud de la empresa en el Departamento de Patio de Caña (preparación de la caña de azúcar previo a molienda). La selección de las máquinas se realiza utilizando el criterio de mayor tiempo perdido o paros generados al ingenio. Para esto se tabulan los datos reportados en la zafra 2013-2014 y se elabora un diagrama Pareto para los equipos (Ver Anexo 5).

Como puede observarse en dicho anexo, el 80% del tiempo perdido que puede asociarse con Patio de caña es debido a cuatro equipos (banda de hule, desfibradora, precuchilla y pateador de banda de hule). De esta forma atacando las causas que ocasionan las fallas de estos equipos, se reduce de forma significativa el tiempo perdido producto de paros ocasionados por el departamento de Patio de Caña.

Además, para efecto de dar un mayor valor agregado a la empresa se elaboran diagramas Pareto para el Departamento de Molinos, Generación de Vapor y Generación Eléctrica, de tal forma que queden identificados los equipos que producen mayor tiempo perdido por cada uno de estos departamentos (Ver Anexo 6 hasta Anexo 8) y en futuros proyectos de mejora se trabaje en estos equipos.

Un aspecto importante de mencionar es que se ha dado mayor importancia al tiempo perdido que a la cantidad de fallos, esto porque en algunos casos se tienen máquinas con mayor cantidad de paros pero el tiempo perdido no es tan grande.

Por ejemplo en el Área de Molinos, si observamos la Tabla 27 del Anexo 9 se puede notar que el Molino #1 tiene la mayor cantidad de fallos con 12, sin embargo su tiempo perdido es de 2.73 horas mientras el Molino #6 tiene 10 fallos pero su tiempo perdido es de 14.07 horas. En el mismo anexo y para efectos de consultan se tabulan los datos para otros departamentos.

De esta forma y a partir del diagrama de Pareto para los equipos de Patio de Caña, se establece realizar el estudio por orden de importancia según el mayor aporte al tiempo perdido para las siguientes máquinas:

- Banda de hule
- Desfibradora
- Precuchilla
- Pateador banda de hule

Adicionalmente se incluyen otras máquinas a efecto de mejorar el estudio y así lograr el objetivo principal. La selección de estos equipos se hace por conveniencia, es decir en vista que existen dos conductores de caña, tres mesas de caña y tres volteadores de caña, dado que cada uno de estos grupos de máquinas operan bajo el mismo contexto operacional, se ha decidido incluir una máquina de cada grupo sabiendo que los resultados serán fácilmente ajustables a los otros. Teniendo esto en mente se incluyen adicionalmente las siguientes máquinas:

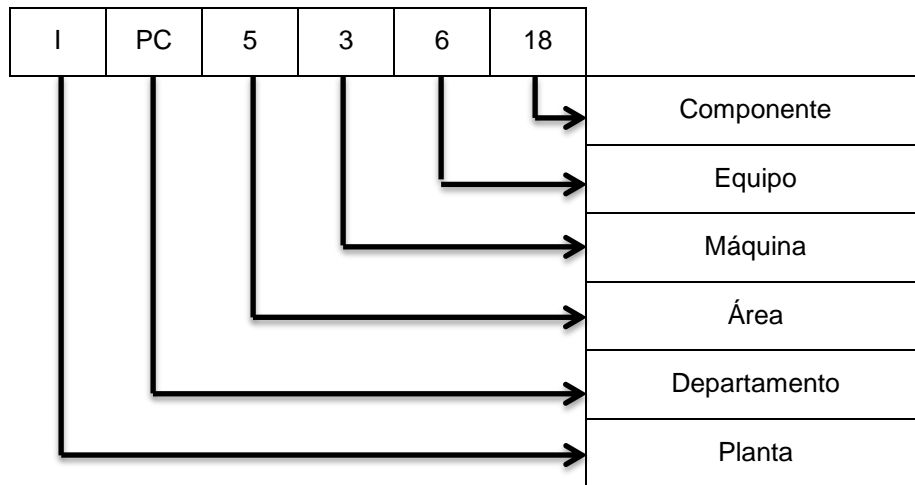
- Volteador de caña # 1
- Mesa de caña # 1
- Conductor de caña # 2

6.2 Codificación de los equipos

La empresa actualmente tiene un sistema de codificación establecido que se respetará para efectos del presente estudio, a continuación se explica dicho sistema de codificación:

Primero se tiene un código de ubicación del activo que permite determinar donde se encuentra instalado el mismo. El significado de esta codificación es como se muestra en la siguiente ilustración:

Ilustración 26 Clasificación código de ubicación de activo



Fuente: Elaboración propia

Para el caso anterior se tiene entonces:

Ilustración 27 Ejemplo código de ubicación de activo

Código	Significado
I	Ingenio
PC	Patio de caña
5	Conductores
3	Conductor banda de hule
6	Accionamiento
18	Motor eléctrico

Fuente: Elaboración propia

6.3 Disponibilidad operacional

Se define disponibilidad operacional de un equipo, conjunto de equipos o línea de producción, al porcentaje del tiempo en que estuvo disponible para el proceso de operación en las condiciones de seguridad y calidad establecidas (Pistarelli, 2010).

La disponibilidad operacional queda definida por:

$$D_o = \frac{(T_o - T_{np})}{T_o} \times 100$$

Fuente: (Pistarelli, 2010)

Donde,

T_o es el tiempo disponible para operar (no tiene en cuenta el tiempo programado para mantenimiento o cualquier otro aspecto productivo).

T_{np} el tiempo de paradas no programadas.

6.3.1 Cálculo de disponibilidad

En la temporada de zafra 2013-2014 se registraron las paradas no programadas del Ingenio contabilizando el tiempo perdido por paros no programados y la causa que provoca dicha detención.

En la siguiente tabla se resume el tiempo perdido y el número de paros ocasionados al Ingenio que pueden asignarse a cada área, producto de paros no programados.

Tabla 9 Distribución de tiempo perdido por paradas no programadas

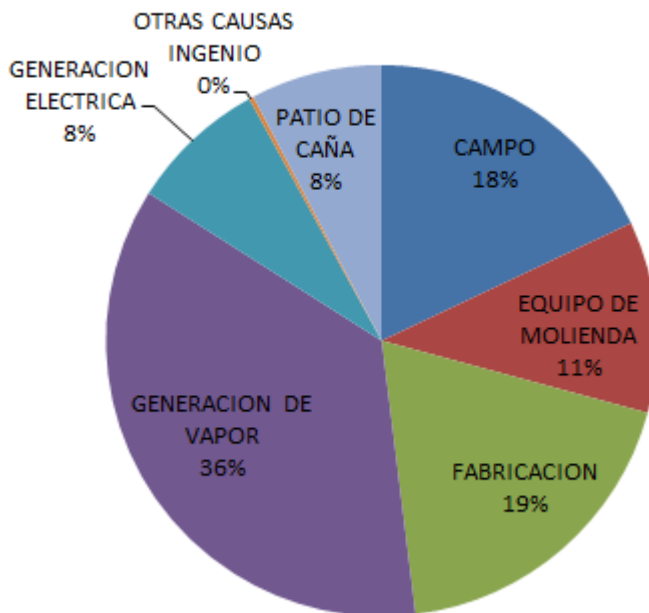
Área	T_{np} (hr)	# Paros
Campo	51.51	54
Equipo de molienda	32.16	73
Fabricación	53.89	126
Generación de vapor	102.93	124
Generación eléctrica	23.02	30
Otras causas ingenio	0.74	2
Patio de caña	22.10	52
TOTAL	286.35	461

Fuente: CATSA, s.f.

De forma gráfica se tiene una contribución porcentual del tiempo perdido por cada área de la siguiente forma:

Ilustración 28 Distribución porcentual del tiempo perdido del ingenio por área

Distribución de tiempo perdido (hr)



Fuente: CATSA, s.f.

El tiempo disponible para operar (T_o) se obtiene al considerar los 132 días que duró la zafra menos el tiempo de paros programados (ver detalle en Tabla 10).

Tabla 10 Cálculo del tiempo disponible para operar

Detalle	Horas
Día 1	7.2
Día del 2 al 131	3120
Día 132	11.76
Subtotal	3138.96
Paros programados	28.33
Total (menos paros programados)	3110.63

Fuente: Elaboración propia

Aplicando la fórmula de disponibilidad descrita anteriormente se tiene el siguiente resultado:

Tabla 11 Cálculo de disponibilidad

Detalle	T_o (hr)	T_{np} (hr)	Disponibilidad (%)
Ingenio	3110.63	286.35	90.8

Fuente: Elaboración propia

El valor obtenido de disponibilidad es un indicador de la probabilidad que el ingenio funcione satisfactoriamente, para mejorar este indicador se desarrolla el manual de mantenimiento preventivo que contiene las acciones proactivas para prevenir las fallas funcionales.

Como parte del presente estudio se desarrolla un plan piloto para el área de patio de caña, teniendo presente que el aporte del área de patio de caña representa el 8% de todo el tiempo perdido (22.1 horas), al lograr una operación libre de fallas en patio de caña se estarían eliminando las causas de ese 8% de tiempo perdido, con lo cual la disponibilidad de todo el ingenio alcanzaría el 91.5%.

6.4 Aplicación de la metodología RCM

Para determinar las acciones proactivas que conformarán el plan de mantenimiento preventivo se aplica la metodología RCM según se explicó anteriormente en la sección 5.3.2.

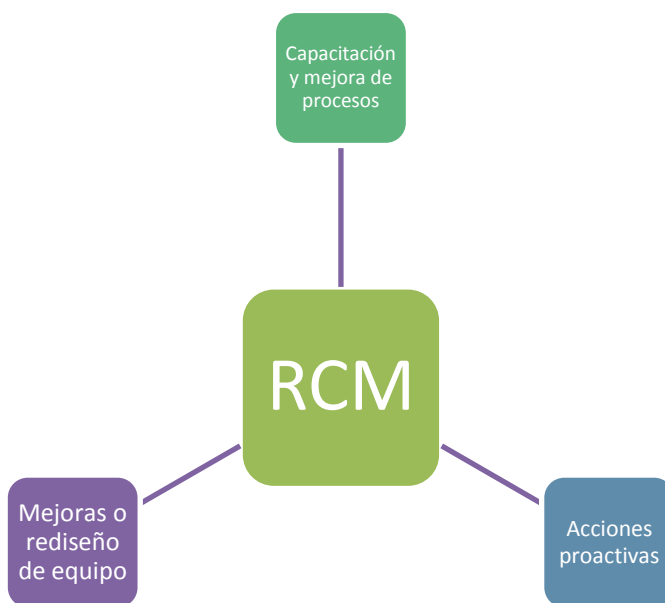
Para los equipos seleccionados se desarrolla la hoja de información RCM que tabula los resultados de aplicar las 7 preguntas. Para fines de presentación debido al tamaño de las mismas se divide la hoja de información en varias hojas secundarias de manera tal que se pueda mostrar toda la información apropiadamente, las mismas se presentan en los Anexos.

A continuación se lista cada uno de los equipos (en orden según aparecen en el proceso) para los cuales se desarrollaron hojas de información y el anexo en el cual se ubican.

- Volteador # 1 (Anexo 10)
- Mesa de caña # 1 (Anexo 11)
- Conductor de caña # 2 (Anexo 12)
- Precuchilla (Anexo 13)
- Cuchilla (Anexo 14)
- Desfibradora (Anexo 15)
- Pateador banda de hule (Anexo 16)
- Banda de hule (Anexo 17)

De la aplicación de la metodología RCM se obtienen tres productos importantes, que vienen a establecer un plan de acción para lograr que los equipos sigan cumpliendo con las funciones establecidas, estos son las inspecciones que se detallan en el manual de mantenimiento, las mejoras o rediseño de equipos y las capacitaciones o mejoras de procedimiento que surgen producto del análisis realizado por el grupo de trabajo RCM. En la Ilustración 29 se muestran dichos productos.

Ilustración 29 Productos de la metodología RCM



Fuente: elaboración propia

En el caso de las inspecciones estas se detallan en el manual de mantenimiento preventivo, el cual se explica más adelante en este documento.

6.4.1 Mejoras o rediseño de equipo

Una parte importante de la metodología RCM son las propuestas de mejora o rediseño a los equipos que surgen como alternativas para la reducción de las fallas funcionales, a continuación se listan algunas de estas propuestas obtenidas en el presente estudio gracias a las ideas del personal de la misma empresa:

- Cambiar el calibre del cable de acero en el volteador #1 a 1 ¼ pulgada de diámetro.
- Cambiar la lámina en los gachos del yunque del volteador #1 a una de 2 pulgadas reforzada con lámina de ½ pulgada.
- Forrar las mangueras hidráulicas del volteador # 1 con protector para evitar el roce y desgaste.

- Instalar un intercambiador en el volteador #1 para evitar el calentamiento del aceite.
- Instalar tubería en el eje de cola de la mesa de caña #1 para lavar y limpiar los tacos de caña.
- Forrar las mangueras hidráulicas de la mesa de caña # 1 con protector para evitar el roce y desgaste.
- Instalar supresores de transientes para proteger el variador de velocidad del motor en el conductor # 2 y en el conductor banda de hule.
- Poner puntos de lubricación a los rodillos de banda de hule que no tienen.
- Instalar un transformador 480/120V para el freno del motor de la banda de hule que se conecte de la alimentación principal del motor.
- Instalación de fusibles acordes con la capacidad de la bobina del freno del motor de la banda de hule.
- Instalar más rodillos rectos en la banda de hule en la zona donde se ubica el pateador de la banda y ajustar el ángulo de los rodillos en forma de V.

A manera de ejemplo se ilustran dos de las propuestas que ya fueron realizadas:

Ilustración 30 Instalación de rodillos extras en la banda de hule



Fuente: Elaboración propia

Tabla 12 Instalación de tubería de agua en el eje de cola de la mesa de caña



Fuente: Elaboración propia

6.4.2 Capacitación

En las acciones proactivas a menudo se indica que una opción para atacar el modo de falla es justamente mejorar la capacitación del personal. Si se hace un repaso de la información contenida en la hoja de información RCM, se podrá notar que entre los principales temas para capacitar al personal se encuentran los siguientes:

- Entrenamiento en técnicas para una correcta lubricación, para el personal de lubricación.
- Entrenamiento en el uso de herramientas para el alineado de ejes y poleas (alineador láser y alineador de poleas).
- Entrenamiento al personal de operación de los equipos, donde se explique con claridad que deben evitar realizar para que se dé una mala operación de la máquina o proceso que tienen bajo su supervisión, y además que hacer en caso que se presenten problemas en el proceso productivo, por ejemplo que hacer en caso que se presente un taco de caña en la mesa de caña o en la banda de hule.

6.5 Manual de mantenimiento preventivo

En el Anexo 18 se desarrolla el manual de mantenimiento preventivo que incluye una ficha técnica para cada máquina (en los anexos se muestra solo la información básica, algunos diagramas y planos se dejan para uso interno de la empresa) y las inspecciones preventivas a realizar donde se especifica, el tipo de orientación, el período, la frecuencia, el tiempo de duración y el personal que realiza cada inspección. A continuación se detalla cada uno de estos aspectos.

6.5.1 Tipo de orientación

Con el objetivo de ayudar al personal encargado de aplicar el plan de mantenimiento preventivo, cada inspección se indica el tipo de orientación.

- Informar
 - Cuando se requiere hacer un trabajo mayor. No se realiza corrección.
 - Se verifica e informa, el informe está dentro del tiempo de inspección.
 - La corrección se realizará vía orden de trabajo.
- Corregir si es necesario
 - Mediante valoración técnica, se corrige inmediatamente dentro de la misma inspección.
- Cambiar
 - Sin mayor análisis, el trabajo se limita a cambiar el componente.

6.5.2 Ciclo de mantenimiento

El plan de mantenimiento preventivo tiene un horizonte temporal de 20 semanas (4 meses y medio), que corresponde aproximadamente al tiempo de duración de una zafra.

Definido el horizonte temporal se establece el período de la inspección que corresponde al tiempo transcurrido entre una y otra inspección. Para las máquinas bajo estudio se ha definido este periodo siguiendo dos categorías:

- Según calendario: El periodo de la mayoría de las inspecciones se establece en semanas calendario, para esto se podrá encontrar en las hojas de inspección la siguiente nomenclatura:

Tabla 13 Nomenclatura para identificar el periodo de inspección

Periodo	Nomenclatura
Turno	T
Diario	D
Semanal	S
Quincenal	Q
Mensual (4 veces por zafra)	M
Bimensual (3 veces por zafra)	BI
Trimestral (2 veces por zafra)	TR
Semestral (1 vez por zafra)	E

Fuente: Elaboración propia

- Horas de funcionamiento: En el caso de algunos equipos las inspecciones preventivas se realizan según horas de funcionamiento. Por ejemplo tal es el caso de la inspección y sustitución de los martillos en la desfibradora.

Además del periodo se define también la frecuencia de cada inspección, es decir el número de veces que se repite una inspección en el horizonte temporal de 20 semanas definido. Así entonces una inspección que tiene un periodo semanal, tendrá una frecuencia de 20 porque en total el horizonte temporal tiene 20 semanas, un periodo indicado como diario tendrá una frecuencia de 140 (7 días por semana) y así sucesivamente.

Es importante mencionar que el período establecido es una estimación inicial la cual debe evaluarse según los resultados del plan de mantenimiento preventivo, para realizar ajustes que permitan llegar a determinar el periodo y frecuencia idónea.

6.5.3 Personal requerido para realizar las inspecciones y tiempo de duración

Como se puede observar en la Ilustración 3 Organigrama para la Gestión del Mantenimiento, el Ingenio cuenta con diferentes perfiles de personal humano, adicional a estos se debe sumar el personal temporal que entra en zafra.

Para efectos de las inspecciones del plan de mantenimiento preventivo se identifica el personal que debe realizar la inspección, para esto se utiliza la siguiente nomenclatura:

Tabla 14 Nomenclatura para identifica el personal a cargo de las inspecciones

Personal	Nomenclatura
Técnico Mecánico	M
Técnico Electricista	E
Técnico Instrumentista	I
Técnico Soldador	S
Ayudante (Limpiador ²)	A

Fuente: Elaboración propia

Para determinar el número de personas requeridas para poner en práctica las labores de mantenimiento preventivo para el patio de caña, se debe entonces estimar el tiempo de duración de cada inspección. En el manual de mantenimiento (Ver Anexo 18) se establece un tiempo de duración de cada inspección, el cual va acorde con el nivel de complejidad de la tarea a realizar. Este tiempo por supuesto es una estimación y con la implementación del plan debe ajustarse según sea el caso.

En términos generales las inspecciones se distribuyen de la siguiente manera:

- Labores de limpieza. Aquí debe mencionarse que en zafra el patio de caña se ensucia producto de la caña que cae, el bagazo y el polvo, por lo tanto siempre que sea factible estas labores las realiza el personal de limpieza.

² En temporada de zafra los ayudantes de los mecánicos pasan a trabajar en actividades de limpieza.

- Inspecciones de elementos mecánicos en equipos. Cualquier inspección a elementos de transmisión como reductores, sprockets, cadenas, acoples, turbinas, sistema hidráulico, etc, será realizada por un técnico mecánico.
- Inspecciones en motores e instalación eléctrica. Cualquier inspección que involucre un motor eléctrico será asignada a un técnico electricista.
- Inspecciones en equipo de instrumentación. Cuando la inspección esté ligada a sensores y equipo de control automático será responsabilidad de los técnicos de instrumentación.
- Inspecciones a elementos estructurales y trabajos en soldadura. Cuando se busquen daños a nivel de estructuras, láminas corroídas, secciones golpeadas, cuchillas de equipo rotativo etc., las realizará un técnico soldador.

Adicionalmente a los perfiles anteriores se debe contemplar la necesidad de un técnico lubricador, sin embargo no se incluye como parte de las inspecciones ya que en sí es parte del plan de lubricación que ya se realiza en la empresa. La lubricación entonces es un componente importante del mantenimiento preventivo, pero en este caso no se considera como una inspección sino como una tarea paralela y complementaria a las inspecciones.

Una vez definidos los perfiles necesarios para la implementación del plan de mantenimiento preventivo y luego de contabilizar la cantidad de minutos necesarios por cada perfil, se puede estimar el costo asociado al plan de mantenimiento preventivo. En la Tabla 15 se resume la cantidad de minutos para cada técnico según el periodo de inspección establecido.

Tabla 15 Tiempo en minutos requerido por el personal para realizar inspecciones de mantenimiento preventivo

Detalle	Turno	Diario	Semanal	Quincenal	Mensual	Semestral
Limpiadores	80	110	40			
Eléctricos			120			135
Instrumentistas			10	90		
Soldador			65		720	
1 Mecánico	135	20	310		140	240
2 Mecánicos*						240
3 Mecánicos*					300	

*Al mismo tiempo

Fuente: elaboración propia

Si estos valores los multiplicamos por la frecuencia obtenemos el valor final total en minutos que se necesita por cada técnico, luego se multiplica por el costo promedio por hora para obtener una estimación del costo total por concepto de mano de obra, estos valores se resumen en la Tabla 16. En la misma tabla se puede apreciar el costo por el tiempo del lubricador, donde el tiempo se obtiene al estimar una duración de 3 minutos por cada punto de lubricación (200 puntos aproximadamente), esto para cada turno.

Tabla 16 Resumen del costo por concepto de salarios para el plan de mantenimiento preventivo

Técnicos	Salario Promedio por Hora (€)	Tiempo (hr)	Costo total (€)
Técnico Mecánico	€1,984.05	817	€1,620,968.85
Técnico Eléctrico	€1,639.38	42	€68,853.96
Técnico Instrumentación	€2,464.78	18	€44,366.04
Limpiadores	€1,276.00	643	€820,468.00
Soldador	€1,768.10	70	€123,767.00
Lubricador	€1,308.60	2800	€3,664,080.00
		TOTAL	€6,342,503.85

Fuente: Elaboración propia

6.5.4 Materiales y repuestos para realizar el mantenimiento

A continuación se hace un listado de materiales y repuestos que la empresa debe mantener en inventario con el propósito de poner en funcionamiento el plan de mantenimiento preventivo, además se indica su costo aproximado.

Tabla 17 Lista de materiales área mecánica

Lista de repuestos área mecánica	Precio unitario(₡)	Cantidad	Unidad	Total (₡)
Manguera hidráulica 3/4 in, 28 Mpa (4000 psi)	₡9,765	20	m	₡195,300
Manguera hidráulica 1/2 in, 28 Mpa (4000 psi)	₡4,500	40	m	₡180,000
Manguera hidráulica 1 in, 28 Mpa (4000 psi)	₡18,000	20	m	₡360,000
Manguera hidráulica 1 1/4 in, 28 Mpa (4000 psi)	₡23,940	15	m	₡359,100
Acople hembra 3/4 in JIC	₡5,800	15	unid	₡87,000
Acople hembra 1/2 in JIC	₡3,365	15	unid	₡50,475
Acople hembra 1 in JIC	₡9,500	15	unid	₡142,500
Adaptador codo 90 macho a hembra JIC en 1 in	₡7,213	5	unid	₡36,065
Adaptador codo 90 macho a hembra JIC en 1/2 in	₡5,320	5	unid	₡26,600
Adaptador codo 90 macho a hembra JIC en 3/4 in	₡4,141	5	unid	₡20,705
Adaptador codo 90 macho a hembra JIC en 1 1/4 in	₡33,000	5	unid	₡165,000
Adaptador macho de 1/2 in NPT a 1/2 in JIC	₡1,510	5	unid	₡7,550
Adaptador macho de 3/4 in NPT a 3/4 in JIC	₡2,632	5	unid	₡13,160
Adaptador macho de 1 in NPT a 1 in JIC	₡2,870	5	unid	₡14,350
Adaptador macho de 1 1/4 in NPT a 1 1/4 in JIC	₡6,170	5	unid	₡30,850
Válvula de alivio 3/4 in de 500 a 3000 psi	₡72,000	3	unid	₡216,000
Válvula divisora 3/4 in de flujo porcentual	₡135,000	3	unid	₡405,000
Filtro hidráulico Baldwin BT-287-10	₡10,752	8	unid	₡86,016
Esteras o tablillas de conductor # 2	₡33,246	50	unid	₡1,662,300
Esteras o tablillas de conductor # 1	₡33,200	50	unid	₡1,660,000
Juego de martillos extra para la desfibradora	₡142,557	93	unid*	₡13,257,840
Juego de cuchillas extra para precuchilla	₡94,298	24	unid*	₡2,263,153
Juego de cuchillas extra para cuchilla 1	₡62,092	66	unid*	₡4,098,060
Domite de repuesto para cuchilla y precuchilla	₡28,637	20	unid	₡572,744
Soldadura 6011 en 1/8 in	₡2,700	50	kg	₡135,000
Soldadura 7018 en 1/8 in	₡1,421	50	kg	₡71,050
Soldadura 6013 en 1/8 in	₡2,158	30	kg	₡64,740
Soldadura para acero inoxidable 316L-16 1/8 in	₡9,360	30	kg	₡280,800
Soldadura azúcar 80	₡3,677	20	kg	₡73,540
Rollo soldadura teromatic OA 4923 de 7/61 (martillos) rollo 25 Kgs.	₡460,000	1	rollo	₡460,000

Lista de repuestos área mecánica	Precio unitario(€)	Cantidad	Unidad	Total (€)
Soldadura eutectic teromatec 7/64 oA4601 (cuchillas) rollo 25 kgs.	€372,400	1	rollo	€372,400
Cadena 2RC140 doble con pasador	€162,000	5	m	€810,000
Cadena 2RC160 doble con pasador	€125,000	5	m	€625,000
Cable de acero 5/8 in	€2,745	150	m	€411,750
Cable de acero 1 1/4 in	€4,000	30	m	€120,000
Rodamientos desfibradora 23252 CACK / W33	€3,454,611	2	unid	€6,909,222
Rodamientos precuchilla y cuchilla 22334CCK/W33C3	€280,000	2	unid	€560,000
Rejilla para acople falk 1090T10	€104,123	2	unid	€208,246
Rejilla para acople falk 1120T10	€250,000	2	unid	€500,000
Rejilla para acople falk 1150T10	€1,150,000	2	unid	€2,300,000
Acople completo falk 1160T10	€3,689,000	1	unid	€3,689,000
Pintura anticorrosivo rojo oxido	€15,000	5	gal	€75,000
Pintura verde anticorrosivo	€16,500	5	gal	€82,500
Pintura amarillo john deere	€13,500	5	gal	€67,500
			TOTAL	€43,725,516

*Costo aproximado de fabricarlas en el Ingenio

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Lista de materiales área eléctrica

Lista de repuestos área eléctrica	Precio unitario(€)	Cantidad	Unidad	Total (€)
Cable THHN calibre #6	€938	300	m	€281,256
Cable THHN calibre #4	€1,511	300	m	€453,300
Cable THHN calibre #2	€3,800	300	m	€1,140,000
Cable RVK 4 x 1.5 mm	€867	100	m	€86,699
Cable RVK 4 x 10 mm	€2,936	100	m	€293,600
Breaker trifásico 100A, 600V. Similar a FD 35K de Eaton	€111,708	2	unid	€223,416
Arrancador contactor nema 3. Similar a AN16KN0 de Cuttler Hammer	€187,810	2	unid	€375,620
Protección térmica de sobrecarga H2020-3	€23,733	2	unid	€47,466
Tubo fluorescentes electrónico de 48 in, 2 pin	€1,235	10	unid	€12,350
Tubo fluorescentes de 96 in, 1 pin	€2,780	10	unid	€27,797
Estaciones de control nema 4 doble (botonera)	€47,976	6	unid	€287,856
Plafón de porcelana para bombillo	€621	10	unid	€6,210
Tubo HG 1 in por 10 ft	€4,200	20	unid	€84,000
Tubo HG 2 in	€7,232	20	unid	€144,640

Lista de repuestos área eléctrica	Precio unitario(₡)	Cantidad	Unidad	Total (₡)
Conduleta T 1 in EMT	₡1,946	10	unid	₡19,460
Condultea T 2 in EMT	₡5,519	10	unid	₡55,191
Conduleta LL de 1 in EMT	₡1,652	10	unid	₡16,520
Conduleta LL de 2 in EMT	₡5,850	10	unid	₡58,500
Condultea LB 1 in EMT	₡1,600	10	unid	₡16,000
Conduleta LB 2 in EMT	₡5,841	10	unid	₡58,410
Conduleta C 1 in EMT	₡1,751	10	unid	₡17,510
Conduleta C 2 in EMT	₡6,000	10	unid	₡60,000
Conduleta LR 1 in EMT	₡1,373	10	unid	₡13,730
Conduleta LR 2 in EMT	₡5,601	10	unid	₡56,010
Tape 3M #33	₡2,407	30	unid	₡72,210
Tape 3M 130C	₡7,707	10	unid	₡77,070
Lampara cuadrada 250W/240V para exterior (JETA6)	₡42,406	5	unid	₡212,030
			TOTAL	₡4,196,850

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Lista de lubricantes

Lubricante	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
Aceite Mobil Spartan EP-220	800	L	₡1,345	₡1,076,000
Aceite Mobil ATF D/M	800	L	₡1,800	₡1,439,664
Grasa SKF LGHB 2/18	60	Kg	₡15,871	₡952,260
Grasa Mobilux EP-2 Lithium Grease	181	Kg	₡2,796	₡506,000
Grasa Mobiltac MM	181	Kg	₡3,488	₡631,310
Grasa Chevron	181	Kg	₡2,438	₡441,247
Aceite Mobil Teresstic 68	800	L	₡1,472	₡1,177,488
Aceite Castro Alpha SP 320	30	Gal.	₡8,573	₡257,190
			TOTAL	₡6,481,159

Fuente: Elaboración propia

6.6 Análisis económico del proyecto

Para efectos de contabilizar el costo monetario del plan de mantenimiento preventivo, en esta sección se resume los costos mencionados en las secciones anteriores.

Tabla 20 Resumen de costos por concepto del plan de mantenimiento preventivo para Patio de caña

Detalle	Costo estimado (C\$)
Salarios del personal	C\$6,342,503
Materiales área mecánica	C\$43,725,516
Materiales área eléctrica	C\$4,196,850
Lubricantes	C\$6,481,159
TOTAL	C\$60,746,028

Fuente: Elaboración propia

Como puede apreciarse el costo total del plan de mantenimiento preventivo ronda los C\$61,000,000.00. Este valor debe tomarse como un mínimo en vista que la cantidad de materiales determinados es el inventario mínimo que debe tenerse a disposición del personal de mantenimiento en época de zafra para que realicen sus labores diarias. Aquí no se contabiliza el monto o costo que la empresa incurre en reparación o parada de planta, es decir cuando no se está en zafra, y donde se debe decir que el monto en materiales y repuesto supera por mucho el establecido aquí.

Por esta razón realizar una comparación entre el costo del plan de mantenimiento preventivo y los beneficios que este otorga debe hacerse con cuidado, porque si bien es cierto el plan de mantenimiento preventivo contribuye a la disminución del tiempo perdido, que en este caso por fallos en patio de caña ronda las 22 horas con un costo aproximado para el ingenio de \$11.000 la hora (es decir C\$131,890,000 en total al tipo de cambio actual), también el gasto que la empresa realiza en reparación o parada de planta juega un rol importante en la reducción del tiempo perdido, ya que una reparación hecha de forma incorrecta probablemente incremente el tiempo perdido.

Sea cual sea el caso, la contribución que hace el plan de mantenimiento preventivo es sumamente importante porque es gracias al mismo que el estado en que queda el equipo después de la reparación, es mantenido por las inspecciones preventivas, predictivas y rutinas de lubricación.

Por lo tanto si se tiene presente que cada año la empresa realiza en tiempo de parada de planta la revisión completa de todos los equipos y aun así se generan fallos y tiempo perdido, quiere decir que la disminución de ese tiempo perdido puede ser atribuida a la implementación del plan de mantenimiento preventivo. Entonces si se tiene claro todo lo comentado anteriormente, puede compararse los \$68 000 000 de costo contra el ahorro producto de la disminución del tiempo perdido que podría llegar a ser de \$131 890 000, con lo cual queda un balance muy positivo a favor del plan de mantenimiento preventivo.

6.7 Cronograma de inspecciones para el período de zafra

Como una ayuda para el personal de mantenimiento se calendarizan las inspecciones mediante un diagrama de Gantt, esta es una herramienta muy útil porque permite controlar de una forma ordenada la ejecución de las inspecciones. Para simplificar el diagrama, este se realiza listando las inspecciones de acuerdo al periodo (Turno, Diario, Semanal, etc.), luego se calendarizan mostrando en el diagrama Gantt el día en que se deben realizar las inspecciones. En el Anexo 19 y Anexo 20 se muestra el diagrama Gantt.

7 Conclusiones

- Con el plan de mantenimiento preventivo propuesto se espera llevar la disponibilidad del Ingenio a un 91.5% mediante la disminución del tiempo perdido en un 8%, este tiempo se da producto de las fallas funcionales en los equipos de Patio de caña los cuales fueron estudiados y analizados mediante la metodología RCM.
- El proceso para determinar las acciones proactivas fue desarrollado mediante grupos de trabajo interdisciplinarios, a través de estos se fortalece el trabajo en equipo y el involucramiento del personal a cargo de la operación y mantenimiento. Además, se genera un clima favorable para el desarrollo y extensión de la metodología RCM hacia otros departamentos del ingenio.
- Se elabora un manual de mantenimiento preventivo que establece las inspecciones por realizar, la frecuencia y el encargado de ejecutarlas para cada uno de los equipos estudiados, esto conforma la estructura básica para que el personal pueda implementar el plan de mantenimiento preventivo de forma ordenada y clara. Además, documenta las acciones proactivas y da formalidad a todo el proceso.

8 Recomendaciones

- Es necesario hacer conciencia en el personal de mantenimiento sobre la importancia de la información contenida en el sistema informático para la gestión del mantenimiento, pues al existir faltante de datos o inconsistencia en estos, la calidad de los reportes y el análisis posterior de los datos no será tan provechoso como podría ser, y afectaría el proceso de toma de decisiones orientadas a mejorar el mantenimiento de los equipos.
- Para lograr un mayor impacto a nivel de reducción del tiempo perdido en todo el ingenio, se recomienda aplicar la metodología RCM en los restantes departamentos según el criterio de selección de los equipos expuesto en el diagrama de Pareto, de forma tal que el tiempo invertido en el análisis sea sobre el 20% de los equipos que representan el 80% del tiempo perdido en cada área.
- Se recomienda capacitar constantemente a todo el personal del ingenio en las técnicas de mantenimiento más actualizadas, de manera que se comprenda la importancia de las tareas preventivas, la lubricación, el uso correcto de herramientas, instrumentos de medición, etc., estas tareas, en algunas ocasiones, no reciben la importancia suficiente, pero permiten ir moldeando el pensamiento del personal para un cambio de cultura hacia otras técnicas, como lo son 5S y TPM.
- Se recomienda incrementar la frecuencia en las inspecciones predictivas para la detección temprana de fallas en equipos, así como el número de inspecciones preventivas a nivel de todo el ingenio, de manera que, a corto plazo, la cantidad de estas inspecciones sobre el mantenimiento correctivo sea mayor.

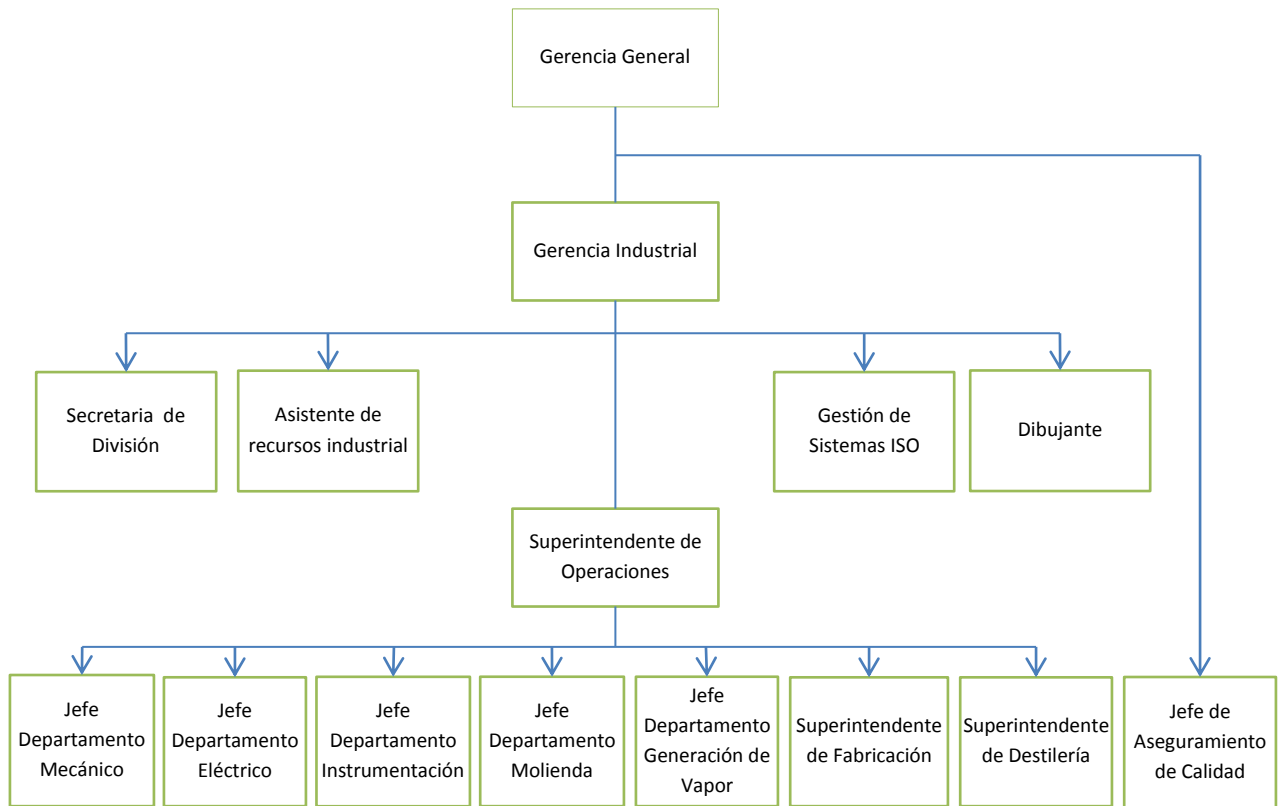
9 Bibliografía

- Central Azucarera del Tempisque S.A. CATSA. (2014). Obtenido de <http://www.catsa.net>
- Duffuaa, S., Raouf, A., & Dixon, J. (2009). *Sistemas de mantenimiento planeación y control*. México: Limusa Wiley.
- Errichello, B., & Muller, J. (2014). *How to Analyze Gear Failures*. Obtenido de Machinery Lubrication: <http://www.machinerylubrication.com/>
- Ewart Chain LTD. (2014). *Ewart Chain LTD*. Obtenido de <http://ewartchain.co.uk/>
- Gutiérrez, A. M. (2009). *Mantenimiento, planeación, ejecución y control*. México: Alfaomega.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, L. (2006). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill.
- Hugot, E. (1986). *Handbook of Cane Sugar Engineering*. Holanda: Elsevier Science Publishers B.V.
- Moubray, J. (1997). *Reliability Centered Maintenance*. Inglaterra.
- NASA. (2014). *RCM Guide for facilities and collateral equipment*. Obtenido de <http://www.hq.nasa.gov/office/codej/codejx/Assets/Docs/NASARCMGuide.pdf>
- Noria Corporation. (s.f.). *Control de la presión al engrasar rodamientos*. Obtenido de Revista Machinery Lubrication: <http://www.machinerylubrication.com>
- Parker. (2014). *Mangueras hidráulicas y terminales de equipo*. Obtenido de <http://www.parker.com>
- Pistarelli, A. J. (2010). *Manual de mantenimiento predictivo. Ingeniería, gestión y operación*. Buenos Aires.
- Rea, R., Calixto, R., Sandoval, S., Velasco, R., & García, M. (2014). *Metodología para análisis de mantenimiento basado en confiabilidad en centrales hidroeléctricas*. Obtenido de <http://www.iie.org.mx/boletin042012/tenden.pdf>
- Rein, P. (2007). *Cane Sugar Engineering*. Alemania: Elbe Druckerei Wittenberg.
- Rexnord. (2014). Obtenido de <http://www.rexnord.com>
- SKF. (2014). *SKF Group*. Obtenido de <http://www.skf.com/group/index.html>

10 Anexos

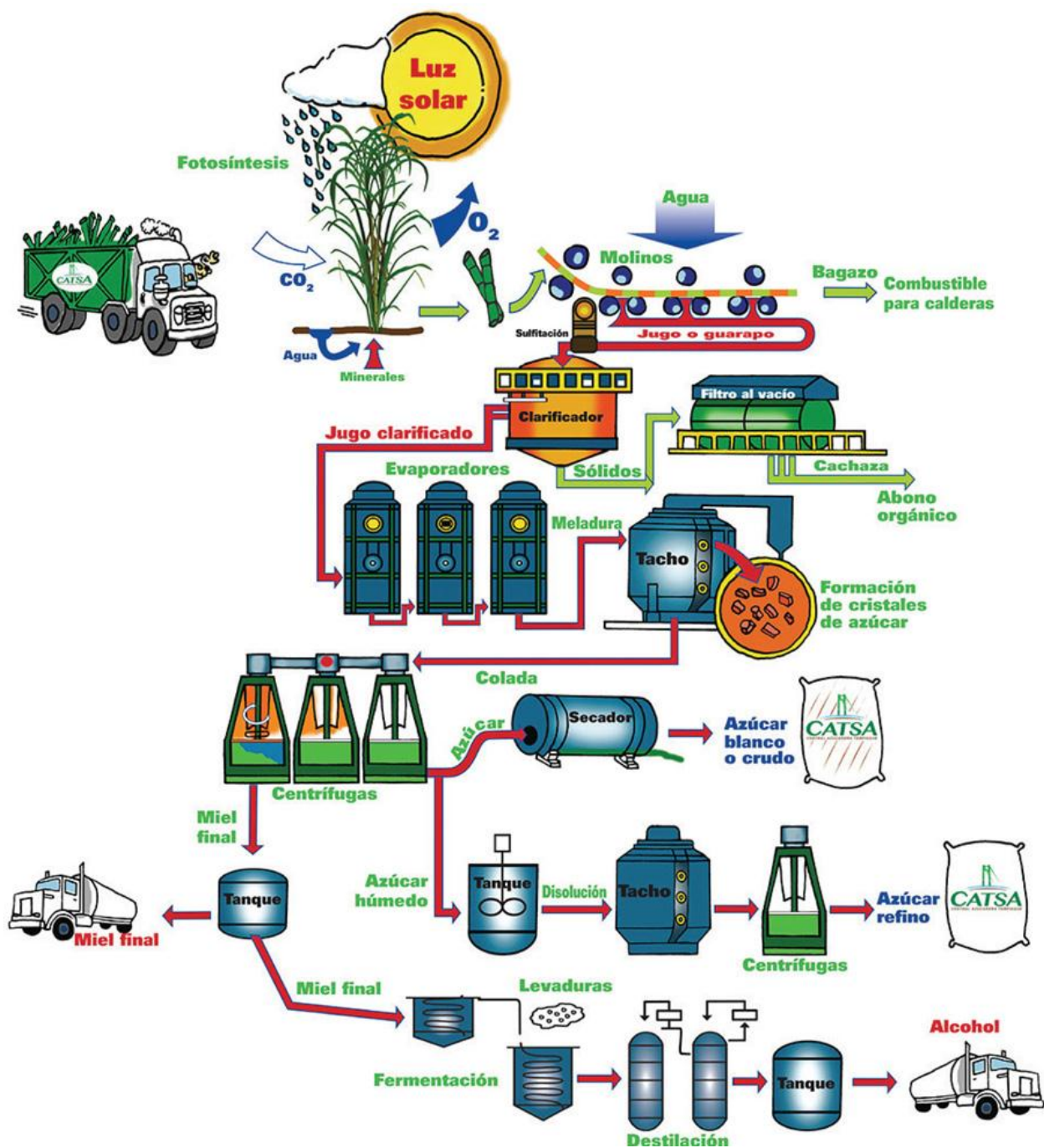
Anexo 1. Organigrama Gerencia Industrial

Ilustración 31 Organigrama Gerencia Industrial



Fuente: CATSA

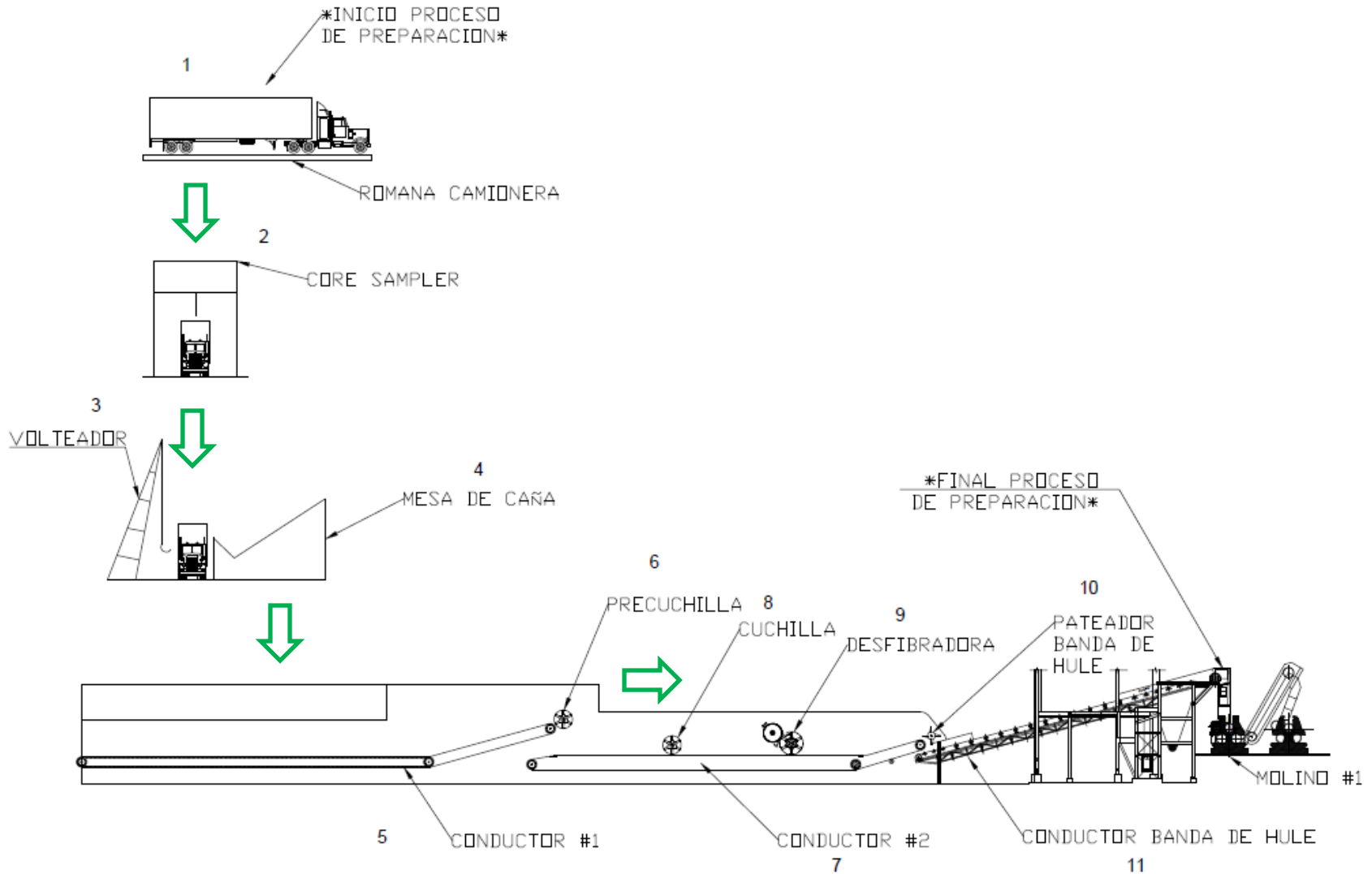
Anexo 2. Diagrama del proceso de fabricación de azúcar
 Ilustración 32 Proceso de fabricación de azúcar



Fuente: CATSA

Anexo 3. Diagrama ilustrativo del proceso de preparación de caña (patio de caña).

Ilustración 33 Proceso de preparación (patio de caña)



Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Formato Hoja RCM
Tabla 21 Ejemplo de plantilla de información hoja RCM

Funciones		Fallas funcionales		Sub Parte	Modos de falla			Causas	Efectos			Acciones proactivas		
1		A			1	I			1	3		1	2	
					2	E			2	6		2	1	

Fuente: Formato elaborado por Ing. Jorge Valverde Vega, Profesor del Instituto Tecnológico de Costa Rica

Significados de las abreviaturas en negrita.

Tipo de modo de falla	
I	Interno
E	Externo

Tipos de efecto	
1	La seguridad de las personas
2	El medio ambiente
3	La eficiencia de la producción
4	Las pérdidas del producto
5	La calidad del producto
6	La propia máquina

Tipos de acción proactiva	
1	Inspección de mantenimiento predictivo
2	Inspección de mantenimiento preventivo
3	Procedimiento de operación
4	Trabajo de rediseño
5	Dejar fallar. Trabajo de mto. Correcto.

Anexo 5. Diagrama Pareto de Tiempo Perdido Patio de Caña
Ilustración 34 Pareto de tiempo perdido / Patio de Caña

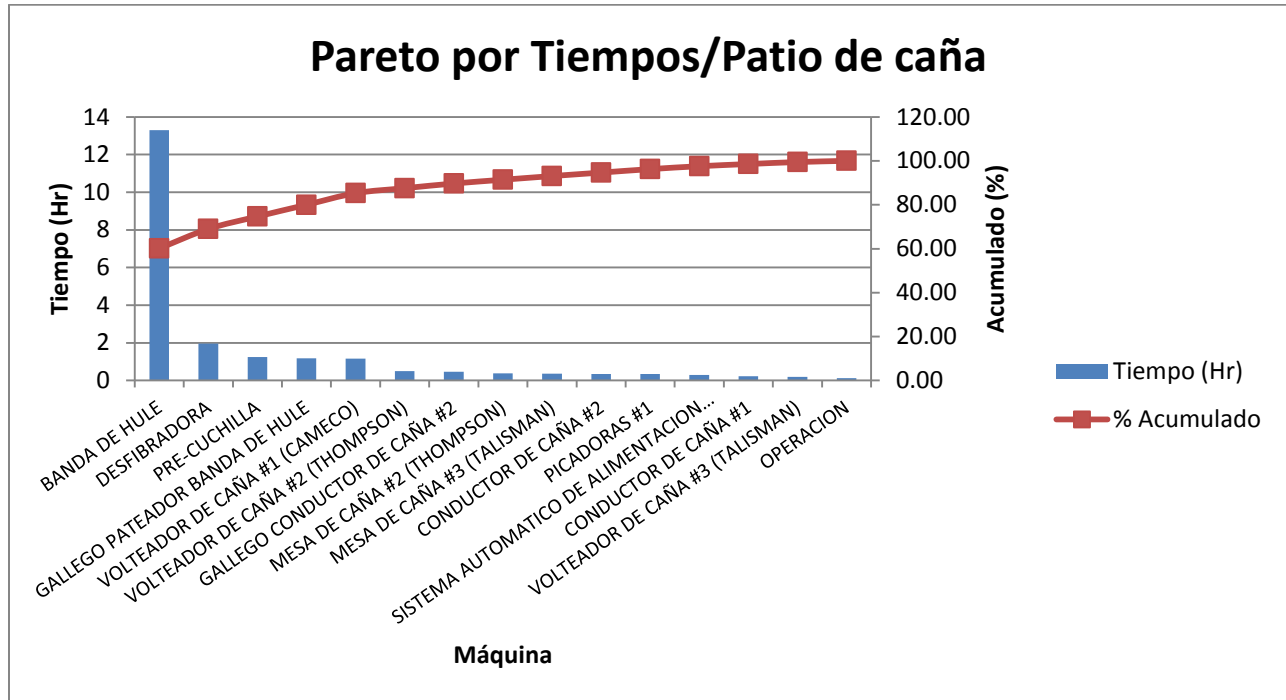


Tabla 22. Datos para análisis de Pareto por tiempo perdido en Patio de Caña

Patio de Caña			
Máquina	Tiempo (Hr)	%	% Acumulado
BANDA DE HULE	13.29	60.14	60.14
DESFIBRADORA	1.96	8.87	69.00
PRE-CUCHILLA	1.25	5.66	74.66
GALLEGO PATEADOR BANDA DE HULE	1.18	5.34	80.00
VOLTEADOR DE CAÑA #1 (CAMECO)	1.17	5.29	85.29
VOLTEADOR DE CAÑA #2 (THOMPSON)	0.5	2.26	87.56
GALLEGO CONDUCTOR DE CAÑA #2	0.47	2.13	89.68
MESA DE CAÑA #2 (THOMPSON)	0.38	1.72	91.40
MESA DE CAÑA #3 (TALISMAN)	0.37	1.67	93.08
CONDUCTOR DE CAÑA #2	0.35	1.58	94.66
PICADORAS #1	0.35	1.58	96.24
SISTEMA AUTOMATICO DE ALIMENTACION DE CAÑA	0.29	1.31	97.56
CONDUCTOR DE CAÑA #1	0.22	1.00	98.55
VOLTEADOR DE CAÑA #3 (TALISMAN)	0.2	0.90	99.46
OPERACION	0.12	0.54	100.00
Total	22.1	100.0	

Anexo 6. Diagrama Pareto de Tiempo Perdido Molinos
Ilustración 35 Pareto de tiempo perdido / Molinos

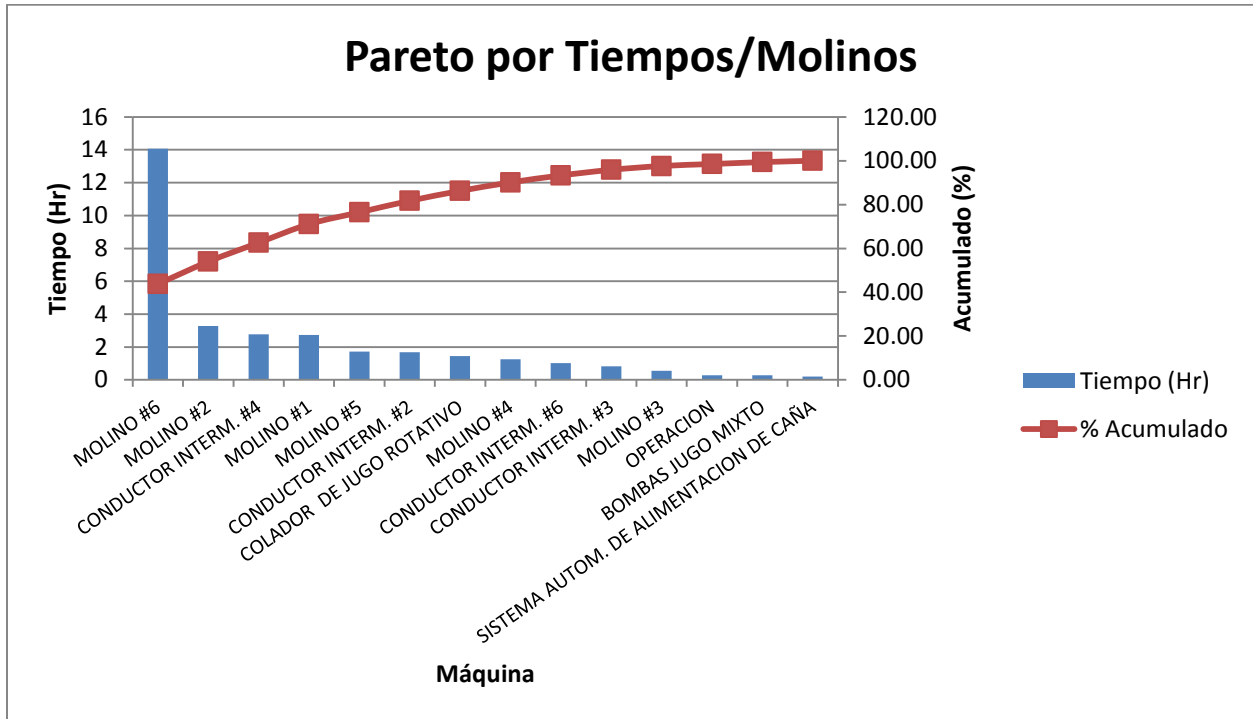


Tabla 23 Datos para análisis de Pareto por tiempo perdido en Molinos

Molinos			
Máquina	Tiempo (Hr)	%	% Acumulado
MOLINO #6	14.07	43.75	43.75
MOLINO #2	3.28	10.20	53.95
CONDUCTOR INTERM. #4	2.78	8.64	62.59
MOLINO #1	2.73	8.49	71.08
MOLINO #5	1.73	5.38	76.46
CONDUCTOR INTERM. #2	1.69	5.25	81.72
COLADOR DE JUGO ROTATIVO	1.45	4.51	86.23
MOLINO #4	1.25	3.89	90.11
CONDUCTOR INTERM. #6	1.02	3.17	93.28
CONDUCTOR INTERM. #3	0.83	2.58	95.86
MOLINO #3	0.56	1.74	97.61
OPERACION	0.29	0.90	98.51
BOMBAS JUGO MIXTO	0.28	0.87	99.38
SISTEMA AUTOM. DE ALIMENTACION DE CAÑA	0.2	0.62	100.00
Total	32.16	100.00	

Anexo 7. Diagrama Pareto de Tiempo Perdido Generación de Vapor
Ilustración 36 Pareto de tiempo perdido / Generación de Vapor

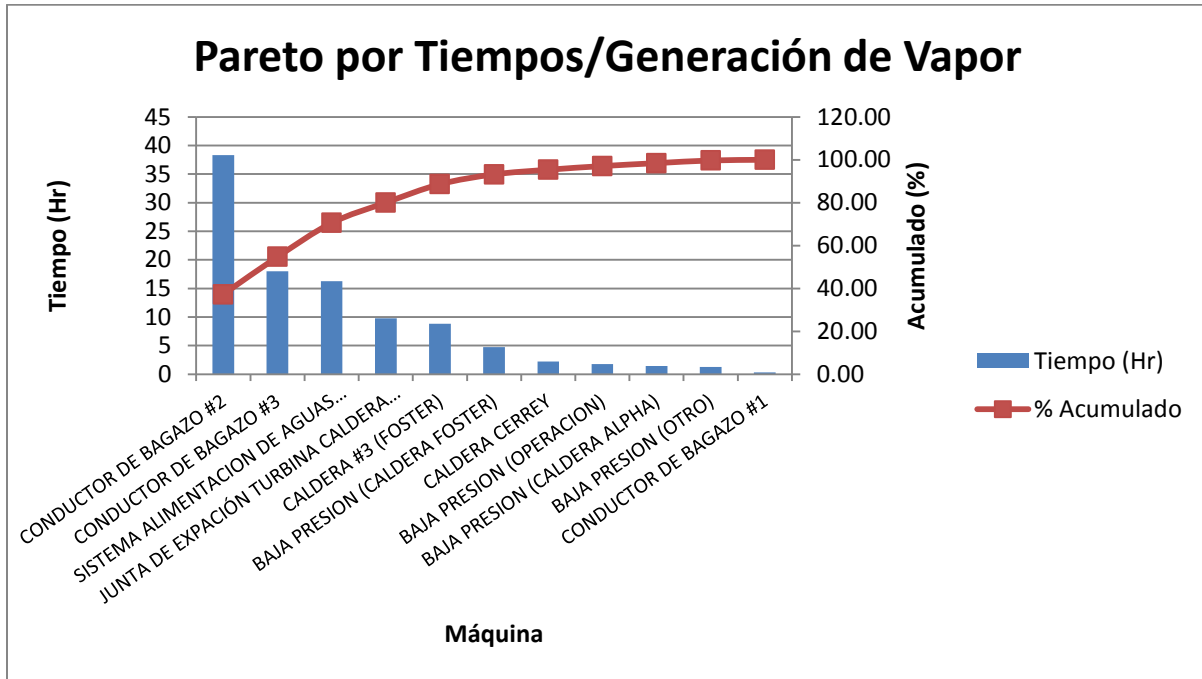


Tabla 24 Datos para análisis de Pareto por tiempo perdido en Generación de Vapor

Generación de Vapor			
Máquina	Tiempo (Hr)	%	% Acumulado
CONDUCTOR DE BAGAZO #2	38.34	37.25	37.25
CONDUCTOR DE BAGAZO #3	17.99	17.48	54.73
SISTEMA ALIMENTACION DE AGUAS CONDENSADAS	16.29	15.83	70.55
JUNTA DE EXPACIÓN TURBINA CALDERA CERREY	9.75	9.47	80.03
CALDERA #3 (FOSTER)	8.84	8.59	88.61
BAJA PRESION (CALDERA FOSTER)	4.72	4.59	93.20
CALDERA CERREY	2.23	2.17	95.37
BAJA PRESION (OPERACION)	1.76	1.71	97.08
BAJA PRESION (CALDERA ALPHA)	1.41	1.37	98.45
BAJA PRESION (OTRO)	1.28	1.24	99.69
CONDUCTOR DE BAGAZO #1	0.32	0.31	100.00
	102.93	100.00	

Anexo 8. Diagrama Pareto de Tiempo Perdido Generación Eléctrica
Ilustración 37 Pareto de tiempo perdido / Generación Eléctrica

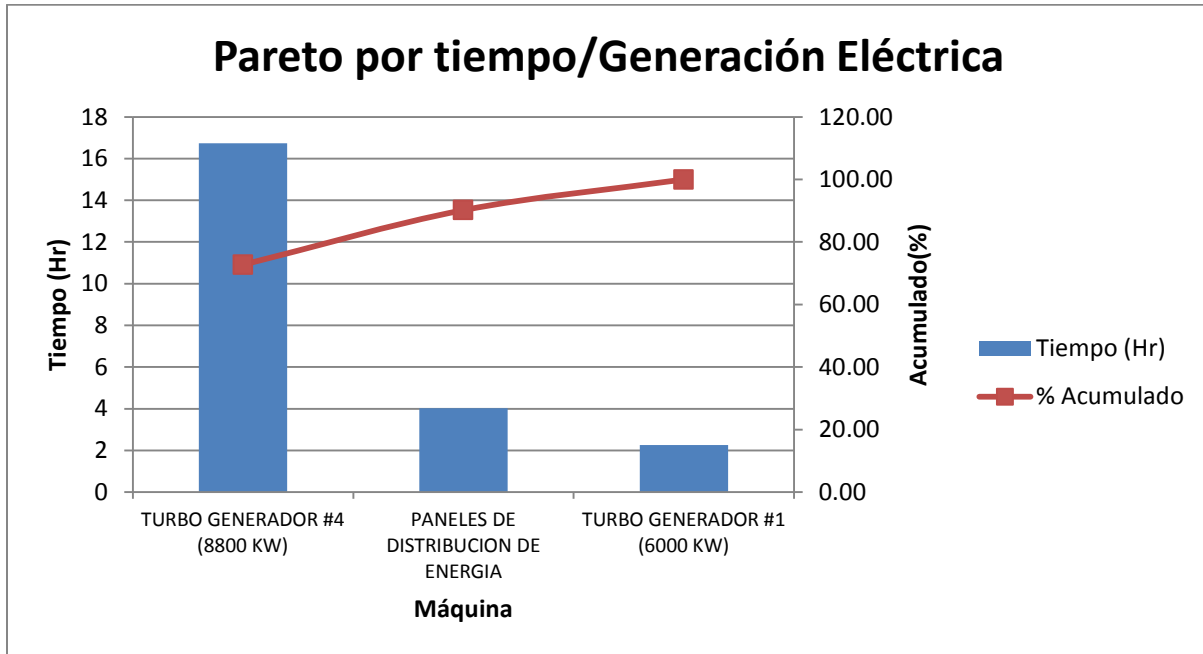


Tabla 25 Datos para análisis de Pareto por tiempo perdido en Generación Eléctrica

Generación Eléctrica			
Máquina	Tiempo (Hr)	%	% Acumulado
TURBO GENERADOR #4 (8800 KW)	16.74	72.72	72.72
PANELES DE DISTRIBUCION DE ENERGIA	4.02	17.46	90.18
TURBO GENERADOR #1 (6000 KW)	2.26	9.82	100.00
	23.02	100.00	

Anexo 9. Datos de tiempo perdido y cantidad de fallos por departamento
Tabla 26 Cantidad de Fallos por máquina y tiempo perdido. Patio de Caña

Máquina	T_{np} (hr)	# Fallos
BANDA DE HULE	13.29	29
DESFIBRADORA	1.96	2
PRE-CUCHILLA	1.25	2
GALLEGO PATEADOR BANDA DE HULE	1.18	3
VOLTEADOR DE CAÑA #1 (CAMECO)	1.17	1
VOLTEADOR DE CAÑA #2 (THOMPSON)	0.5	2
GALLEGO CONDUCTOR DE CAÑA #2	0.47	1
MESA DE CAÑA #2 (THOMPSON)	0.38	1
MESA DE CAÑA #3 (TALISMAN)	0.37	1
PICADORAS #1	0.35	3
CONDUCTOR DE CAÑA #2	0.35	2
SISTEMA AUTOMATICO DE ALIMENTACION DE CAÑA	0.29	2
CONDUCTOR DE CAÑA #1	0.22	1
VOLTEADOR DE CAÑA #3 (TALISMAN)	0.2	1
OPERACION	0.12	1

Tabla 27 Cantidad de Fallos por máquina y tiempo perdido. Molinos

Máquina	T_{np} (hr)	# Fallos
MOLINO #6	14.07	10
MOLINO #2	3.28	9
CONDUCTOR INTERM. #4	2.78	3
MOLINO #1	2.73	12
MOLINO #5	1.73	5
CONDUCTOR INTERM. #2	1.69	4
COLADOR DE JUGO ROTATIVO	1.45	3
MOLINO #4	1.25	10
CONDUCTOR INTERM. #6	1.02	3
CONDUCTOR INTERM. #3	0.83	3
MOLINO #3	0.56	3
OPERACION	0.29	3
BOMBAS JUGO MIXTO	0.28	3
SISTEMA AUTOM. DE ALIMENTACION DE CAÑA	0.2	2

Tabla 28 Cantidad de Fallos por máquina y tiempo perdido. Generación de Vapor

Máquina	T_{np} (hr)	# Fallos
CONDUCTOR DE BAGAZO #2	38.34	10
CONDUCTOR DE BAGAZO #3	17.99	12
SISTEMA ALIMENTACION DE AGUAS CONDENSADAS	16.29	14
JUNTA DE EXPACI3N TURBINA CALDERA CERREY	9.75	12
CALDERA #3 (FOSTER)	8.84	3
BAJA PRESION (CALDERA FOSTER)	4.72	33
CALDERA CERREY	2.23	14
BAJA PRESION (OPERACION)	1.76	12
BAJA PRESION (CALDERA ALPHA)	1.41	5
BAJA PRESION (OTRO)	1.28	7
CONDUCTOR DE BAGAZO #1	0.32	2

Tabla 29 Cantidad de Fallos por máquina y tiempo perdido. Generaci3n El3ctrica

Máquina	T_{np} (hr)	# Fallos
TURBO GENERADOR #4 (8800 KW)	16.74	20
PANELES DE DISTRIBUCION DE ENERGIA	4.02	5
TURBO GENERADOR #1 (6000 KW)	2.26	5

Anexo 10. Hoja de información RCM – Volteador #1 (Hoja 1 de 4)

EMPRESA:	CENTRAL AZUCARERA TEMPISQUE S.A. (CATSA)
DEPARTAMENTO:	PATIO DE CAÑA
ÁREA:	VOLTEADORES
SISTEMA DE ANÁLISIS:	VOLTEADOR DE CAÑA #1



CODIGO
I-PC-3-1

FUNCIONES		FALLAS FUNCIONALES	SUB-SISTEMA	MODOS DE FALLA		CAUSAS		EFECTO DE LOS FALLOS		ACCIONES PRO-ACTIVAS				
1	Descargar de forma continua hasta 20 toneladas de peso neto sobre las mesas de caña, de manera continua y sin restricciones	A	Incapacidad total de descargar de manera continua la carreta con un peso neto de 20 toneladas de caña.	Cable	1	Cable reventado	Alto esfuerzo de tensión	1	6	El operador no puede levantar el Yunque para descargar la canasta. Hay una afectación hacia el propio equipo pero no se detiene el proceso productivo.	1	4	Cambiar cable a 1/ 1/4 in	
					2						Yunque desnivelado	2	2	Verificar visualmente que el Yunque se encuentre nivelado
					3		Polea trabada				Lubricación deficiente	3	2	Verificar funcionamiento, la polea debe girar libremente.
				Yunque	4	Ruptura del gancho	Calibre de láminas menor al requerido	Nuevas carretas de mayor peso	2	6	El operador no puede enganchar las canastas de la carreta impidiéndole levantarlas y voltearlas sobre la mesa de caña. Hay una afectación hacia el propio equipo.	4	4	Cambiar a lámina de 2 in reforzada con 1/2in
				Sistema hidráulico	5	Mangueras reventadas	Fricción entre mangueras	Movimiento normal por presión interna en la manguera	3	6	Una manguera reventada provoca la pérdida de fluido hidráulico del volteador, esto ocasiona una pérdida de la capacidad de levante del equipo. La reparación es rápida y consiste en cambiar la manguera por una nueva afectando únicamente al propio a equipo.	5	2	Verificar visualmente estado de la manguera, que no presente fugas de aceite por cortes o acoples dañados.
										6	4	Forrar las mangueras con protector especial		

Hoja de información RCM –Volteador #1 (Hoja 2 de 4)

FUNCIONES		FALLAS FUNCIONALES	SUB-SISTEMA	MODOS DE FALLA		CAUSAS		EFECTO DE LOS FALLOS		ACCIONES PRO-ACTIVAS				
				6	I	Fuga de aceite en pistón principal y pistones de nivelación	Sellos dañados	Envejecimiento normal	4	6	El pistón no desarrolla la fuerza requerida y el volteador es incapaz de levantar el peso de la canasta. No se afecta la producción porque se tiene otro volteador trabajando en otras mesas.	7	2	Verificar que no existan fugas en los pistones
			Motor eléctrico	7	I	Se disparan las protecciones del motor eléctrico	Sobrecarga	Desgaste de rodamientos	5	6	El motor eléctrico deja de operar y no se puede trabajar el sistema hidráulico de levante. La afectación es únicamente hacia el equipo porque se tienen otros volteadores trabajando en las otras mesas.	8	1	Realizar medición de temperatura por termografía
		8		Cortocircuito			Degradación de aislamiento (barniz dieléctrico)	9				1	Realizar prueba de aislamiento y valorar según norma IEE 43-2000	
		9		Sobrecalentamiento			Ventilación deficiente (suciedad en carcasa)	10				2	Limpiar superficialmente el motor	
		10		I	Bobinas quemadas	Fallan protecciones de seguridad	Mal montaje	11				3	Mejorar capacitación	
		11		I	Rodamiento trabado	Lubricación deficiente	Error humano	12				1	Realizar medición de temperatura por termografía	
		12				Eje desalineado	Error humano	13				3	Mejorar capacitación en el uso de herramientas para alineamiento	
		13		E	Falla suministro eléctrico	Falla en turbogeneradores	-	14				5	Ninguna acción proactiva.	

Hoja de información RCM –Volteador #1 (Hoja 3 de 4)

FUNCIONES		FALLAS FUNCIONALES	SUB-SISTEMA	MODOS DE FALLA		CAUSAS		EFECTO DE LOS FALLOS		ACCIONES PRO-ACTIVAS			
	B	El sistema levanta un peso menor a 20 toneladas de caña.	Sistema hidráulico	14	Bomba hidráulica se agota	Desgaste del block kit de la bomba	Uso normal	6	6	Se genera ruido en la bomba, el sistema no tiene suficiente fuerza para levantar las 20 toneladas. La afectación principal es al propio equipo porque existen otros volteadores y mesas que pueden sostener el nivel de producción mientras se repara.	15	2	Restauración completa de la bomba cada 10000 horas (3 zafras)
				15		Cavitación de la bomba	Succión de aire por tuberías y acoples flojos				16	2	Verificar apriete de tuberías y acoples en la succión
				16		Calentamiento de aceite en el tanque	Falta de un intercambiador de calor (enfriador)				17	4	Instalar un intercambiador de calor para enfriar el aceite
				17		Baja presión de trabajo	Válvula de alivio mal ajustada				Error humano	7	6
	C	El sistema levanta un peso máximo de 20 toneladas de forma discontinua o con restricciones	Sistema hidráulico	18	Atascamiento o restricción parcial en el flujo de aceite por el sistema	Filtro sucio	Vida útil superada	8	6	El volteador opera lento y con dificultad. La solución es rápida y consiste en cambiar el filtro.	19	2	Sustitución programada de filtro (cambiar cada 2 meses o instalar filtro con indicador de estatus)
				19	Nivel en el tanque de aceite bajo	Fugas	Componentes hidráulicos desgastados	9	6	El aceite en el sistema se calienta disminuyendo su viscosidad, con esto la operación de la bomba se ve afectada. La solución consiste en eliminar las fugas y volver a rellenar con aceite nuevo.	20	2	Inspeccionar el nivel y rellenar

Hoja de información RCM –Volteador #1 (Hoja 4 de 4)

FUNCIONES		FALLAS FUNCIONALES		SUB-SISTEMA	MODOS DE FALLA			CAUSAS		EFECTO DE LOS FALLOS			ACCIONES PRO-ACTIVAS		
2	Soportar estructuralmente la cabina de mando del operador manteniendo estándares de seguridad definidos por el usuario	A	Incapacidad de la estructura para soportar la cabina de mando de manera segura	Estructura del volteador	20	/	Elementos de unión sueltos (soldadura)	Vibración y esfuerzos	Envejecimiento normal	10	1	Si un elemento estructural falla puede poner en riesgo la seguridad del operador al falsearse la estructura de todo el volteador.	21	2	Verificar las uniones por soldadura y con pernos en la estructura del volteador.
					21	/	Cabina golpeada	Yunque sin control se balancea sobre la estructura	Error humano	11	1	Si la protección o reja no soporta el impacto del yunque puede causar daño a la integridad física del operador.	22	2	Verificar estado de la reja de protección que no presente golpes que debiliten su resistencia
					22	/	Escalera de acceso en mal estado	Corrosión de elementos estructurales	Ubicación a la intemperie	12	1	Si un elemento estructural de la escalera falla puede provocar la caída del operador y generarle daño a su integridad física.	23	2	Verificar estado de la escalera, que no presente partes despegadas o despintadas
3	Facilitar una visión clara y panorámica de la carreta, la mesa de caña y el yunque del volteador para una operación confortable.	A	El operador no tiene una visión clara de la carreta, la mesa de caña y el yunque	Cabina de mando	23	/	Ventanales sucios y/o quebrados	Polvo, bagazo e insectos adheridos a los ventanales y golpes con elementos extraños	Suciedad normal producto del ambiente circundante	13	1	La suciedad acumulada en la superficie de los ventanales impide al operador tener una visión clara que lo puede inducir a cometer errores que lo dañen a él o a terceros.	24	2	Verificar que los ventanales de la cabina de mando se encuentren limpios
				Lámpara de iluminación nocturna	24	/	Lámpara para iluminación nocturna sucia o quemada	Polvo, bagazo e insectos adheridos a la lámpara	Suciedad normal producto del ambiente circundante	14	1	La suciedad se acumula en la superficie de la lámpara disminuyendo la intensidad luminosa proyectada sobre el área de trabajo, esto puede inducir a cometer errores al operador que lo dañen a él o a terceros.	25	2	Verificar que la lámpara se encuentre libre de suciedad y que no se encuentre quemada.
4	Mantener un estándar de apariencia aceptable según los requerimientos de la empresa libre de corrosión, golpes y partes despintadas	A	La estructura del volteador no cumple con los estándares de apariencia definidos por la empresa	Estructura	25	/	Estructura despintada	Pintura deteriorada y corrosión	Envejecimiento normal	15	6	La estructura del volteador se encuentra a la intemperie por lo cual sufre con el clima. Los efectos son sobre el equipo y la apariencia que proyecta ante terceros (como clientes y visitantes).	26	2	Inspeccionar estado de soportes de la estructura en busca de partes despintadas.
					26	/	Estructura presenta golpes	Vehículo o yunque golpea la estructura	Error humano	16	6	Maniobras incorrectas por parte del operador del volteador o algún otro vehículo que circule por la zona golpea la estructura debilitándola. Puede provocar una falla en la estructura y dañarla.	27	2	Verificar estado de la estructura que no presente golpes que debiliten su resistencia

Anexo 11. Hoja de información RCM – Mesa de caña # 1 (Hoja 1 de 4)

EMPRESA:	CENTRAL AZUCARERA TEMPISQUE S.A. (CATSA)
DEPARTAMENTO:	PATIO DE CAÑA
ÁREA:	MESAS
SISTEMA DE ANÁLISIS:	MESA DE CAÑA # 1



CODIGO
I-PC-4-1

FUNCIONES		FALLAS FUNCIONALES	SUB PARTE	MODOS DE FALLA		CAUSAS		EFECTO DE LOS FALLOS		ACCIONES PRO-ACTIVAS				
1	Transportar hasta 20 toneladas de caña hasta la parte superior del conductor de caña en un tiempo máximo 3 +/- 0.5 minutos, dejándola caer en su interior y sin restricciones	Incapacidad total de transportar 20 toneladas de caña desde la descarga del volteador hasta la parte superior del conductor de caña	Cadenas	1	/	Se descarrilan las cadenas de arrastre de caña	Se mete basura en medio de los eslabones de las cadenas y sprockets	Tacos en el eje de cola	1	6	La cadena se desmonta de los sprockets y pierde su guía. Se detiene la mesa para solucionar el problema. No se detiene la producción las otras dos mesas siguen operando.	1	4	Limpiar el eje de cola utilizando chorros de agua. Instalar tuberías.
				2	/	Se rompen las cadenas de arrastre de caña	Mesa sobrecargada	Error humano	2	6	Descarga de carretas muy seguidas somete a mayores esfuerzos las cadenas de la mesa, se escucha un golpe fuerte y se rompe. Se detiene la mesa pero las otras mesas siguen operando.	2	3	Mejorar capacitación
			Nivelador	3	/	Se generan tacos en el nivelador de caña	Mesa sobrecargada	Error humano	3	6	El taco de caña en el nivelador provoca esfuerzos sobre los componentes de la mesa, si se opera así se pueden reventar cadenas o quebrar traviesas afectando al propio equipo.	3	3	Mejorar capacitación
			Sistema hidráulico	4	/	Mangueras reventadas	Fricción entre mangueras	Movimiento normal por presión interna en la manguera	4	6	Una manguera reventada provoca la pérdida de fluido hidráulico, esto ocasiona una pérdida de la capacidad del equipo. La reparación es rápida y consiste en cambiar la manguera por una nueva afectando únicamente al propio a equipo.	4	2	Verificar visualmente estado de la manguera, que no presente fugas de aceite por cortes o acoples dañados.
				5	/	Bomba hidráulica se agota (sistema sin fuerza para levantar el peso)	Desgaste del block kit de la bomba	Envejecimiento normal	5	6	Se genera ruido en la bomba, el sistema no tiene suficiente fuerza para mover las 20 toneladas. La afectación principal es al propio equipo porque existen otras mesas que pueden sostener el nivel de producción mientras se repara.	6	2	Restauración completa de la bomba cada 10000 horas (3 zafras)
				6	Cavitación de la bomba		Succión de aire por tuberías y acoples flojos					7	2	Verificar apriete de tuberías y acoples

Hoja de información RCM – Mesa de Caña #1 (Hoja 2 de 4)

FUNCIONES		FALLAS FUNCIONALES		SUB PARTE	MODOS DE FALLA			CAUSAS		EFECTO DE LOS FALLOS			ACCIONES PRO-ACTIVAS		
				Ejes de mando, de cola y del nivelador	7	I	Eje quebrado	Fisura en eje	Fatiga	6	3	Se escucha un golpe fuerte cuando se quiebra el eje y la mesa se detiene. La solución no es rápida, esto provoca afectación a la producción.	8	1	Monitoreo por ultrasonido cada 3 zafras
				Motor eléctrico	8	I	Se disparan las protecciones del motor eléctrico	Sobrecarga	Desgaste de rodamientos	7	6	El motor eléctrico deja de operar y se detiene la mesa, no existe afectación inmediata a la producción porque se tienen otras mesas trabajando, únicamente se afecta al propio equipo. Si el daño no se puede reparar se sustituye el motor y se reinicia con la operación de la mesa.	9	1	Realizar medición de temperatura por termografía
			9		Cortocircuito			Degradación de aislamiento (barniz dieléctrico)	10				1	Realizar prueba de aislamiento y valorar según norma IEE 43-2000	
			10		Sobrecalentamiento			Ventilación deficiente (suciedad en carcasa)	11				2	Limpiar superficialmente el motor	
			11		I	Bobinas quemadas	Fallan protecciones de seguridad	Mal montaje	12				3	Mejorar capacitación	
			12		I	Rodamiento trabado	Lubricación deficiente	Error humano	13				1	Realizar medición de temperatura por termografía	
			13				Eje desalineado	Error humano	14				3	Mejorar capacitación en el uso de herramientas para alineamiento	
			14		E	Falla suministro eléctrico	Falla en turbogeneradores	-	15				5	Ninguna acción proactiva.	

Hoja de información RCM – Mesa de Caña #1 (Hoja 3 de 4)

FUNCIONES		FALLAS FUNCIONALES	SUB PARTE	MODOS DE FALLA		CAUSAS		EFECTO DE LOS FALLOS			ACCIONES PRO-ACTIVAS				
		B	Transporta hasta 20 toneladas de caña en un tiempo mayor a 3 +/- 0.5 minutos.	Sistema hidráulico	15	/	Atascamiento o restricción del flujo de aceite por el sistema	Filtro sucio	Vida útil superada	8	6	La mesa opera lento y con dificultad. La solución es rápida y consiste en cambiar el filtro.	16	2	Sustitución programada de filtro (cambiar cada 2 meses o instalar filtro con indicador de estatus)
					16	/	Nivel de aceite en el tanque bajo	Fugas	Componentes hidráulicos desgastados	9	6	El aceite en el sistema se calienta disminuyendo su viscosidad, con esto la operación de la bomba se ve afectada. La solución consiste en eliminar las fugas y volver a rellenar con aceite nuevo.	17	2	Inspeccionar que no existan fugas en los componentes hidráulicos y verificar el nivel de aceite en el tanque.
					17	/	Presión de trabajo incorrecta (alta o baja)	Válvula de alivio mal ajustada	Error humano	10	6	El sistema opera muy lento o muy rápido, ninguno de los casos es recomendable. En el primer caso se afecta el rendimiento mientras que en el segundo caso los diferentes componentes sufren un deterioro mayor. La solución pasa por ajustar la válvula.	18	2	Verificar presiones de trabajo del sistema (4000 psi). Regular presión en la válvula de alivio
				Traviesas	18	/	Se quiebran las traviesas	Altos esfuerzos	Mesa sobrecargada	11	6	La zona sin traviesa se observa sin caña. Para reparar se debe detener la mesa. Las otras mesas siguen operando.	19	2	Verificar que no existan traviesas quebradas.
				Sprocket	19	/	Sprocket desgastado	Lubricación deficiente	Error humano	12	6	La cadena salta al llegar al sprocket y genera esfuerzos mayores en todo el sistema. La velocidad de alimentación no es estable producto de la pérdida de tracción. No hay afectación a la producción solo los daños al propio equipo.	20	3	Mejorar capacitación en lubricación
					20			Envejecimiento normal	-				21	2	Verificar desgaste en sprocket
				Ejes de mando, de cola y del nivelador	21	/	Base de chumaceras flojas	Pernos flojos	Mal ajustados	13	6	El eje se nota flojo con respecto a su posición normal esto genera mayores esfuerzos en los componentes de la mesa, situación que repercute directamente en la propia máquina.	22	2	Verificar y socar pernos en la base de las chumaceras
					22	/	Chumaceras desgastadas	Lubricación deficiente	Error humano				23	3	Mejorar capacitación
					23	/	Eje presenta movimiento axial	Guías en los extremos del eje con soldadura mecánica	Tornillo de fijación flojo				24	2	Verificar que las guías se encuentren fijadas al eje y no presenten soldadura mecánica

Hoja de información RCM – Mesa de Caña #1 (Hoja 4 de 4)

FUNCIONES		FALLAS FUNCIONALES		SUB PARTE	MODOS DE FALLA			CAUSAS		EFECTO DE LOS FALLOS			ACCIONES PRO-ACTIVAS		
2	Permitir una visión clara y panorámica de toda la mesa de caña para una operación confortable.	A	El operador no tiene una visión clara de la mesa de caña	Cabina de mando	24	/	Ventanales sucios y/o quebrados	Polvo, bagazo e insectos adheridos a los ventanales y golpes con elementos extraños	Suciedad normal producto del ambiente circundante	14	6	La falta de visión sobre la mesa de caña dificulta la operación y puede inducir a errores al personal causando un daño a la máquina.	25	2	Verificar que los ventanales de la cabina de mando se encuentren limpios
				Lámpara de iluminación	25	/	Lámpara para iluminación nocturna sucia o quemada	Polvo, bagazo e insectos adheridos a la lámpara	Suciedad normal producto del ambiente circundante				26	2	Verificar que la lámpara se encuentre libre de suciedad y que no se encuentre quemada.
3	Mantener un estándar de apariencia aceptable según los requerimientos de la empresa libre de corrosión, golpes y partes despintadas	A	La estructura de la mesa de caña no cumple con los estándares de apariencia definidos por la empresa	Estructura y paredes	26	/	Soportes de la estructura y paredes despintadas o corroídas	Pintura deteriorada	Envejecimiento normal	15	6	La estructura de la mesa de caña se encuentra a la intemperie por lo cual sufre con el clima. Los efectos son sobre el equipo y la apariencia que proyecta ante terceros (como clientes y visitantes).	27	2	Inspeccionar estado de soportes de la estructura y paredes en busca de partes despintadas.
					27	/	La pared frontal presenta golpes	Las carretas golpean la pared frontal	Error humano				16	6	Los choferes de camiones al aproximarse a la zona de descarga realizan mal la maniobra y golpean la mesa con la estructura de las carretas.

Anexo 12. Hoja de información RCM – Conductor de caña # 2 (Hoja 1 de 4)

EMPRESA:	CENTRAL AZUCARERA TEMPISQUE S.A. (CATSA)
DEPARTAMENTO:	PATIO DE CAÑA
ÁREA:	CONDUCTORES
SISTEMA DE ANÁLISIS:	CONDUCTOR DE CAÑA # 2



CODIGO
I-PC-5-2

FUNCIONES		FALLAS FUNCIONALES		SUBPARTE	MODOS DE FALLA		CAUSAS		EFECTO DE LOS FALLOS			ACCIONES PRO-ACTIVAS			
1	Transportar una tasa promedio de 307 toneladas/hora de caña desde el conductor #1 hasta la banda de hule a una velocidad variable (0-1.5m/s) y sin restricciones	A	Incapacidad total para transportar caña desde el conductor #1 hasta la banda de hule	Eje de mando y de cola	1	/	Base de las chumaceras flojas	Pernos sueltos	Mal ajustado	1	3	El conductor vibra más de lo normal, esto ocasiona daños en las partes y puede generar un corrimiento en el eje lo que impide su operación y con esto afecta el proceso productivo.	1	2	Revisar apriete de pernos.
				Reductor de velocidad (baja velocidad)	2	/	Dientes quebrados	Trabonazo por exceso de carga	Error de operación	2	3	Los dientes quebrados sacan de operación al reductor y detiene el conductor, la producción se ve afectada al no poder transportar la caña.	2	3	Mejorar capacitación
				Cadenas	3	/	Las cadenas se revientan	Fatiga	Envejecimiento normal	3	3	Una cadena que se reviente impide el funcionamiento del conductor y con esto se deja de transportar caña afectando la producción.	3	2	Verificar estado de las cadenas y programar sustitución.
				Acople	4	/	Acople suelto	Rejilla quebrada	Envejecimiento normal	4	3	No hay transmisión de potencia entre el motor eléctrico y el reductor de velocidad, el conductor sale de operación y se detiene el transporte de caña afectando la producción.	4	2	Verificar estado de las rejillas
								Tornillos flojos	Mal ajustado				5	2	Verificar ajuste de tornillos con luz estroboscópica.
				Motor eléctrico	6	/	Se disparan las protecciones del motor eléctrico	Sobrecarga	Desgaste de rodamientos	5	3	El motor eléctrico deja de operar y detiene el conductor, el transporte de caña también se detiene y se afecta la producción hasta que se elimine el modo de falla y se restituya el funcionamiento del conductor.	6	1	Realizar medición de temperatura por termografía
								Cortocircuito	Degradación de aislamiento (barniz dieléctrico)				7	1	Realizar prueba de aislamiento y valorar según norma IEE 43-2000

Hoja de información RCM – Conductor de caña # 2 (Hoja 2 de 4)

FUNCIONES		FALLAS FUNCIONALES		SUBPARTE	MODOS DE FALLA		CAUSAS		EFECTO DE LOS FALLOS			ACCIONES PRO-ACTIVAS						
1	Transportar una tasa promedio de 307 toneladas/hora de caña desde el conductor #1 hasta la banda de hule a una velocidad variable (0-1.5m/s) y sin restricciones	A	Incapacidad total para transportar caña desde el conductor #1 hasta la banda de hule	Motor eléctrico	8	I	Se disparan las protecciones del motor eléctrico	Sobrecalentamiento	Ventilación deficiente (suciedad en carcasa)	5	3	El motor eléctrico deja de operar y detiene el conductor, el transporte de caña también se detiene y se afecta la producción hasta que se elimine el modo de falla y se restituya el funcionamiento del conductor.	8	2	Limpiar superficialmente el motor			
					9	I	Bobinas quemadas	Fallan protecciones de seguridad	Mal montaje				9	3	Mejorar capacitación			
					10	I	Rodamiento trabado	Lubricación deficiente	Error humano				10	1	Realizar medición de temperatura por termografía			
								Eje desalineado	Error humano				11	3	Mejorar capacitación en el uso de herramientas para alineamiento			
					12	E	Falla suministro eléctrico	Falla en turbogeneradores	-				12	5	Ninguna acción proactiva.			
				B	Incapacidad parcial de mantener una velocidad constante y sin restricciones según los requerimientos del proceso de molienda, hasta una velocidad máxima de 1.5 m/s	Reductor de velocidad (baja velocidad)	Eje de salida pierde velocidad por desgaste de elementos internos en el reductor (dientes y rodamientos)	13	I		Aceite contaminado	Ingreso de contaminantes (polvo, bagazo, etc) al lubricar	6	6	Al existir desgaste en dientes y rodamientos la transmisión de potencia y velocidad de operación del reductor no es constante, las cadenas del conductor patinan y se genera un incremento en el esfuerzo sobre las cadenas y el mismo reductor afectando al propio equipo.	13	3	Mejorar capacitación en lubricación
								14			Bajo nivel de aceite	Retenedores en mal estado				14	2	Verificar que no haya fugas en el reductor
								15			Alto nivel de aceite	Error humano				15	3	Mejorar capacitación en lubricación
								16			Eje desalineado	Se aflojan pernos de la base				16	2	Verificar apriete de pernos de la base del reductor
												Error humano (uso incorrecto de herramientas)						17

Hoja de información RCM – Conductor de caña # 2 (Hoja 3 de 4)

FUNCIONES		FALLAS FUNCIONALES		SUBPARTE	MODOS DE FALLA			CAUSAS		EFECTO DE LOS FALLOS			ACCIONES PRO-ACTIVAS		
1	Transportar una tasa promedio de 307 toneladas/hora de caña desde el conductor #1 hasta la banda de hule a una velocidad variable (0-1.5m/s) y sin restricciones	C	El sistema opera con restricciones	Eje de cola	18	I	Eje de cola atascado con caña	Se introduce caña por espacio de tablillas quebradas	Envejecimiento normal	7	6	Aumenta el diámetro del rodillo en el eje de cola hasta que el conductor empieza a rozar levemente en la desfibradora o parte de alguna estructura, ocasionando daño al conductor.	18	2	Verificar estado de las tablillas y programar sustitución.
					D	No se puede regular la velocidad del conductor en el rango de 0 a 1.5 m/s	Variador de frecuencia banda de hule	19	I	Se quema variador	Bus DC quemado	Transientes de voltaje	8	3	Se pierde el control de velocidad y la alimentación eléctrica sobre el motor, se detiene el conductor y el transporte de caña afectando la producción.
		20	I	Se dispara variador				Transientes de voltaje	Mala calidad de la energía	20	4	Instalar protecciones de transientes.			
		21	E	Falla suministro eléctrico				Falla en turbogeneradores	-	21	5	Ninguna acción proactiva.			
		22	E	Línea 4-20 mA pierde conexión				Cables cortados y/o bornes mal ajustados	Error de montaje	9	3	El motor puede operar pero no hay control de velocidad por falta de comunicación entre el PLC y el variador. La producción se ve afectada ya que no se puede acelerar o desacelerar el transporte de caña según el requerimiento del proceso productivo.	22	2	Revisar borneras limpiar y resocar.
		23											23	2	Verificar que no haya ductos y cableado de línea 4-20 mA en mal estado
		24	E	Módulo de salidas del PLC quemado	Transiente de voltaje	Mala calidad de la energía	24	4	Instalar protecciones de transientes.						
2	Evitar el acceso o caídas del personal a la zona de operación de la desfibradora y la salida de objetos peligrosos.	A	El conductor #2 permite el acceso o caídas del personal a la zona de la desfibradora ni la salida de objetos peligrosos	Estructura, paredes y cobertores superiores	25	I	Secciones del conductor presenta partes despegadas y/o con agujeros	Láminas de metal corroídas	Envejecimiento normal	10	1	Una parte despegada en la zona del conductor donde operan las máquinas rotativas puede causar riesgo hacia las personas de mantenimiento y limpieza que dan servicio en las cercanías, ya sea por salida de objetos peligrosos o una caída.	25	2	Verificar estado de estructura, láminas en paredes y cobertores superiores, que no presente partes corroídas, despegadas o uniones con soldadura deteriorada.

Hoja de información RCM – Conductor de caña # 2 (Hoja 4 de 4)

FUNCIONES		FALLAS FUNCIONALES		SUBPART E	MODOS DE FALLA		CAUSAS		EFECTO DE LOS FALLOS		ACCIONES PRO-ACTIVAS				
3	Contener el producto a lo largo de todo el trayecto desde el conductor #1 hasta la banda de hule.	A	El conductor no contiene parcialmente el producto a lo largo de todo su trayecto	Estructura, paredes y cobertores superiores	26	I	Secciones del conductor presenta partes despegadas y/o con agujeros	Láminas de metal corroídas	Envejecimiento normal	11	4	Las máquinas rotativas al operar levantan parte de la caña que viene por el conductor, la falta de un cobertor superior ocasionaría que el producto se salga del conductor y se pierda.	26	2	Verificar estado de estructura, láminas en paredes y cobertores superiores, que no presente partes corroídas, despegadas o uniones con soldadura deteriorada.
4	Mantener un estándar de apariencia aceptable según los requerimientos de la empresa libre de corrosión, golpes y partes despintadas	A	La estructura del conductor no cumple con los estándares de apariencia definidos por la empresa	Estructura y paredes	27	I	Soportes de la estructura y paredes despintadas	Pintura deteriorada y corroída	Envejecimiento normal	12	6	La estructura se encuentra a la intemperie por lo cual sufre con el clima. Los efectos son sobre el equipo y la apariencia que proyecta ante terceros (como clientes y visitantes).	27	2	Inspeccionar estado de soportes de la estructura y paredes en busca de partes despintadas.
					28	I	Las paredes o estructuras presentan golpes	Operación con equipo pesado	Error humano	13	6	El montaje y desmontaje de elementos pesados con grúas genera golpes a la estructura y/o paredes. La afectación es propiamente al equipo	28	2	Verificar estado de la estructura y/o paredes que no presente golpes.

Anexo 13. Hoja de información RCM – Precuchilla (Hoja 1 de 6)

EMPRESA:	CENTRAL AZUCARERA TEMPISQUE S.A. (CATSA)
DEPARTAMENTO:	PATIO DE CAÑA
ÁREA:	CUCHILLAS
SISTEMA DE ANÁLISIS:	PRECUCHILLA



CODIGO
I-PC-6-0

FUNCIONES	FALLAS FUNCIONALES	SUB-SISTEMA	MODOS DE FALLA			CAUSAS		EFECTO DE LOS FALLOS		ACCIONES PRO-ACTIVAS				
			1	2	3	1	2	1	2	3				
1	A	Incapacidad total de picar la caña.	Eje principal	1	/	Eje quebrado	Fisura	Fatiga	1	3	Al quebrarse el eje de la precuchilla esta sale de operación inmediatamente y se debe detener el conductor, esto afecta el proceso de producción.	1	1	Análisis de ultrasonido
				2	/	Base de las chumaceras flojas	Pernos sueltos	Mal ajustado	2	3	La precuchilla vibra más de lo normal, esto ocasiona daños en las partes y puede generar un corrimiento en el eje lo que impide su operación y con esto afecta el proceso productivo.	2	2	Revisar apriete de pernos.
			Reductor de velocidad en lado motor eléctrico	3	/	Dientes quebrados	Trabonazo por exceso de carga	Error de operación	3	3	El reductor no puede transmitir la potencia a velocidad reducida desde el motor eléctrico o turbina hasta el eje de la precuchilla, esta se detiene y afecta la producción.	3	2	Verificar que no exista sonido anormal en el reductor. Mejorar capacitación
				4	/	Dientes quebrados	Trabonazo por exceso de carga	Error de operación				4	2	Verificar que no exista sonido anormal en el reductor. Mejorar capacitación
			Acople (lado motor eléctrico)	5	/	Acople suelto (motor-reductor)	Tornillos flojos	Mal ajustado	4	3	No se puede transmitir la potencia desde los elementos de accionamiento sea el motor o la turbina, se detiene la precuchilla y se afecta la producción.	5	2	Verificar ajuste de tornillos con luz estroboscópica.
				6	/	Acople suelto (reductor-eje precuchilla)	Rejilla quebrada	Envejecimiento normal				6	2	Verificar estado de las rejillas
				7	/		Tornillos flojos	Mal ajustado				7	2	Verificar ajuste de tornillos con luz estroboscópica.

Hoja de información RCM – Precuchilla (Hoja 2 de 6)

FUNCIONES		FALLAS FUNCIONALES		SUB-SISTEMA		MODOS DE FALLA		CAUSAS		EFECTO DE LOS FALLOS			ACCIONES PRO-ACTIVAS				
1	Cortar los tallos de caña de azúcar en secciones más pequeñas de 50 cm de largo, con una operación continua de 612 RPM.	A	Incapacidad total de picar la caña.	Acople (lado turbina)	8	I	Acople suelto (turbina-reductor)	Tornillos flojos	Mal ajustado	4	3	No se puede transmitir la potencia desde los elementos de accionamiento sea el motor o la turbina, se detiene la precuchilla y se afecta la producción.	8	2	Verificar ajuste de tornillos con luz estroboscópica.		
					9	I	Acople suelto (reductor-eje precuchilla)	Rejilla quebrada	Envejecimiento normal				9	2	Verificar estado de las rejillas		
					10			Tornillos flojos	Mal ajustado				10	2	Verificar ajuste de tornillos con luz estroboscópica.		
				Motor eléctrico (accionamiento principal)	11	I	Disparo de protecciones del motor eléctrico	Sobrecarga	Conductor muy cargado	5	3	El motor eléctrico deja de operar y detiene la precuchilla, por seguridad el sistema interlock detiene el conductor y el transporte de caña también se detiene, se afecta la producción hasta que se elimine el modo de falla y se restituya el funcionamiento del conductor.	11	3	Mejorar capacitación		
					12				Desgaste de rodamientos				12	1	Realizar medición de temperatura por termografía		
					13			Cortocircuito	Fallo de aislamiento				13	2	Prueba de aislamiento, debe ser mínimo 100 MΩ.		
					14			Sobrecalentamiento	Ventilación deficiente (suciedad en carcasa)				14	2	Limpieza superficial del motor		
					15			I	Daño en rodamientos				Lubricación deficiente	Error humano	15	1	Realizar medición de temperatura por termografía
					16								Mal alineado	Error humano (uso incorrecto de herramientas)	16	1	Realizar análisis de vibraciones y mejorar capacitación
					17			E	Falla suministro eléctrico				Falla en turbogeneradores	-	17	-	Ninguna acción proactiva. Dejar fallar.

Hoja de información RCM – Precuchilla (Hoja 3 de 6)

FUNCIONES		FALLAS FUNCIONALES		SUB-SISTEMA		MODOS DE FALLA		CAUSAS		EFECTO DE LOS FALLOS		ACCIONES PRO-ACTIVAS				
1	Cortar los tallos de caña de azúcar en secciones más pequeñas de 50 cm de largo, con una operación continua de 612 RPM.	A	Incapacidad total de picar la caña.	Turbina (accionamiento o auxiliar)	I	18	Desgaste de elementos internos (cojinetes)	Falta de lubricación.	Switch de presión descalibrado	6	3	Cuando falla la bomba hidráulica principal y no arranca automáticamente la bomba eléctrica de respaldo se ocasiona desgaste en los cojinetes de la turbina, hay incremento de temperatura y debido a las altas revoluciones de trabajo no se puede operar en esas condiciones. Se afecta la producción.	18	2	Verificar calibración de switch de presión a 4 psi. Realizar prueba y verificar que la bomba eléctrica arranque.	
						19			Bomba eléctrica sin enlace de control							
					I	20	Corona de vaquelita se barre	Falta de lubricación por boquilla taqueada	7	3	Al perderse la gobernación de velocidad la válvula queda fija y los cambios en el sistema generarán cambios en la velocidad de operación de la turbina, se afecta la preparación y con esto la producción.		19	2		Verificar presión de lubricación, 15 psi. Si es menor coordinar parada de equipo y revisar boquilla.
						21	Turbina de vapor sin gobernación de velocidad	Vástago de válvula de gobernación se quiebra								
22		Daños en checks internos del gobernador	Se taquea el check	21	1	Tomar muestras para análisis de aceite.										

Hoja de información RCM – Precuchilla (Hoja 4 de 6)

FUNCIONES		FALLAS FUNCIONALES	SUB-SISTEMA	MODOS DE FALLA		CAUSAS		EFECTO DE LOS FALLOS			ACCIONES PRO-ACTIVAS						
1	Cortar los tallos de caña de azúcar en secciones más pequeñas de 50 cm de largo, con una operación continua de 612 RPM.	A	Incapacidad total de picar la caña.	Turbina (accionamiento o auxiliar)	23	I	Válvula de seguridad se dispara antes de 4000 rpm	Válvula de seguridad descalibrada	Error humano	8	3	Se detiene la precuchilla por un error de calibración en la válvula de seguridad, se afecta la preparación y con esto la producción.	22	2	Verificar calibración válvula de seguridad.		
		B	La precuchilla no mantiene una velocidad continua de 612 RPM	Reductor de velocidad en lado de motor eléctrico (baja velocidad)	Eje de salida pierde velocidad por desgaste de elementos internos en el reductor (dientes y rodamientos)	24	I		Aceite contaminado	Ingreso de contaminantes (polvo, bagazo, etc.) al lubricar	9	3	Al existir desgaste en el reductor la velocidad de operación no es constante y con esto la preparación disminuye afectando la eficiencia del proceso.	23	3	Mejorar capacitación	
						25				Ingreso de agua del enfriador				24	2	Verificar estado de aceite, drenar y rellenar.	
						26								25	1	Tomar muestras para análisis de aceite. Drenar y rellenar.	
						27				Bajo nivel de aceite				Retenedores en mal estado	26	2	Verificar que no haya fugas en el reductor
						28				Alto nivel de aceite				Error humano	27	3	Mejorar capacitación
						29				Desalineamiento de eje (motor-reductor)				Se aflojan pernos de la base	28	2	Verificar apriete de pernos
						Error humano (uso incorrecto de herramientas)								29	3	Mejorar capacitación	

Hoja de información RCM – Precuchilla (Hoja 5 de 6)

FUNCIONES		FALLAS FUNCIONALES		SUB-SISTEMA	MODOS DE FALLA		CAUSAS		EFECTO DE LOS FALLOS			ACCIONES PRO-ACTIVAS					
1	Cortar los tallos de caña de azúcar en secciones más pequeñas de 50 cm de largo, con una operación continua de 612 RPM.	B	La precuchilla no mantiene una velocidad continua de 612 RPM	Reductor de velocidad en lado de turbina (alta velocidad)	I	Eje de salida pierde velocidad por desgaste de elementos internos en el reductor (dientes y rodamientos)	Falta de Lubricación	Switch de presión descalibrado	10	3	Al existir desgaste en el reductor la velocidad de operación no es constante y con esto la preparación disminuye afectando la eficiencia del proceso.	30	2	Verificar calibración de switch de presión a 4 psi. Realizar prueba y verificar que la bomba eléctrica arranque.			
								Bomba eléctrica sin enlace de control									
								Filtro sucio									
							Aceite contaminado	Ingreso de agua del enfriador							32	2	Verificar estado de aceite, drenar y rellenar.
							Bajo nivel de aceite	Sellos en mal estado							33	1	Tomar muestras para análisis de aceite
							Alto nivel de aceite	Error humano							34	2	Verificar que no haya fugas en el reductor
							Desalineamiento de eje (motor-reductor)	Se aflojan pernos de la base							35	3	Mejorar capacitación
								Error humano (uso incorrecto de herramientas)							36	2	Verificar apriete de pernos
			37	3	Mejorar capacitación												

Hoja de información RCM – Precuchilla (Hoja 6 de 6)

FUNCIONES		FALLAS FUNCIONALES		SUB-SISTEMA	MODOS DE FALLA		CAUSAS		EFECTO DE LOS FALLOS			ACCIONES PRO-ACTIVAS		
1	Cortar los tallos de caña de azúcar en secciones más pequeñas de 50 cm de largo, con una operación continua de 612 RPM.	C	El tamaño de la caña de picada se encuentra fuera de parámetro, mayor a 50 cm.	Cuchillas ("Machetes")	/	Cuchillas desgastadas	Domites quebrados	Golpe contra material extraño en caña (hierro, piedra, palos)	11	3	El desgaste en las cuchillas ocasiona que el golpe sobre la caña no sea efectivo y no se logre la reducción del espesor del colchón de caña, esto afecta el proceso de preparación y disminuye la eficiencia del proceso.	38	2	Cambio de domite cada 200000-225000 toneladas de caña.
							Domites despuntados	Golpe contra material extraño en caña (hierro, piedra, palos)				39	2	Recuperar con azúcar 80 el domite cada 200000-225000 toneladas de caña
							Domite despegado	Junta soldada falla				40	3	Mejorar capacitación
						Se quiebran los pernos de sujeción	Golpe contra material extraño en caña (hierro, piedra, palos)	42				/	Cuchilla suelta	41

Anexo 14. Hoja de información RCM – Cuchilla (Hoja 1 de 4)

EMPRESA:	CENTRAL AZUCARERA TEMPISQUE S.A. (CATSA)
DEPARTAMENTO:	PATIO DE CAÑA
ÁREA:	CUCHILLAS
SISTEMA DE ANÁLISIS:	CUCHILLA



CODIGO
I-PC-6-1

FUNCIONES	FALLAS FUNCIONALES	SUB-SISTEMA	MODOS DE FALLA			CAUSAS		EFECTO DE LOS FALLOS			ACCIONES PRO-ACTIVAS			
			1	2	3	1	2	1	2	3	1	2	3	
1	A	Incapacidad total de picar la caña.	Eje principal	1	/	Eje quebrado	Fisura	Fatiga	1	3	Al quebrarse el eje sale de operación inmediatamente y se debe detener el conductor, esto afecta el proceso de producción.	1	1	Análisis de ultrasonido
				2	/	Base de las chumaceras flojas	Pernos sueltos	Mal ajustado	2	3	Mayor vibración ocasiona daños en las partes y puede generar un corrimiento en el eje lo que impide su operación y con esto afecta el proceso productivo.	2	2	Revisar apriete de pernos.
				3	/	Dientes quebrados	Trabonazo por exceso de carga	Error de operación	3	3	El reductor no puede transmitir la potencia a velocidad reducida desde la turbina hasta el eje de la cuchilla, esta se detiene y afecta la producción.	3	2	Verificar que no exista sonido anormal en el reductor. Mejorar capacitación
		Incapacidad total de picar la caña.	Acople (lado turbina)	4	/	Acople suelto (turbina-reductor)	Tornillos flojos	Mal ajustado	4	3	No se puede transmitir la potencia desde los elementos de accionamiento sea el motor o la turbina, se detiene la cuchilla y se afecta la producción.	4	2	Verificar ajuste de tornillos con luz estroboscópica.
				5	/	Acople suelto (reductor-eje precuchilla)	Rejilla quebrada	Envejecimiento normal				5	2	Verificar estado de las rejillas
				6	/		Tornillos flojos	Mal ajustado				6	2	Verificar ajuste de tornillos con luz estroboscópica.

Hoja de información RCM – Cuchilla (Hoja 2 de 4)

FUNCIONES		FALLAS FUNCIONALES		SUB-SISTEMA		MODOS DE FALLA		CAUSAS		EFECTO DE LOS FALLOS			ACCIONES PRO-ACTIVAS			
1	Cortar los tallos de caña de azúcar en secciones más pequeñas de 13 cm de largo, con una operación continua de 664 RPM.	A	Incapacidad total de picar la caña.	Turbina (accionamiento principal)	I	7	Desgaste de elementos internos (cojinetes)	Falta de lubricación.	Switch de presión descalibrado	5	3	Cuando falla la bomba hidráulica principal y no arranca automáticamente la bomba eléctrica de respaldo se ocasiona desgaste en los cojinetes de la turbina, hay incremento de temperatura y debido a las altas revoluciones de trabajo no se puede operar en esas condiciones. Se afecta la producción.	7	2	Verificar calibración de switch de presión a 4 psi. Realizar prueba y verificar que la bomba eléctrica arranque.	
						8			Bomba eléctrica sin enlace de control							
					I	9	Corona de vaquelita se barre	Falta de lubricación por boquilla taqueada	6	3	Al perderse la gobernación de velocidad la válvula queda fija y los cambios en el sistema generarán cambios en la velocidad de operación de la turbina, se afecta la preparación y con esto la producción.		8	2		Verificar presión de lubricación, 15 psi. Si es menor coordinar parada de equipo y revisar boquilla.
						10	Vástago de válvula de gobernación se quiebra	Fatiga (gobernador desajustado oscila mucho y golpea vástago)								
11	Daños en checks internos del gobernador	Se taquea el check	10	1	Tomar muestras para análisis de aceite.											

Hoja de información RCM – Cuchilla (Hoja 3 de 4)

FUNCIONES		FALLAS FUNCIONALES	SUB-SISTEMA	MODOS DE FALLA		CAUSAS		EFECTO DE LOS FALLOS			ACCIONES PRO-ACTIVAS				
1	Cortar los tallos de caña de azúcar en secciones más pequeñas de 13 cm de largo, con una operación continua de 664 RPM.	A	Incapacidad total de picar la caña.	Turbina (accionamiento principal)	12	I	Válvula de seguridad se dispara antes de 4000 rpm	Válvula de seguridad descalibrada	Error humano	7	3	Se detiene la cuchilla por un error de calibración en la válvula de seguridad, se afecta la preparación y con esto la producción.	11	2	Verificar calibración válvula de seguridad.
		B	La cuchilla no mantiene una velocidad continua de 664 RPM.	Reductor de velocidad en lado de turbina (alta velocidad)	13	I	Eje de salida pierde velocidad por desgaste de elementos internos en el reductor (dientes y rodamientos)	Falta de Lubricación	Switch de presión descalibrado	8	3	Al existir desgaste en el reductor la velocidad de operación no es constante y con esto la preparación disminuye afectando la eficiencia del proceso.	12	2	Verificar calibración de switch de presión a 4 psi. Realizar prueba y verificar que la bomba eléctrica arranque.
		14			Bomba eléctrica sin enlace de control										
		15			Filtro sucio										
		16			Aceite contaminado			Ingreso de agua del enfriador	14						
15	1	Tomar muestras para análisis de aceite													

Hoja de información RCM – Cuchilla (Hoja 4 de 4)

FUNCIONES		FALLAS FUNCIONALES		SUB-SISTEMA		MODOS DE FALLA		CAUSAS		EFECTO DE LOS FALLOS			ACCIONES PRO-ACTIVAS		
1	Cortar los tallos de caña de azúcar en secciones más pequeñas de 13 cm de largo, con una operación continua de 664 RPM.	B	La cuchilla no mantiene una velocidad continua de 664 RPM.	Reductor de velocidad en lado de turbina (alta velocidad)	I	Eje de salida pierde velocidad por desgaste de elementos internos en el reductor (dientes y rodamientos)	Bajo nivel de aceite	Sellos en mal estado	8	3	Al existir desgaste en el reductor la velocidad de operación no es constante y con esto la preparación disminuye afectando la eficiencia del proceso.	16	2	Verificar que no haya fugas en el reductor	
							Alto nivel de aceite	Error humano				17	3	Mejorar capacitación	
							Desalineamiento de eje (motor-reductor)	Se aflojan pernos de la base				18	2	Verificar apriete de pernos	
								Error humano (uso incorrecto de herramientas)				19	3	Mejorar capacitación	
	El tamaño de la caña de picada se encuentra fuera de parámetro, mayor a 13 cm de largo.	C	Cuchillas ("Machetes")	Cuchillas desgastadas	I	Cuchilla se suelta de la base	Domites quebrados	Golpe contra material extraño en caña (hierro, piedra, palos)	9	3	El desgaste en las cuchillas ocasiona que el golpe sobre la caña no sea efectivo y no se logre la reducción del espesor del colchón de caña, esto afecta el proceso de preparación y disminuye la eficiencia del proceso.	20	2	Cambio de domite cada 200000-225000 toneladas de caña.	
							Domites despuntados	Golpe contra material extraño en caña (hierro, piedra, palos)				21	2	Recuperar con azúcar 80 el domite cada 200000-225000 toneladas de caña	
							Domite despegado	Junta soldada falla				22	3	Mejorar capacitación	
				Se quiebran los pernos de sujeción	Golpe contra material extraño en caña (hierro, piedra, palos)	23	2	Sustitución de cuchillas cada 200000-225000 toneladas de caña							

Anexo 15. Hoja de información RCM – Desfibradora (Hoja 1 de 6)

EMPRESA:	CENTRAL AZUCARERA TEMPISQUE S.A. (CATSA)
DEPARTAMENTO:	PATIO DE CAÑA
ÁREA:	DESFIBRADORA
SISTEMA DE ANÁLISIS:	DESFIBRADORA



CODIGO
I-PC-7-1

FUNCIONES		FALLAS FUNCIONALES	SUB-SISTEMA	MODOS DE FALLA			CAUSAS		EFECTO DE LOS FALLOS			ACCIONES PRO-ACTIVAS			
1	Desintegrar la caña picada en fibras con un índice de preparación IP de entre 86 y 92%, a una velocidad continua 658 RPM	A	La desfibradora es totalmente incapaz de desintegrar la caña picada	Eje principal desfibradora	1	/	Chumaceras desgastadas	Lubricación deficiente	Error humano	1	3	Aumenta la vibración, esto ocasiona daños en las partes y puede generar un corrimiento en el eje lo que impide su operación y con esto afecta el proceso productivo.	1	3	Mejorar capacitación
					2	/	Base de las chumaceras flojas (se corren)	Pernos sueltos	Mal ajustados				2	2	Revisar apriete de pernos.
				Chumaceras eje del tambor de alimentación	3	/	Chumaceras desgastadas	Lubricación deficiente	Error humano				3	3	Mejorar capacitación
					4	/	Base de las chumaceras flojas (se corren)	Pernos sueltos	Mal ajustado				4	2	Revisar apriete de pernos.
				Eje desfibradora	5	/	Eje quebrado	Fisura	Fatiga	2	3	Al quebrarse el eje esta sale de operación inmediatamente y se debe detener el conductor, esto afecta el proceso de producción.	5	1	Análisis de ultrasonido
				Reductor de velocidad en lado de baja velocidad	6	/	Dientes quebrados	Trabonazo por exceso de carga	Error de operación	3	3	Se escucha ruido y golpes. El reductor no puede transmitir la potencia a velocidad reducida desde el accionamiento por lo tanto detiene y afecta la producción.	6	2	Verificar que no exista sonido anormal en el reductor.
				Reductor de velocidad en lado de alta velocidad	7	/	Dientes quebrados	Trabonazo por exceso de carga	Error de operación				7	2	Verificar que no exista sonido anormal en el reductor. Mejorar capacitación
				Motoreductor del tambor de alimentación	8	/	Dientes quebrados	Trabonazo por exceso de carga	Error de operación				8	2	Verificar que no exista sonido anormal en el reductor. Mejorar capacitación

Hoja de información RCM – Desfibradora (Hoja 2 de 6)

FUNCIONES		FALLAS FUNCIONALES		SUB-SISTEMA		MODOS DE FALLA		CAUSAS		EFECTO DE LOS FALLOS			ACCIONES PRO-ACTIVAS					
1	Desintegrar la caña picada en fibras con un índice de preparación IP de entre 86 y 92%, a una velocidad continua 658 RPM	A	La desfibradora es totalmente incapaz de desintegrar la caña picada	Acople lado de baja entre motor eléctrico y reductor	9	/	Acople suelto	Rejilla quebrada	Envejecimient o normal	4	3	No se puede transmitir la potencia desde los elementos de accionamiento sea el motor o la turbina, se detiene la precuchilla y se afecta la producción.	9	2	Verificar estado de las rejillas			
					10			Tornillos flojos	Mal ajustado				10	2	Verificar ajuste de tornillos con luz estroboscópica.			
				Acople lado de baja entre reductor y eje desfibradora	11	/	Acople suelto	Rejilla quebrada	Envejecimient o normal				11	2	Verificar estado de las rejillas			
					12			Tornillos flojos	Mal ajustado				12	2	Verificar ajuste de tornillos con luz estroboscópica.			
				Acople lado de alta entre turbina y reductor	13	/	Acople suelto	Tornillos flojos	Mal ajustado				13	2	Verificar ajuste de tornillos con luz estroboscópica.			
				Acople lado de alta entre reductor y eje desfibradora	14	/	Acople suelto	Tornillos flojos	Mal ajustado				14	2	Verificar ajuste de tornillos con luz estroboscópica.			
				Turbina (accionamiento auxiliar)	15	/	Desgaste de elementos internos (cojinetes)	Falta de lubricación.	Switch de presión descalibrado				5	3	Cuando falla la bomba hidráulica principal y no arranca automáticamente la bomba eléctrica de respaldo se ocasiona desgaste en la turbina, hay incremento de temperatura y debido a las altas revoluciones de trabajo no se puede operar en esas condiciones. Se afecta la producción.	15	2	Verificar calibración de switch de presión a 4 psi. Realizar prueba y verificar que la bomba eléctrica arranque.
					16				Bomba eléctrica sin enlace de control									
				Turbina de vapor sin gobernación de velocidad	17	/	Turbina de vapor sin gobernación de velocidad	Corona de vaquelita se barre	Falta de lubricación por boquilla taqueada				6	3	Al perderse la gobernación de velocidad la válvula queda fija y los cambios en el sistema de vapor generarán cambios en la velocidad de operación de la turbina, se afecta la preparación y con esto la producción.	16	2	Verificar presión de lubricación, 15 psi. Si es menor coordinar parada de equipo y revisar boquilla.
					18			Vastago de válvula de gobernación se quiebra	Fatiga (gobernador desajustado oscila mucho y golpea vástago)							17	2	Inspeccionar operación del gobernador. Ajustar válvula de aguja hasta operación suave.

Hoja de información RCM – Desfibradora (Hoja 3 de 6)

FUNCIONES		FALLAS FUNCIONALES		SUB-SISTEMA	MODOS DE FALLA		CAUSAS		EFECTO DE LOS FALLOS			ACCIONES PRO-ACTIVAS			
1	Desintegrar la caña picada en fibras con un índice de preparación IP de entre 86 y 92%, a una velocidad continua 658 RPM	A	La desfibradora es totalmente incapaz de desintegrar la caña picada	Turbina (accionamiento o auxiliar)	19	I	Turbina de vapor sin gobernación de velocidad	Daños en checks internos del gobernador	Se taquea el check			Al perderse la gobernación de velocidad la válvula queda fija y los cambios en el sistema de vapor generarán cambios en la velocidad de operación de la turbina, se afecta la preparación y con esto la producción.	18	1	Tomar muestras para análisis de aceite.
					20	I	Válvula de seguridad se dispara antes de 4000 rpm	Válvula de seguridad descalibrada	Error humano	7	3	Se detiene la desfibradora por un error de calibración en la válvula de seguridad, se afecta la preparación y con esto la producción.	19	2	Verificar calibración válvula de seguridad.
				Motoreductor del tambor de alimentación de la desfibradora	21	I	Disparo de protecciones del motor eléctrico del tambor de alimentación	Sobrecarga	Conductor #2 con exceso de caña	8	3	El motor eléctrico deja de operar y detiene el tambor, la alimentación a la desfibradora no es la requerida y se afecta el rendimiento de la preparación, con lo cual se afecta la eficiencia del proceso productivo.	20	3	Mejorar capacitación
					Desgaste de rodamientos				21				1	Realizar medición de temperatura por termografía	
					Cortocircuito			Degradación de aislamiento (barniz dieléctrico)	22				1	Prueba de aislamiento, debe ser mínimo 100 MΩ.	
								Sobrecalentamiento	Ventilación deficiente (suciedad en carcasa)				23	2	Limpieza superficial del motor
					Bobinas del motor del tambor quemadas			Fallan protecciones de seguridad	Mal montaje				24	3	Mejorar capacitación
					Falla suministro eléctrico			Falla en turbogeneradores	-				25	5	Ninguna acción proactiva.
				Motor eléctrico (accionamiento o principal)	27	I	Disparo de protecciones del motor eléctrico	Sobrecarga	Conductor muy cargado	9	3	El motor eléctrico deja de operar y detiene la desfibradora, por seguridad el sistema interlock detiene el conductor y el transporte de caña también se detiene, se afecta la producción hasta que se elimine el modo de falla o se habilite la turbina auxiliar para restituir el funcionamiento del conductor.	26	3	Mejorar capacitación
					Desgaste de rodamientos				27				1	Realizar medición de temperatura por termografía	

Hoja de información RCM – Desfibradora (Hoja 4 de 6)

FUNCIONES		FALLAS FUNCIONALES	SUB-SISTEMA	MODOS DE FALLA		CAUSAS		EFECTO DE LOS FALLOS		ACCIONES PRO-ACTIVAS					
1	A	La desfibradora es totalmente incapaz de desintegrar la caña picada	Motor eléctrico (accionamiento principal)	I	27	Disparo de protecciones del motor eléctrico	Sobrecarga	Conductor muy cargado	9	3	El motor eléctrico deja de operar y detiene la desfibradora, por seguridad el sistema interlock detiene el conductor y el transporte de caña también se detiene, se afecta la producción hasta que se elimine el modo de falla o se habilite la turbina auxiliar para restituir el funcionamiento del conductor.	26	3	Mejorar capacitación	
					28			Desgaste de rodamientos				27	1	Realizar medición de temperatura por termografía	
					29		Cortocircuito	Fallo de aislamiento				28	2	Prueba de aislamiento, debe ser mínimo 100 MΩ.	
					30		Sobrecalentamiento	Ventilación deficiente (suciedad en carcasa)				29	2	Limpieza superficial del motor	
				I	31	Daño en rodamientos	Lubricación deficiente	Error humano				30	1	Realizar medición de temperatura por termografía	
					32		Mal alineado	Error humano (uso incorrecto de herramientas)				31	1	Realizar análisis de vibraciones y mejorar capacitación	
					33		E	Falla suministro eléctrico				Falla en turbogeneradores	-	-	Ninguna acción proactiva-
	B	El sistema no puede mantener una velocidad de operación continua de 658 RPM	Reductor de velocidad en lado de motor eléctrico (baja velocidad)	I	34	Pérdida de velocidad en el eje de salida del reductor debido a desgaste en elementos internos (dientes y rodamientos)	Aceite contaminado	Ingreso de contaminantes (polvo, bagazo, etc.) al lubricar	10	3	Al existir desgaste en el reductor la velocidad de operación no es constante y con esto la preparación disminuye afectando la eficiencia del proceso.	33	3	Mejorar capacitación	
					35			Ingreso de agua del enfriador				34	2	Verificar estado de aceite, drenar y rellenar.	
					36		Bajo nivel de aceite	Retenedores en mal estado				35	1	Tomar muestras para análisis de aceite. Drenar y rellenar.	
					37			Alto nivel de aceite				Error humano	36	2	Verificar que no haya fugas en el reductor
					38								37	3	Mejorar capacitación

Hoja de información RCM – Desfibradora (Hoja 5 de 6)

FUNCIONES		FALLAS FUNCIONALES	SUBPARTE	MODOS DE FALLA		CAUSAS		EFECTO DE LOS FALLOS		ACCIONES PRO-ACTIVAS				
1	Desintegrar la caña picada en fibras con un índice de preparación IP de entre 86 y 92%, a una velocidad continua 658 RPM	B	El sistema no puede mantener una de velocidad de operación continua 658 RPM	Reductor de velocidad en lado de turbina (alta velocidad)	/	Pérdida de velocidad en el eje de salida del reductor debido a desgaste en elementos internos (dientes y rodamientos)	Desalineamiento de eje (motor-reductor)	Se aflojan pernos de la base	10	3	Al existir desgaste en el reductor la velocidad de operación no es constante y con esto la preparación disminuye afectando la eficiencia del proceso.	38	2	Verificar apriete de pernos
								Error humano (uso incorrecto de herramientas)				39	3	Mejorar capacitación
							Falta de Lubricación	Switch de presión descalibrado				40	2	Verificar calibración de switch de presión a 4 psi. Realizar prueba y verificar que la bomba eléctrica arranque.
								Bomba eléctrica sin enlace de control						
								Filtro sucio						
							Aceite contaminado	Ingreso de contaminantes (polvo, bagazo, etc) al lubricar				42	3	Mejorar capacitación
								Ingreso de agua del enfriador						
							Bajo nivel de aceite	Sellos en mal estado				45	2	Verificar que no haya fugas en el reductor
							Alto nivel de aceite	Error humano				46	3	Mejorar capacitación
							Desalineamiento de eje (motor-reductor)	Se aflojan pernos de la base				47	2	Verificar apriete de pernos
								Error humano (uso incorrecto de herramientas)						
												48	3	Mejorar capacitación

Hoja de información RCM – Desfibradora (Hoja 6 de 6)

FUNCIONES		FALLAS FUNCIONALES		SUBPARTE	MODOS DE FALLA		CAUSAS		EFECTO DE LOS FALLOS			ACCIONES PRO-ACTIVAS			
1	Desintegrar la caña picada en fibras con un índice de preparación IP de entre 86 y 92%, a una velocidad continua 658 RPM	C	El índice de preparación es menor a 86%	Martillos	50	/	Martillos desgastados	Revestimiento o con soldadura de alta dureza fracturado	Envejecimiento normal	11	3	Los martillos se redondean y pierden dureza, esto disminuye el índice de preparación que puede lograrse y con esto se afecta la eficiencia del proceso productivo.	49	2	Girar los martillos cada 200000-225000 toneladas de caña y sustituir a las 400000 toneladas de caña
				Motoreductor del tambor de alimentación	51	/	Pérdida de velocidad en el eje de salida del reductor debido a desgaste en elementos internos (dientes y rodamientos)	Aceite contaminado	Ingreso de contaminantes (polvo, bagazo, etc.) al lubricar	12	3	La alimentación del colchón a la desfibradora no es la requerida, se afecta la preparación de la caña disminuyendo el rendimiento del proceso.	50	3	Mejorar capacitación
								Bajo nivel de aceite	Retenedores en mal estado				51	2	Verificar que no haya fugas en el reductor
								Alto nivel de aceite	Error humano				52	3	Mejorar capacitación

Anexo 16. Hoja de información RCM – Pateador banda de hule (Hoja 1 de 3)

EMPRESA:	CENTRAL AZUCARERA TEMPISQUE S.A. (CATSA)
DEPARTAMENTO:	PATIO DE CAÑA
ÁREA:	DESFIBRADORA
SISTEMA DE ANÁLISIS:	DESFIBRADORA



CODIGO
I-PC-7-1

FUNCIONES		FALLAS FUNCIONALES		SUBPARTE	MODOS DE FALLA		CAUSAS		EFECTO DE LOS FALLOS			ACCIONES PRO-ACTIVAS		
1	Distribuir de manera uniforme la caña preparada sobre la banda, a una velocidad 58 RPM.	A	Incapacidad total de distribuir uniformemente la caña preparada sobre la banda de hule	Eje principal	1	Chumacera desgastadas	Lubricación deficiente	Cantidad incorrecta	1	3	Aumenta la vibración, esto ocasiona daños en las partes y puede generar un corrimiento en el eje lo que impide su operación y con esto afecta el proceso productivo.	1	3	Mejorar capacitación
					2			Uso de lubricante incorrecto						
					3			Degradación o falla de lubricante						
				4	Base de las chumaceras flojas (se corren)	Pernos sueltos	Mal ajustado	2	2	Revisar apriete de pernos.				
				5	Acople suelto	Rejilla quebrada	Envejecimiento normal	2	3	No se puede transmitir la potencia desde el accionamiento, se detiene el pateador y se afecta la producción.	3	2	Verificar estado de las rejillas	
				6		Tornillos flojos	Mal ajustado				4	2	Verificar ajuste de tornillos con luz estroboscópica.	
				7	Reductor de velocidad (baja velocidad)	Dientes quebrados	Trabonazo por exceso de carga	Error de operación	3	3	Se escucha ruido y golpes. El reductor no puede transmitir la potencia a velocidad reducida desde el accionamiento por lo tanto detiene y afecta la producción.	5	2	Verificar que no exista sonido anormal en el reductor. Mejorar capacitación
				8	Cadena	Se rompe la cadena de transmisión de potencia	Desgaste	Envejecimiento normal	4	3	El pateador se queda sin accionamiento y se detiene, esto ocasiona que la alimentación de la banda de hule no sea uniforme y se genera un taco de caña antes del pateador, se detiene el proceso y se afecta la producción.	6	2	Verificar desgaste de los elementos de la cadena
				9			Desalineamiento	Error humano (uso incorrecto de herramientas)				7	3	Mejorar capacitación

Hoja de información RCM – Pateador banda de hule (Hoja 2 de 3)

FUNCIONES		FALLAS FUNCIONALES		SUBPARTE	MODOS DE FALLA		CAUSAS		EFECTO DE LOS FALLOS		ACCIONES PRO-ACTIVAS				
1	Distribuir de manera uniforme la caña preparada sobre la banda, a una velocidad de 58 RPM.	A	Incapacidad total de distribuir uniformemente la caña preparada sobre la banda de hule	Cadena	10	I	Se rompe la cadena de transmisión de potencia	Exceso de tensión	Error humano	4	3	El pateador se queda sin accionamiento y se detiene, esto ocasiona que la alimentación de la banda de hule no sea uniforme y se genera un taco de caña antes del pateador, se detiene el proceso y se afecta la producción.	8	2	Verificar tensión
				Motor eléctrico	11		Disparo de protecciones del motor eléctrico	Sobrecarga	Desgaste de rodamientos	5	3	El motor eléctrico deja de operar y detiene el pateador, se forma un taco antes del pateador y no se puede alimentar la banda, se afecta la producción.	9	1	Realizar medición de temperatura por termografía
					12	I		Cortocircuito	Degradación de aislamiento (barniz dieléctrico)				10	1	Prueba de aislamiento, debe ser mínimo 100 MΩ.
					13			Sobrecalentamiento	Ventilación deficiente (suciedad en carcasa)				11	2	Limpieza superficial del motor
					14	I	Bobinas quemadas	Fallan protecciones de seguridad	Mal montaje				12	3	Mejorar capacitación y procedimientos
					15		Rodamiento dañado	Lubricación deficiente	Error humano				13	1	Realizar medición de temperatura por termografía
					16	I		Desalineamiento	Error humano (uso incorrecto de herramientas)				14	3	Mejorar capacitación
					17	E	Falla suministro eléctrico	Falla en turbogeneradores	-				15	5	Dejar fallar

Hoja de información RCM – Pateador banda de hule (Hoja 3 de 3)

FUNCIONES		FALLAS FUNCIONALES		SUBPARTE	MODOS DE FALLA		CAUSAS		EFECTO DE LOS FALLOS			ACCIONES PRO-ACTIVAS		
1	Distribuir de manera uniforme la caña preparada sobre la banda, a una velocidad constante de 58 RPM.	B	Incapacidad parcial de distribuir la caña preparada en la banda de hule manteniendo una velocidad continua de 58 RPM	Sprocket	I	Sprocket desgastado	Soltura mecánica	Cuñero suelto	6	3	La cadena salta producto del mal ajuste y desgaste del sprocket. No existe una adecuada transmisión de potencia y se da pérdida de velocidad con lo cual quedan espacios en la banda donde el colchón no es uniforme.	16	2	Verificar ajuste mecánico de las uniones y elementos de sujeción
							Desalineamiento	Error de montaje				17	3	Mejorar capacitación
							Falla en la lubricación	Error humano				18	3	Mejorar capacitación
				Reductor de velocidad (baja velocidad)	I	Pérdida de velocidad en el eje de salida por desgaste de elementos internos (dientes y rodamientos)	Aceite contaminado	Ingreso de contaminantes (polvo, bagazo, etc.) al lubricar	7	3	Al existir desgaste en el reductor la velocidad de operación no es constante y con esto el espesor del colchón de caña no es uniforme.	19	3	Mejorar capacitación
							Bajo nivel de aceite	Retenedores en mal estado				20	2	Verificar que no haya fugas en el reductor
							Alto nivel de aceite	Error humano				21	3	Mejorar capacitación
							Desalineamiento de eje (motor-reductor)	Se aflojan pernos de la base				22	2	Verificar apriete de pernos
								Error humano (uso incorrecto de herramientas)				23	3	Mejorar capacitación

Anexo 17. Hoja de información RCM – Conductor banda de hule (Hoja 1 de 5)

EMPRESA:	CENTRAL AZUCARERA TEMPISQUE S.A. (CATSA)
DEPARTAMENTO:	PATIO DE CAÑA
ÁREA:	CONDUCTORES
SISTEMA DE ANÁLISIS:	CONDUCTOR BANDA DE HULE



CODIGO
I-PC-5-3

FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	SUB PARTE	MODO DE FALLA		CAUSA		EFECTO		ACCIONES PRO-ACTIVAS										
1	A	Incapacidad total de transportar la caña preparada	Banda de hule	1	/	Se rompe la banda de hule	Desgaste en bordes	Desalineamiento de la banda	1	3	La banda no se mueve y se afecta la producción.	1	2	Verificar alineamiento de la banda y revisar desgaste en bordes.					
				2			Unión desgastada	Envejecimiento normal				2	2	Verificar que la unión no se encuentre despegada o desgastada					
				3	/	La banda de hule patina	Rodillos húmedos con agua	Error de procedimiento al limpiar	2	3	La banda patina y se desalinea, no se puede transportar producto	3	3	No utilizar agua para limpiar la banda mientras se encuentre operando					
			Rodillos	/	Rodillos trabados	4	/	Chumaceras con lubricación deficiente	Cantidad incorrecta	Los rodillos Flat Belt Idlers Cushion no se mueven pero la banda sigue funcionando, la afectación es hacia el equipo	3	6	4	3	Mejorar capacitación y procedimientos en lubricación				
						5			Uso de lubricante incorrecto										
						6			Degradación o falla de lubricante										
						7	/	Falta de lubricación	No tienen punto de lubricación	4	6	Los rodillos Throughed Belt Idlers (rodillos en V) no se mueven pero la banda sigue funcionando. Los rodamientos son internos, no usa chumacera y la afectación es hacia el equipo	5	4	Instalar puntos de lubricación (alemite) en rodillos.				
			Cadena	/	Se rompe la cadena de transmisión de potencia	8	/		Desgaste	Envejecimiento normal	5	3	La banda no se mueve y se afecta la producción.	6	2	Verificar desgaste de los elementos de la cadena			
						9			Desalineamiento	Error humano (uso incorrecto de herramientas)							7	3	Mejorar capacitación
						10			Exceso de tensión	Error humano							8	2	Verificar tensión

Hoja de información RCM – Conductor banda de hule (Hoja 2 de 5)

FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL	SUBPARTE	MODO DE FALLA		CAUSA		EFECTO			ACCIONES PRO-ACTIVAS				
1	Transportar un promedio de 300 toneladas/hora de caña preparada desde el conductor 2 al molino 1, a una velocidad variable (0 -1.5 m/s), sin restricciones.	A	Incapacidad total de transportar la caña preparada	Sprocket	11	/	Sprocket desgastado	Soltura mecánica	Cuñero suelto	6	3	La cadena salta producto del mal ajuste y desgaste del sprocket. No existe una adecuada transmisión de potencia. Se puede romper la cadena.	9	2	Verificar ajuste mecánico de las uniones y elementos de sujeción
					12			Desalineamiento	Error de montaje				10	3	Mejorar capacitación
					13			Falla en la lubricación	Error humano				11	3	Mejorar capacitación
				Reductor de velocidad (baja velocidad)	14	/	Pérdida de velocidad en eje de salida por desgaste de elementos (dientes y rodamientos)	Aceite contaminado	Ingreso de contaminantes (polvo, bagazo, etc) al lubricar	7	3	Al existir desgaste en el reductor la velocidad de operación no es constante y con esto la alimentación a los molinos tampoco, se disminuye eficiencia del proceso.	12	3	Mejorar capacitación
					15			Bajo nivel de aceite	Retenedores en mal estado				13	2	Verificar que no haya fugas en el reductor
					16			Alto nivel de aceite	Error humano				14	3	Mejorar capacitación
					17	/	Dientes quebrados	Trabonazo por exceso de carga	Error de operación	15	2		Verificar que no exista sonido anormal en el reductor. Mejorar capacitación		
					18	/	Desalineamiento de eje (motor-reductor)	Soltura mecánica	Se aflojan pernos de la base	16	2		Verificar apriete de pernos		
								19	Mal montaje	Error humano (uso incorrecto de herramientas)	17		3	Mejorar capacitación	
				Acople	20	/	Acople suelto	Rejilla quebrada	Envejecimiento normal	8	3	La banda de hule no se mueve. Al inicio se genera ruido cuando se aflojan los tornillos.	18	2	Verificar estado de las rejillas
					21	/		Tornillos flojos	Mal ajustado				19	2	Verificar ajuste de tornillos con luz estroboscópica.

Hoja de información RCM – Conductor banda de hule (Hoja 3 de 5)

FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL		SUBPARTE	MODO DE FALLA		CAUSA		EFECTO		ACCIONES PRO-ACTIVAS			
1	Transportar un promedio de 300 toneladas/hora de caña preparada desde el conductor 2 al molino 1, a una velocidad variable (0 -1.5 m/s), sin restricciones.	A	Incapacidad total de transportar la caña preparada	Motor eléctrico	I	Disparo de protecciones del motor eléctrico	Sobrecarga	Desgaste de rodamientos	9	3	El motor eléctrico deja de operar y detiene la banda, se afecta la producción hasta que se elimine el modo de falla para restituir el funcionamiento del conductor.	20	1	Realizar medición de temperatura por termografía
							Cortocircuito	Degradación de aislamiento (barniz dieléctrico)				21	1	Prueba de aislamiento, debe ser mínimo 100 MΩ.
								Cables de alimentación en corto por agua en tuberías y cortes en forro				22	1	Prueba de aislamiento
							Sobrecalentamiento	Ventilación deficiente (suciedad en carcasa)				23	2	Limpieza superficial del motor
					I	Bobinas quemadas	Fallan protecciones de seguridad	Mal montaje				24	3	Mejorar capacitación y procedimientos
					I	Freno del motor bloqueado	Se quema relé de control	Transiente de voltaje				25	4	Instalar supresores de transientes
							Falla alimentación del circuito a 120 V para la bobina del freno	Conexión se toma de circuito de iluminación. Alguien apaga interruptor.				26	4	Instalar un transformador en la alimentación principal del motor que reduzca de 480V a 120V.
							Se quema bobina del freno	Transiente de voltaje				27	4	Instalación de fusibles de protección acordes a la capacidad en amperios de la bobina
					I	Rodamiento dañado	Lubricación deficiente	Error humano				28	1	Realizar medición de temperatura por termografía
							Desalineamiento	Error humano (uso incorrecto de herramientas)				29	3	Mejorar capacitación
					E	Falla suministro eléctrico	Falla en turbogeneradores	-				30	5	Ninguna acción proactiva

Hoja de información RCM – Conductor banda de hule (Hoja 4 de 5)

FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL	SUBPART E	MODO DE FALLA		CAUSA		EFECTO		ACCIONES PRO-ACTIVAS			
1	B	El transporte se realiza con restricciones	Banda de hule	I	Obstrucción por taco de caña en la cola de la banda	La cantidad de rodillos y ángulo son inadecuados.	Error de diseño	10	3	Acumulación de producto en la cola de la banda de hule. La banda se mueve.	31	4	Instalar rodillos y ajustar ángulo
						Formación de un colchón irregular de caña en banda de hule	Error de operación				32	3	Mejorar capacitación
						Se acumula caña entre las esteras del conductor #2 y se deposita en la cola de la banda	Operación normal del proceso				33	2	Limpieza del conductor #2 con vapor y agua
						Sellos laterales de la banda de hule desgastados y cortados	Envejecimiento normal				34	2	Verificar estado de sellos (que no este rasgado y despegado)
						Desalineamiento de la banda con respecto a los rodillos	Incrustaciones de residuos de la caña en el rodillo de cola				35	2	Limpieza de tambores de cola y eje de mando.
						Banda húmeda por derrame del jugo en filtro tromel	Filtro tromel obstruido con residuos de caña y materiales extraños				36	2	Lavado de malla con soda caustica y no utilizar vapor. Presión de 160 psi.
	C	No permite variar la velocidad en el rango de 0 a 1.5 m/s	Variador de frecuencia banda de hule	I	Se quema variador	Bus DC quemado	Transientes de voltaje	11	3	Se pierde el control de velocidad y la alimentación eléctrica sobre el motor, se detiene la banda de hule y el transporte de caña afectando la producción.	37	4	Instalar protecciones de transientes.
					Se dispara variador	Transientes de voltaje	Mala calidad de la energía				38	4	Instalar protecciones de transientes.
					Falla suministro eléctrico	Falla en turbogeneradores	-				39	5	Ninguna acción proactiva.
				E	Línea 4-20 mA pierde conexión	Cables cortados y/o bornes mal ajustados	Error de montaje	12	3	El motor puede operar pero no hay control de velocidad por falta de comunicación entre el PLC y el variador. La producción se ve afectada ya que no se puede acelerar o desacelerar el transporte de caña según el requerimiento del proceso productivo.	40	2	Revisar borneras limpiar y resocar.
											41	2	Verificar que no haya ductos y cableado de línea 4-20 mA en mal estado
				E	Módulo de salidas del PLC quemado	Transiente de voltaje	Mala calidad de la energía	42	4	Instalar protecciones de transientes.			

Hoja de información RCM – Conductor banda de hule (Hoja 5 de 5)



FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL	SUBPARTE	MODO DE FALLA		CAUSA		EFECTO		ACCIONES PRO-ACTIVAS					
2	Mantener estándares de limpieza definidos por el usuario	A	No se cumple con los estándares de limpieza	Banda de hule	45	/	Se atascan residuos de caña en las orillas y rodillos de la banda de hule	Limpieza incorrecta	Error humano	13	5	La banda al estar sucia provoca la proliferación de bacterias y reduce la calidad del producto	43	3	Mejorar capacitación
3	Mantener niveles de protección y seguridad en cada una de sus partes	A	No se cuenta con los niveles de protección y seguridad mínimos	Elementos de protección y seguridad	46	/	Cadena sin cubierta protectora	Se quitó para dar mantenimiento y no se colocó nuevamente	Error humano	14	1	Riesgo de atrapamiento para el personal.	44	2	Verificar que la cubierta protectora se encuentre en su lugar
					47	/	Pasillos, escaleras de acceso y barandas en mal estado	Elementos metálicos corroídos	Envejecimiento normal y ambiente circundante corrosivo	15	1	Riesgo de caídas del personal	45	2	Verificar estado de pasillos, escaleras y barandas.
4	Contener el producto en la banda de hule sin pérdidas	A	La banda de hule no es capaz de contener el producto	Banda de hule	48	/	Sellos laterales de la banda de hule desgastados	Envejecimiento normal	-	16	4	El producto se cae de la banda y se pierde.	46	2	Verificar que la caja lateral de contención se encuentre en buen estado

Anexo 18. Manual de Mantenimiento Preventivo

Manual de Mantenimiento Preventivo

Departamento de Patio de Caña

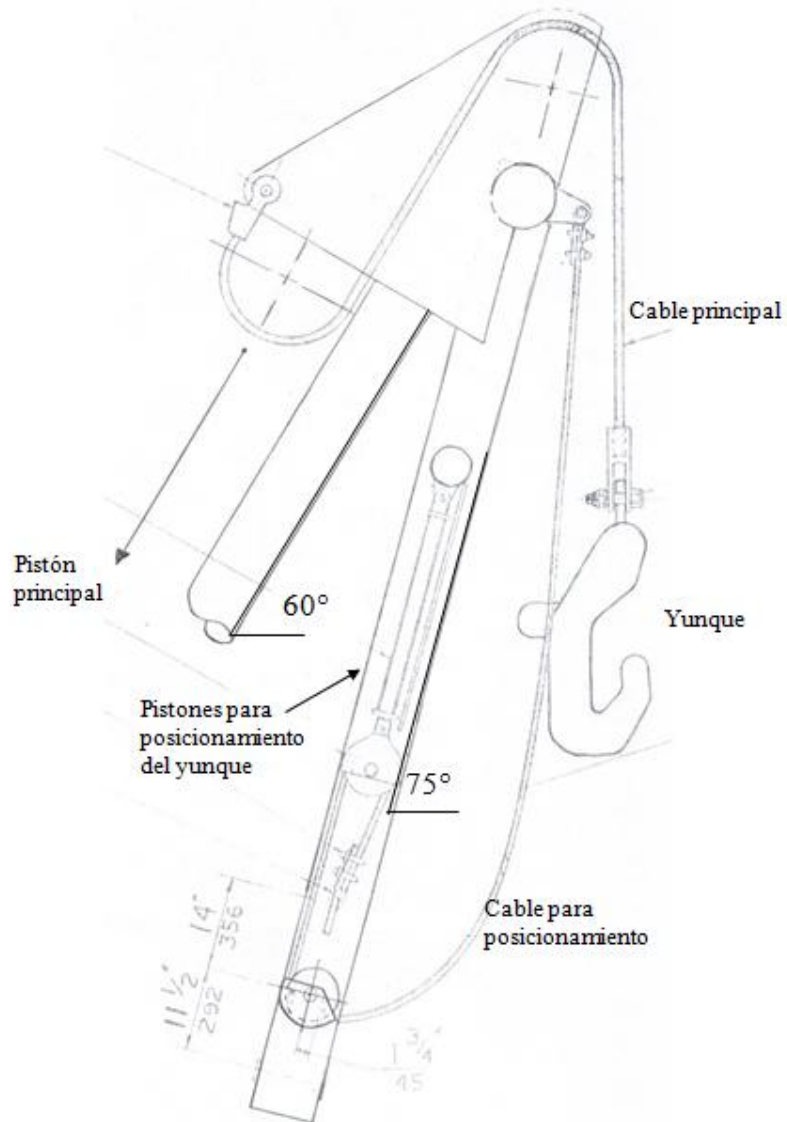
Ficha Técnica Volteador # 1

	CENTRAL AZUCARERA DEL TEMPISQUE S.A.			
	FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA			
	Código:	I-PC-3-1	Fecha:	1-Oct-14
Nombre:	Volteador # 1	Imagen		
Fabricante:	Cameco			
Modelo:	20-84			
Fecha de compra:	-			
Valor de compra:	-			
Función: Descargar las carretas cargadas con caña volteando las canastas con un peso neto máximo de 20 Toneladas.				
Capacidad máxima:	20 Toneladas			
Material:	Tubo de 10 pulgadas de diámetro, cédula 40			
COMPONENTES PRINCIPALES				
1. Motor eléctrico				
Código:	I-PC-3-1-7-18		Componente:	CME 00143
Marca:	-		Modelo	-
Potencia (HP):	60		Fase	-
Voltaje (V):	-		F.P. (cos ϕ)	-
Corriente (A):	-		RPM	-
Observaciones:	-			
2. Bomba hidráulica				
Código:	I-PC-3-1-7-12		Componente:	CBH 00005
Marca:	Vickers		Modelo	-
Presión (PSI)	-		RPM	-
Flujo (GPM)	-		Potencia entrada (HP)	-
Observaciones:	-			
3. Pistón hidráulico # 1 (Principal)				
Código:	I-PC-3-1-7-30		Componente:	CPH 00007
Marca:	-		Modelo	-
Carrera (pies)	38		Diámetro (pulg.)	7
Presión (PSI)	-		Cable acero (ϕ pulg.)	1
Observaciones:	Se utiliza para levantar la canasta de la carreta.			

4. Pistón hidráulico # 2 y #3				
Código #2:	I-PC-3-1-7-31		Componente # 2:	CPH 00008
Código #3:	I-PC-3-1-7-32		Componente # 3:	CPH 00009
Marca:	-		Modelo	-
Carrera (pies)	14		Diámetro (pulg.)	1 ½
Presión (PSI)	-		Cable acero (Ø pulg.)	½
Observaciones:	Se utiliza para posicionar el yunque con los ganchos de agarre			

ANEXOS-VOLTEADOR # 1

1. Esquema del sistema de levante y posicionamiento de canastas



Inspecciones preventivas para Volteador # 1

MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
Empresa: Central Azucarera Tempisque (CATSA)						
Planta: Ingenio						
Departamento: Patio de caña						
Área: Volteadores			Fecha de elaboración: 30 de Setiembre 2014			
Máquina: Volteador de caña # 1			Código: I-PC-3-1	Hoja 1 de 2		
No.	INSPECCION		PER*	FRE*	DUR*	TEC*
Subparte: Cables de acero						
1	2	Verificar visualmente que el yunque se encuentre nivelado. Informar.	T	280	5	O
2	3	Verificar el funcionamiento de las poleas, las mismas deben girar libremente. Informar.	T	280	5	O
Subparte: Sistema hidráulico						
3	5	Verificar visualmente estado de las mangueras hidráulicas que no presenten fugas de aceite por cortes o acoples dañados. Informar.	T	280	5	1M
4	7	Verificar visualmente que no existan fugas de aceite en el pistón principal o los pistones de nivelación. Corregir si es necesario.	T	280	5	1M
5	15	Verificar y restaurar completamente los componentes internos de la bomba hidráulica cada 10000 horas (3 zafras). Corregir si es necesario.	-	-	-	1M
6	16	Verificar apriete de acoples en las mangueras y tuberías en el lado de la succión de la bomba. Corregir si es necesario.	T	280	10	1M
7	18	Verificar la presión de trabajo del sistema hidráulico, la presión debe estar regulada a 4000 psi, ajustar válvula de alivio. Corregir si es necesario.	T	280	5	1M
8	19	Sustitución programada del filtro de aceite hidráulico cada 2 meses. Cambiar.	BI	2	5	1M
9	20	Inspeccionar que no existan fugas de aceite en general en los componentes de todo el sistema hidráulico. Informar.	T	280	5	1M
Subparte: Motor eléctrico						
10	8	Realizar medición de temperaturas por termografía infrarroja para análisis y evaluación posterior. Informar.	S	20	15	1E
11	9	Realizar mediciones de aislamiento eléctrico al motor. Revisar norma IEEE-43-2000, no debe ser menor a 100 MΩ. Informar.	E	1	15	1E
12	10	Limpiar la superficie externa del motor para remover polvo y suciedad, utilizar trapo seco. Corregir si es necesario.	D	140	5	1A

Máquina: Volteador de caña # 1		Código: I-PC-3-1	Hoja 2 de 2			
No.	INSPECCION		PER*	FRE*	DUR*	TEC*
<u>Subparte: Estructura del volteador</u>						
13	21	Verificar las uniones por soldadura y pernos en la estructura del volteador, no deben existir partes sueltas o flojas. Informar.	S	20	10	1S
14	22	Verificar el estado de la reja de protección de la cabina de mando, que no presente golpes que debiliten su resistencia. Informar.	S	20	10	1S
15	23	Verificar el estado de la escalera de acceso a la cabina de mando, que no presente partes despegadas o despintadas. Informar.	D	140	5	1A
16	26	Verificar el estado de los soportes y toda la estructura en general en busca de partes despintadas o despegadas. Informar.	D	140	5	1A
17	27	Verificar el estado de los soportes y toda la estructura en general que no presente golpes o partes dobladas. Informar.	D	140	5	1A
<u>Subparte: Cabina de mando</u>						
18	24	Verificar que los ventanales de la cabina de mando se encuentren limpios y libres de toda suciedad. Corregir si es necesario.	T	280	5	1A
<u>Subparte: Lámpara de iluminación nocturna</u>						
19	25	Verificar que la lámpara se encuentre libre de suciedad y no se encuentre quemada. Informar.	D	140	5	1A
<p>*PER = Periodo de las inspecciones (T= Turno, D= Diario, S= Semanal, Q=Quincenal, M= Mensual, BI= Bimestre, TR = Trimestral, E= Semestral). FRE = Frecuencia para un horizonte de 20 semanas. DUR = Tiempo de duración de la inspección en minutos. TEC = Técnico asignado al trabajo (M = Mecánico, E = Eléctrico, I= Instrumentista, A = Ayudante, S = Soldador).</p>						

Formulario para realizar inspecciones por turno en volteador # 1

FORMULARIO PARA INSPECCIONES POR TURNO														
Maquina: Volteador de caña # 1						Semana: ___ / ___ / ___ al ___ / ___ / ___								
Tipo de inspección: Operador (O) ___ Mecánico (M) ___ Ayudante* (A) ___						Hoja 1 de 1								
No.	INSPECCION					L	K	M	J	V	S	D	TEC	
Subparte: Cables de acero														
1	2	Verificar visualmente que el yunque se encuentre nivelado. Informar.												O
2	3	Verificar el funcionamiento de las poleas, las mismas deben girar libremente. Informar.												O
Subparte: Sistema hidráulico														
3	5	Verificar visualmente estado de las mangueras hidráulicas que no presenten fugas de aceite por cortes o acoples dañados. Informar.												1M
4	7	Verificar visualmente que no existan fugas de aceite en el pistón principal o los pistones de nivelación. Corregir si es necesario.												1M
6	16	Verificar apriete de acoples en las mangueras y tuberías en el lado de la succión de la bomba. Corregir si es necesario.												1M
7	18	Verificar la presión de trabajo del sistema hidráulico, la presión debe estar regulada a 4000 psi, ajustar válvula de alivio. Corregir si es necesario.												1M
9	20	Inspeccionar que no existan fugas de aceite en general en los componentes de todo el sistema hidráulico. Informar.												1M
Subparte: Cabina de mando														
18	24	Verificar que los ventanales de la cabina de mando se encuentren limpios y libres de toda suciedad. Corregir si es necesario.												1A
OBSERVACIONES:						INSPECCIÓN REALIZADA POR:								
						Día	Turno 1			Turno 2			Firma de responsable	
						L								
						K								
						M								
						J								
						V								
						S								
						D								
*Limpiador														

Formulario para realizar inspecciones diarias volteamador # 1

FORMULARIO PARA INSPECCIONES DIARIAS										
Maquina: Volteamador # 1					Semana: ___ / ___ / ___ al ___ / ___ / ___					
Tipo de inspección: Operador (O) ___ Mecánico (M) ___ Ayudante* (A) ___							Hoja 1 de 1			
No.	INSPECCION		L	K	M	J	V	S	D	TEC
Subparte: Motor eléctrico										
12	10	Limpiar la superficie externa del motor para remover polvo y suciedad, utilizar trapo seco. Corregir si es necesario.								1A
Subparte: Estructura del volteamador										
15	23	Verificar el estado de la escalera de acceso a la cabina de mando, que no presente partes despegadas o despintadas. Informar.								1A
16	26	Verificar el estado de los soportes y toda la estructura en general en busca de partes despintadas o despegadas. Informar.								1A
17	27	Verificar el estado de los soportes y toda la estructura en general que no presente golpes o partes dobladas. Informar.								1A
Subparte: Lámpara de iluminación nocturna										
19	25	Verificar que la lámpara se encuentre libre de suciedad y no se encuentre quemada. Informar.								1A
OBSERVACIONES:			INSPECCIÓN REALIZADA POR:							
			L							Firma responsable
			K							
			M							
			J							
			V							
			S							
			D							
*Limpiadores										

Formulario para realizar inspecciones semanales en volteador # 1

FORMULARIO PARA INSPECCIONES SEMANALES				
Maquina: Volteador # 1				
Semana: ___ / ___ / ___ al ___ / ___ / ___				
Inspección por: Eléctrico (E) ___ Soldador (S) ___			Hoja 1 de 1	
No.	INSPECCION		Estado	TEC
Subparte: Motor eléctrico				
10	8	Realizar medición de temperaturas por termografía infrarroja para análisis y evaluación posterior. Informar.		1E
Subparte: Estructura del volteador				
13	21	Verificar las uniones por soldadura y pernos en la estructura del volteador, no deben existir partes sueltas o flojas. Informar.		1S
14	22	Verificar el estado de la reja de protección de la cabina de mando, que no presente golpes que debiliten su resistencia. Informar.		1S
OBSERVACIONES:			Fecha de inspección ___ / ___ / ___	
			INSPECCIÓN REALIZADA POR:	
			Firma Responsable	



Formulario para realizar inspecciones bimensuales en volteador # 1

FORMULARIO PARA INSPECCIONES BIMENSUALES					
Maquina: Volteador # 1					
Inspección por: MECÁNICO (M) ___			Hoja 1 de 1		
No.	INSPECCION BIMENSUAL		Bimestre 1	Bimestre 2	TEC
Subparte: Sistema hidráulico					
8	19	Sustitución programada del filtro de aceite hidráulico cada 2 meses. Cambiar.			1M
OBSERVACIONES:			INSPECCIÓN REALIZADA POR:		
			(Bim.1) Fecha de inspección ___ / ___ / ___		
			Firma Responsable		
			(Bim. 2) Fecha de inspección ___ / ___ / ___		
			Firma Responsable		

Formulario para realizar inspecciones semestrales en volteador # 1

FORMULARIO PARA INSPECCIONES SEMESTRALES				
Maquina: Volteador # 1				
Inspección por: Eléctrico (E) ____			Hoja 1 de 1	
No.	INSPECCION		ESTADO	TEC
<u>Subparte: Motor eléctrico</u>				
11	9	Realizar mediciones de aislamiento eléctrico al motor. Revisar norma IEEE-43-2000, no debe ser menor a 100 MΩ. Informar.		1E
OBSERVACIONES:			INSPECCIÓN REALIZADA POR:	
			Fecha de inspección ____ / ____ / ____	
			Firma Responsable	

Ficha Técnica Mesa de caña # 1

	CENTRAL AZUCARERA DEL TEMPISQUE S.A.			
	FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA			
	Código:	I-PC-4-1	Fecha:	1-Oct-14
Nombre:	Mesa de caña # 1	Imagen		
Fabricante:	Thompson			
Modelo:	-			
Fecha de compra:	-			
Valor de compra:	-			
Función: Recibir hasta 20 toneladas de caña descargada por el volteador y transportarla hasta la parte superior del conductor de caña, dejándola caer en su interior.				
Capacidad máxima:	20 Toneladas			
Largo	33 ft 7 ¾ in			
Ancho	20 ft 3 in			
COMPONENTES PRINCIPALES				
1. Cadena de arrastre				
Código:	I-PC-4-1-1-2		Componente:	EST 01095
Marca:	Ewart		Modelo:	698
Paso (in):	6		Peso (lb/ft):	11.4
Resistencia última a la tracción (lb):	136.000		Pin, largo (in):	3.75
			Pin, diámetro (in):	1.44
Cantidad de cadenas:	6		-	-
Observaciones:	-			
2. Transmisión de potencia (ver anexo 1 de ficha técnica)				
2.1 Motor eléctrico				
Código:	I-PC-4-1-7-18		Componente:	CME 00022
Marca:	-		Modelo	-
Potencia (HP):	-		Fase	-
Voltaje (V):	-		F.P. (cos Ø)	-
Corriente (A):	-		RPM	-
2.2 Acople				
Marca:	FALK		Modelo:	1170T10B
Tipo:	Steelflex		-	-

2.3 Bomba hidráulica				
Código:	I-PC-4-1-7-12		Componente:	CBH 00009
Marca:	Vickers		Modelo	-
Presión (PSI)	-		RPM	-
Flujo (GPM)	-		Potencia entrada (HP)	-
Número de partes	Descripción	Nº parte	Descripción	Nº parte
	Kit empaques	9510233	Kit sello de eje	9510190
	Kit de pistones	9230973	Plato de válvulas	9230560
	Eje	9230626	Thrust plate	9230235
	Servo pistón	9221012	O ring	9004100-1410
	O-ring	9004100-1430	Bomba de carga	9510655
	O-ring	9004101-0140	Servo sleeve asenbly	9221149
	Bushing de eje de control	9800997	Gasket	9803340
2.4 Motor hidráulico				
Marca:	Staffa		Modelo	HM/B125
Serie	D89PM2818		-	-
2.5 Acople				
Marca:	FALK		Modelo:	1120T10B
Tipo:	Steelflex		-	-
2.6 Sprockets				
Piñón (dientes):	27		Rueda (dientes):	45
2.7 Cadena				
Marca:	Hitachi		Modelo	2RC140
Eslabones:	86		Paso (in)	1 ¼
2.8 Chumaceras de sprockets				
Marca:	SKF		Modelo	SAF 526N
2.9 Chumaceras de piñón				
Marca:	-		Modelo	-
2.10 Engranajes				
Piñón (dientes):	12		Rueda (dientes):	54
3. Componentes hidráulicos				
3.1 Mangueras de retorno desde la bomba				
Marca:	Parker		Modelo	381-16NP
Presión (psi)	4000		Diámetro (in)	1
3.1 Mangueras de descarga (cantidad 2)				
Marca:	Aeroquip		Modelo	GH781-16
Presión (psi)	4000		Diámetro (in)	1
3.3 Plato de válvulas de control de desplazamiento				
3.4 Manguera de descarga desde la válvula hacia el motor (cantidad 1)				
Marca:	Parker		Modelo	381-16NP
Presión (psi)	4000		Diámetro (in)	1
3.5 Succión de la bomba en tubería metálica				

3.6 Mangueras para alivio del plato de válvulas (cantidad 1)

Marca:	Parker		Modelo	381-16NP
Presión (psi)	4000		Diámetro (in)	1

3.7 Filtro

3.8 Mangueras de retorno desde el plato de válvulas (cantidad 1)

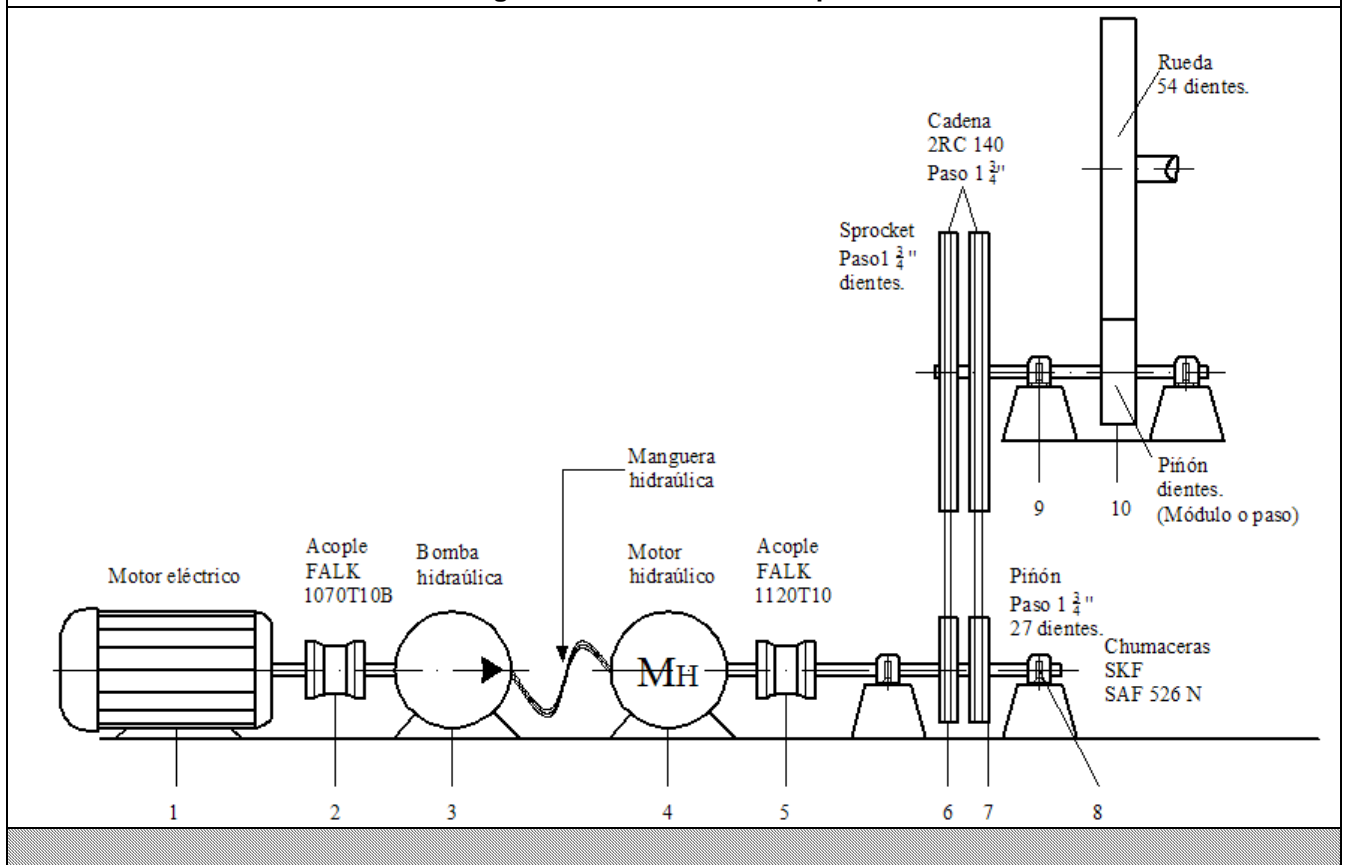
Marca:	Parker		Modelo	381-16NP
Presión (psi)	4000		Diámetro (in)	1

3.9 Intercambiador de calor del retorno del plato de válvulas

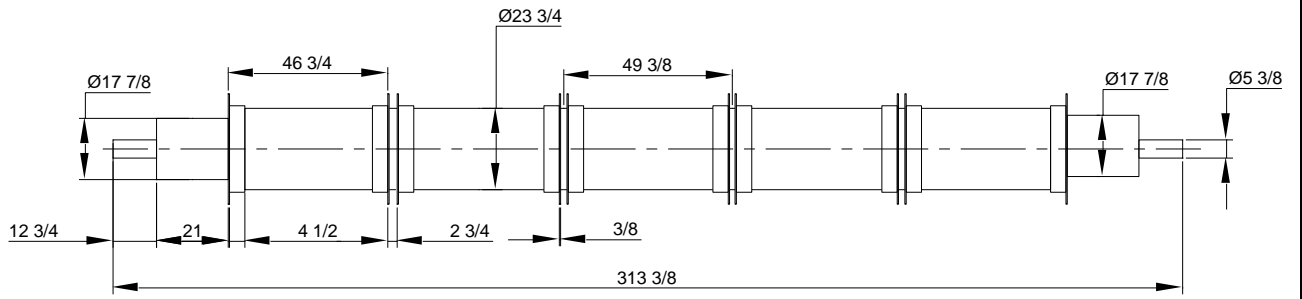
Marca:	Basco		Modelo:	500
Tamaño:	05036		Serie:	S036561-303
Número de parte	1500-05-036-001		-	-

ANEXOS-MESA DE CAÑA #1

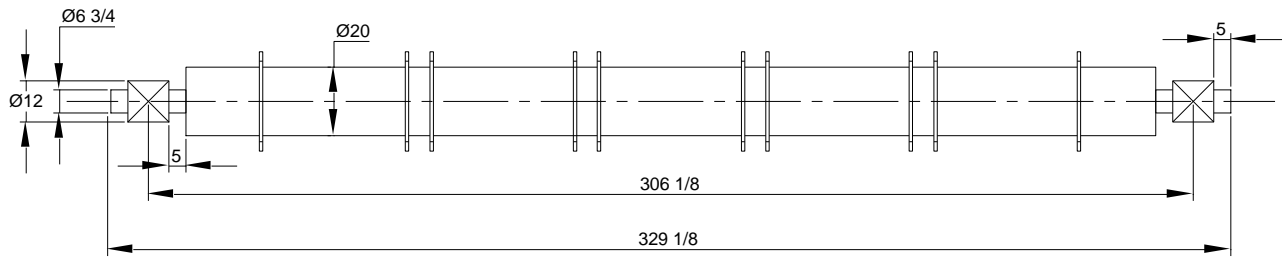
1. Diagrama de transmisión de potencia



2. Detalle de los ejes de mando y de cola, dimensiones en pulgadas (in)




EJE COLA



EJE MANDO

Inspecciones preventivas para Mesa de Caña # 1

MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
Empresa: Central Azucarera Tempisque (CATSA)						
Planta: Ingenio						
Departamento: Patio de caña						
Área: Mesas			Fecha de elaboración: 30 de Setiembre 2014			
Máquina: Mesa de caña # 1			Código: I-PC-4-1	Hoja 1 de 2		
No.	INSPECCION		PER*	FRE*	DUR*	TEC*
<u>Subparte: Sistema hidráulico</u>						
1	4	Verificar visualmente estado de las mangueras hidráulicas que no presenten fugas de aceite por cortes o acoples dañados. Informar.	T	280	5	1M
2	6	Verificar y restaurar completamente los componentes internos de la bomba hidráulica cada 10000 horas (3 zafras). Corregir si es necesario.	-	-	-	1M
3	7	Verificar apriete de acoples en las mangueras y tuberías en el lado de la succión de la bomba. Corregir si es necesario.	T	280	10	1M
4	16	Sustitución programada del filtro de aceite hidráulico cada 2 meses. Cambiar.	BI	2	5	1M
5	17	Inspeccionar que no existan fugas de aceite en general en los componentes de todo el sistema hidráulico. Informar.	T	280	5	1M
6	18	Verificar la presión de trabajo del sistema hidráulico, la presión debe estar regulada a 4000 psi, ajustar válvula de alivio. Corregir si es necesario.	T	280	5	1M
<u>Subparte: Eje principal, eje de cola y eje nivelador</u>						
7	8	Realizar monitoreo por ultrasonido (valorar frecuencia, idealmente y lo recomendado cada final de zafra, por costo cada 3 zafras) Informar.	-	-	-	EXT
8	22	Verificar apriete de pernos en la base de las chumaceras de los ejes. Corregir si es necesario.	S	20	10	1M
9	24	Verificar que las guías en la punta de los ejes (anillos) que previenen movimiento axial se encuentren fijadas al eje y no presenten soltura mecánica. Corregir si es necesario.	D	140	10	1M
<u>Subparte: Motor eléctrico</u>						
10	9	Realizar medición de temperaturas por termografía infrarroja para análisis y evaluación posterior. Informar.	S	20	15	1E
11	10	Realizar mediciones de aislamiento eléctrico al motor. Revisar norma IEEE-43-2000, no debe ser menor a 100 MΩ. Informar.	E	1	15	1E
12	11	Limpiar la superficie externa del motor para remover polvo y suciedad, utilizar trapo seco. Corregir si es necesario.	D	140	5	1A

Máquina: Mesa de caña # 1		Código: I-PC-4-1		Hoja 2 de 2		
No.	INSPECCION		PER*	FRE*	DUR*	TEC*
<u>Subparte: Traviesas</u>						
13	19	Verificar visualmente y de forma general que no se existan traviesas quebradas. Informar.	D	140	10	O
<u>Subparte: Sprockets de cadenas de arrastre</u>						
14	21	Verificar estado de los sprockets, buscar por desgaste en dientes (tanto en la cabeza como en la raíz de los mismos), La cadena no debe saltar. Informar.	S	20	20	1S
<u>Subparte: Cabina de mando</u>						
15	25	Verificar que los ventanales de la cabina de mando se encuentren limpios y libres de toda suciedad. Corregir si es necesario.	T	280	5	1A
<u>Subparte: Lámpara de iluminación nocturna</u>						
16	26	Verificar que la lámpara se encuentre libre de suciedad y no se encuentre quemada. Informar.	D	140	5	1A
<u>Subparte: Estructura</u>						
17	27	Verificar el estado de los soportes de toda la estructura en busca de partes despintadas o despegadas. Informar.	D	140	10	1M
18	28	Verificar el estado de la pared frontal, que no presente golpes o partes despegadas. Informar.	D	140	5	1A
<p>*PER = Periodo de las inspecciones (T= Turno, D= Diario, S= Semanal, Q=Quincenal, M= Mensual, TR = Trimestral, E= Semestral). FRE = Frecuencia para un horizonte de 20 semanas. DUR = Tiempo de duración de la inspección en minutos. TEC = Técnico asignado al trabajo (M = Mecánico, E = Eléctrico, I= Instrumentista, A = Ayudante, S = Soldador, O= Operador, EXT = Externo).</p>						

Formulario para realizar inspecciones por turno en mesa de caña # 1

FORMULARIO PARA INSPECCIONES POR TURNO												
Maquina: Mesa de caña # 1						Semana: ___ / ___ / ___ al ___ / ___ / ___						
Tipo de inspección: Mecánico (M) ___ Ayudante* (A) ___									Hoja 1 de 1			
No.	INSPECCION		L	K	M	J	V	S	D	TEC		
Subparte: Sistema hidráulico												
1	4	Verificar visualmente estado de las mangueras hidráulicas que no presenten fugas de aceite por cortes o acoples dañados. Informar.									1M	
3	7	Verificar apriete de acoples en las mangueras y tuberías en el lado de la succión de la bomba. Corregir si es necesario.									1M	
5	17	Inspeccionar que no existan fugas de aceite en general en los componentes de todo el sistema hidráulico. Informar.									1M	
6	18	Verificar la presión de trabajo del sistema hidráulico, la presión debe estar regulada a 4000 psi, ajustar válvula de alivio. Corregir si es necesario.									1M	
Subparte: Cabina de mando												
15	25	Verificar que los ventanales de la cabina de mando se encuentren limpios y libres de toda suciedad. Corregir si es necesario.									1A	
OBSERVACIONES:			INSPECCIÓN REALIZADA POR:									
			Día	Turno 1			Turno 2			Firma de responsable		
			L									
			K									
			M									
			J									
			V									
			S									
			D									
*Limpiador												

Formulario para realizar inspecciones diarias en mesa de caña # 1

FORMULARIO PARA INSPECCIONES DIARIAS											
Maquina: Mesa de caña # 1					Semana: ___ / ___ / ___ al ___ / ___ / ___						
Tipo de inspección: Operador (O) ___ Mecánico (M) ___ Ayudante* (A) ___							Hoja 1 de 1				
No.	INSPECCION		L	K	M	J	V	S	D	TEC	
<u>Subparte: Eje principal, eje de cola y eje nivelador</u>											
9	24	Verificar que las guías en la punta de los ejes (anillos) que previenen movimiento axial se encuentren fijas al eje y no presenten soltura mecánica. Corregir si es necesario.								1M	
<u>Subparte: Motor eléctrico</u>											
12	11	Limpiar la superficie externa del motor para remover polvo y suciedad, utilizar trapo seco. Corregir si es necesario.								1A	
<u>Subparte: Traviesas</u>											
13	19	Verificar visualmente y de forma general que no existan traviesas quebradas. Informar.								O	
<u>Subparte: Lámpara de iluminación nocturna</u>											
16	26	Verificar que la lámpara se encuentre libre de suciedad y no se encuentre quemada. Informar.								1A	
<u>Subparte: Estructura</u>											
17	27	Verificar el estado de los soportes de toda la estructura en busca de partes despintadas o despegadas. Informar.								1M	
18	28	Verificar el estado de la pared frontal, que no presente golpes o partes despegadas. Informar.								1A	
OBSERVACIONES:			INSPECCIÓN REALIZADA POR:								
			L								Firma responsable
			K								
			M								
			J								
			V								
			S								
			D								
*Limpiador											

Formulario para realizar inspecciones semanales en mesa de caña # 1

FORMULARIO PARA INSPECCIONES SEMANALES					
Maquina: Mesa de caña # 1					
Semana: ___ / ___ / ___ al ___ / ___ / ___					
Inspección por: Eléctrico (E) ___ Soldador (S) ___ Mecánico (M) ___			Hoja 1 de 1		
No.	INSPECCION			Estado	TEC
Subparte: Eje principal, eje de cola y eje nivelador					
8	22	Verificar apriete de pernos en la base de las chumaceras de los ejes. Corregir si es necesario.			1M
Subparte: Motor eléctrico					
10	9	Realizar medición de temperaturas por termografía infrarroja para análisis y evaluación posterior. Informar.			1E
Subparte: Sprockets de cadenas de arrastre					
14	21	Verificar estado de los sprockets, buscar por desgaste en dientes (tanto en la cabeza como en la raíz de los mismos), La cadena no debe saltar. Informar.			1S
OBSERVACIONES:				Fecha de inspección ___ / ___ / ___	
				INSPECCIÓN REALIZADA POR:	
				Firma Responsable	



Formulario para realizar inspecciones bimensuales en mesa de caña # 1

FORMULARIO PARA INSPECCIONES BIMENSUALES						
Maquina: Mesa de caña # 1						
Inspección por: MECÁNICO (M) ___			Hoja 1 de 1			
No.	INSPECCION BIMENSUAL			Bimestre 1	Bimestre 2	TEC
Subparte: Sistema hidráulico						
4	16	Sustitución programada del filtro de aceite hidráulico cada 2 meses. Cambiar.			-	1M
OBSERVACIONES:			INSPECCIÓN REALIZADA POR:			
			(Bim.1) Fecha de inspección ___ / ___ / ___			
			Firma Responsable			
			(Bim. 2) Fecha de inspección ___ / ___ / ___			
			Firma Responsable			

Formulario para realizar inspecciones semestrales en mesa de caña # 1

FORMULARIO PARA INSPECCIONES SEMESTRALES				
Maquina: Mesa de caña # 1				
Inspección por: Eléctrico (E) ____			Hoja 1 de 1	
No.	INSPECCION		ESTADO	TEC
<u>Subparte: Motor eléctrico</u>				
11	10	Realizar mediciones de aislamiento eléctrico al motor. Revisar norma IEEE-43-2000, no debe ser menor a 100 MΩ. Informar.		1E
OBSERVACIONES:			INSPECCIÓN REALIZADA POR:	
			Fecha de inspección ____/____/____	
			Firma Responsable	

Ficha Técnica para Conductor de caña # 2

	CENTRAL AZUCARERA DEL TEMPISQUE S.A.				
	FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA				
	Código:	I-PC-5-2	Fecha:	1-Oct-14	
Nombre:	Conductor de caña # 2	Imagen (con fines ilustrativos)			
Fabricante:	-				
Modelo:	-				
Fecha de compra:	-				
Valor de compra:	-				
Función: Transportar la caña de azúcar desde el conductor #1 hasta la banda de hule a una tasa promedio de 307 toneladas por hora.					
Largo aprox. (ft)	77				
Ancho (in)	86				
COMPONENTES PRINCIPALES					
1. Cadena (ver anexo 2 de ficha técnica)					
Código:	I-PC-5-2-1-2		Componente:	EST 01120	
Marca:	Ewart		Modelo:	SS2198	
Paso (in):	6		Peso (lb/ft):	18.8	
Resistencia última a la tracción (lb):	100.000		Pin	Largo (in):	4.44
				Diámetro (in):	0.875
Cantidad de cadenas:	4		Rodillo	Ancho (in):	1.44
				Diámetro (in):	3
Longitud total (ft)	616				
2. Tablillas o Esteras (ver anexo 3 ficha técnica)					
Código:	I-PC-5-2-1-2		Componente:	EST 01120	
Marca:	Sarti		Modelo:	-	
Tamaño (in):	¼ x 8 ¾ x 82		Tornillos por tablilla:	16	
-	-		Tipo de tornillo	½ x 1 ½ , grado 5	
3. Transmisión de potencia (ver anexo 4 ficha técnica)					
3.1 Motor eléctrico					
Código:	I-PC-5-2-6-18		Componente:	CME 00603	
Marca:	Siemens		Modelo	-	
Potencia (HP):	60		Fase	-	
Voltaje (V):	460		F.P. (cos Ø)	-	
Corriente (A):	-		RPM	875	
Roll, lado libre	NU217		Roll, lado acople	6217C3	

3.2 Acople

Marca:	FALK		Modelo:	1090T10C
Tipo:	T-Tapered / Steelflex		-	-

3.3 Reductor de velocidad (baja velocidad)

Código:	I-PC-5-2-6-14		Componente:	CRP 00165
Marca:	Falk		Modelo	2130YB3-A
M.O.	7-466304-01		Potencia (HP)	100
Ratio:	59.43		Velocidad entrada (RPM)	1750
Capacidad (Gal)	48		Velocidad salida (RPM)	29.5

3.4 Sprockets

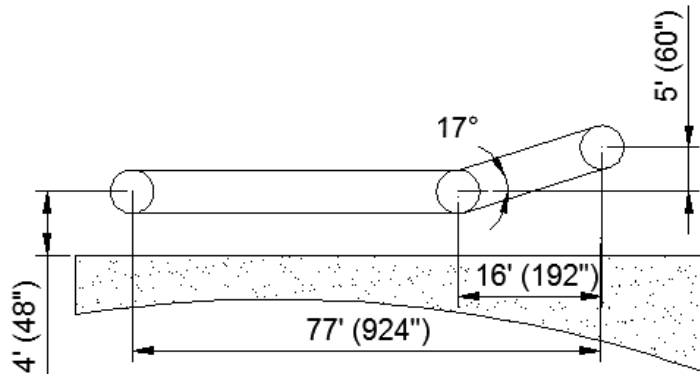
Piñón (dientes):	11		Rueda (dientes):	38
------------------	----	--	------------------	----

3.5 Cadena

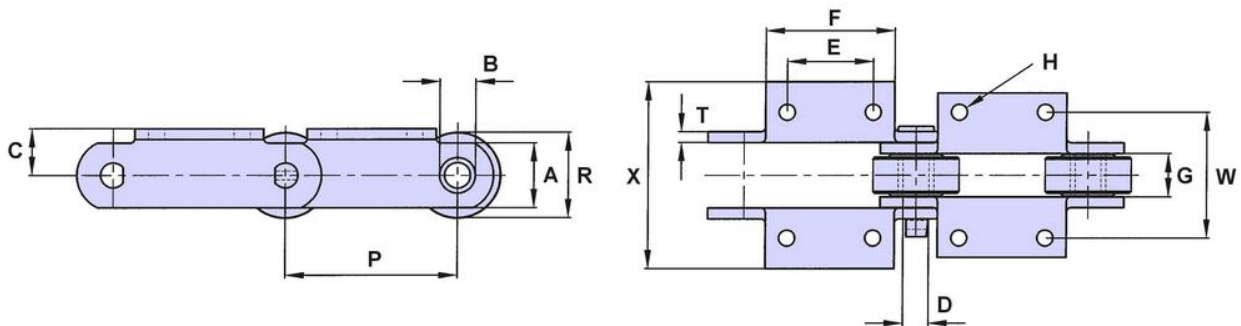
Marca:	Ewart		Modelo	R.O. 635
Eslabones:	52		Paso (in)	4 ½

ANEXOS-CONDUCTOR DE CAÑA #2

1. Dimensiones aproximadas



2. Detalle cadenas de arrastre



Dimensiones en pulgadas

P	D	A	T	G	B	C	E	F	X	W
6	0.87	2.25	0.50	1.50	1.25	1.63	3.00	4.50	5.94	4.38

Inspecciones preventivas para conductor de caña # 2

MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
Empresa: Central Azucarera Tempisque (CATSA)						
Planta: Ingenio						
Departamento: Patio de caña						
Área: Conductores			Fecha de elaboración: 30 de Setiembre 2014			
Máquina: Conductor de caña # 2			Código: I-PC-5-2	Hoja 1 de 2		
No.	INSPECCION		PER*	FRE*	DUR*	TEC*
<u>Subparte: Eje de mando y eje de cola</u>						
1	1	Verificar apriete de pernos en la base de las chumaceras de los ejes. Corregir si es necesario.	S	20	10	1M
2	18	Verificar que no existan tablillas o esteras quebradas que ocasionen tacos en el eje de cola. Informar.	D	140	15	1A
<u>Subparte: Cadenas</u>						
3	3	Verificar el estado de las cadenas, no debe observarse rodillos trabados, ni eslabones con excesivo desgaste. La revisión se realiza finalizada la zafra para programar sustitución. Informar.	E	1	240	2M
<u>Subparte: Acople</u>						
4	4	Verificar el estado de la rejilla interna del acople. No debe estar quebrada. La inspección se hace en paro programado Corregir si es necesario.	E**	1	10	1M
5	5	Verificar el ajuste de los tornillos de la tapa del acople con luz estroboscópica. No debe observarse ninguno suelto. Informar.	S	20	10	1M
<u>Subparte: Motor eléctrico</u>						
6	6	Realizar medición de temperaturas por termografía infrarroja para análisis y evaluación posterior. Informar.	S	20	15	1E
7	7	Realizar mediciones de aislamiento eléctrico al motor. Revisar norma IEEE-43-2000, no debe ser menor a 100 MΩ. Informar.	E	1	15	1E
8	8	Limpiar la superficie externa del motor para remover polvo y suciedad, utilizar trapo seco. Corregir si es necesario.	D	140	5	1A
<u>Subparte: Reductor de velocidad</u>						
9	14	Verificar que no haya fugas de aceite en el reductor. Informar	D	140	5	1A
10	16	Verificar apriete de los pernos en la base del reductor. Corregir si es necesario.	S	20	5	1M

Máquina: Conductor de caña # 2		Código: I-PC-5-2		Hoja 2 de 2		
No.	INSPECCION		PER*	FRE*	DUR*	TEC*
<u>Subparte: Variador de frecuencia</u>						
11	22	Verificar que no haya borneras y cables flojos en las conexiones del variador. Corregir si es necesario.	S	20	10	1I
12	23	Verificar que no haya ductos y cableado de línea 4-20 mA en mal estado. Informar.	Q	10	15	1I
<u>Subparte: Estructura, paredes y cobertor superior</u>						
13	25	Verificar estado de estructura, láminas en paredes y cobertores superiores. No deben presentar partes corroídas, despegadas, o uniones con soldadura deteriorada. Informar.	S	20	15	1S
14	27	Verificar estado de la estructura, láminas de paredes y cobertores superiores en busca de partes despintadas. Corregir si es necesario.	D	140	10	1A
15	28	Verificar estado de la estructura, láminas de paredes y cobertores superiores en busca de golpes. Informar.	D	140	10	1A
<p>*PER = Periodo de las inspecciones (T= Turno, D= Diario, S= Semanal, Q=Quincenal, M= Mensual, TR = Trimestral, E= Semestral). FRE = Frecuencia para un horizonte de 20 semanas. DUR = Tiempo de duración de la inspección en minutos. TEC = Técnico asignado al trabajo (M = Mecánico, E = Eléctrico, I= Instrumentista, A = Ayudante, S = Soldador, O= Operador, EXT = Externo). **El trabajo debe coordinarse en una parada del ingenio, ya sea paro programado (200000-225000 toneladas) o paro por reparación.</p>						

Formulario para realizar inspecciones diarias en conductor de caña # 2

FORMULARIO PARA INSPECCIONES DIARIAS										
Máquina: Conductor # 2					Semana: ___ / ___ / ___ al ___ / ___ / ___					
Tipo de inspección: Operador (O) ___ Ayudante* (A) ___							Hoja 1 de 1			
No.	INSPECCION				L	K	M	J	V	TEC
<u>Subparte: Eje de mando y eje de cola</u>										
2	18	Verificar que no existan tablillas o esteras quebradas que ocasionen tacos en el eje de cola. Informar.								1A
<u>Subparte: Motor eléctrico</u>										
8	8	Limpiar la superficie externa del motor para remover polvo y suciedad, utilizar trapo seco. Corregir si es necesario.								1A
<u>Subparte: Reductor de velocidad</u>										
9	14	Verificar que no haya fugas de aceite en el reductor. Informar								1A
<u>Subparte: Estructura, paredes y cobertor superior</u>										
14	27	Verificar estado de la estructura, láminas de paredes y cobertores superiores en busca de partes despintadas. Corregir si es necesario.								1A
15	28	Verificar estado de la estructura, láminas de paredes y cobertores superiores en busca de golpes. Informar.								1A
OBSERVACIONES:					INSPECCIÓN REALIZADA POR:					
					L					Firma responsable
					K					
					M					
					J					
					V					
					S					
					D					
*Limpiadores										

Formulario para realizar inspecciones semanales en conductor de caña # 2

FORMULARIO PARA INSPECCIONES SEMANALES				
Maquina: Conductor # 2				
Semana: ___/___/___ al ___/___/___				
Inspección por: Eléctrico (E) ___ Soldador (S) ___ Mecánico (M) ___ Instrumentista (I)			Hoja 1 de 1	
No.	INSPECCION		Estado	TEC
<u>Subparte: Eje de mando y eje de cola</u>				
1	1	Verificar apriete de pernos en la base de las chumaceras de los ejes. Corregir si es necesario.		1M
<u>Subparte: Acople</u>				
5	5	Verificar el ajuste de los tornillos de la tapa del acople con luz estroboscópica. No debe observarse ninguno suelto. Informar.		1M
<u>Subparte: Motor eléctrico</u>				
6	6	Realizar medición de temperaturas por termografía infrarroja para análisis y evaluación posterior. Informar.		1E
<u>Subparte: Reductor de velocidad</u>				
10	16	Verificar apriete de los pernos en la base del reductor. Corregir si es necesario.		1M
<u>Subparte: Variador de frecuencia</u>				
11	22	Verificar que no haya borneras y cables flojos en las conexiones del variador. Corregir si es necesario.		1I
<u>Subparte: Estructura, paredes y cobertor superior</u>				
13	25	Verificar estado de estructura, láminas en paredes y cobertores superiores. No deben presentar partes corroídas, despegadas, o uniones con soldadura deteriorada. Informar.		1S
OBSERVACIONES:			Fecha de inspección ___/___/___	
			INSPECCIÓN REALIZADA POR:	
			Firma Responsable	



Formulario para realizar inspecciones quincenales y mensuales en conductor de caña # 2

FORMULARIO PARA INSPECCIONES QUINCENALES Y MENSUALES									
Maquina: Conductor de caña # 2									
Mes: _____									
Inspección por: Instrumentista (I) ____				Hoja 1 de 1					
No.	INSPECCION				Q1	Q2	M	TEC	
Subparte: Variador de frecuencia									
12	23	Verificar que no haya ductos y cableado de línea 4-20 mA en mal estado. Informar.							11
OBSERVACIONES QUINCENA 1:					Fecha de inspección ___/___/___				
					INSPECCIÓN REALIZADA POR:				
					Firma Responsable				
OBSERVACIONES QUINCENA 2:					Fecha de inspección ___/___/___				
					INSPECCIÓN REALIZADA POR:				
					Firma Responsable				

Formulario para realizar inspecciones semestrales en conductor de caña # 2

FORMULARIO PARA INSPECCIONES SEMESTRALES							
Maquina: Conductor de caña # 2							
Inspección por: Mecánico (M) ____ Eléctrico (E) ____				Hoja 1 de 1			
No.	INSPECCION				ESTADO	TEC	
Subparte: Cadenas							
3	3	Verificar el estado de las cadenas, no debe observarse rodillos trabados, ni eslabones con excesivo desgaste. La revisión se realiza finalizada la zafra para programar sustitución. Informar.					2M
Subparte: Acople							
4	4	Verificar el estado de la rejilla interna del acople. No debe estar quebrada. La inspección se hace en paro programado Corregir si es necesario.					1M
Subparte: Motor eléctrico							
7	7	Realizar mediciones de aislamiento eléctrico al motor. Revisar norma IEEE-43-2000, no debe ser menor a 100 MΩ. Informar.					1E
OBSERVACIONES:					INSPECCIÓN REALIZADA POR:		
					Fecha de inspección ___/___/___		
					Firma Responsable		

Ficha Técnica Precuchilla

	CENTRAL AZUCARERA DEL TEMPISQUE S.A.			
	FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA			
	Código:	I-PC-6-0	Fecha:	1-Oct-14
Nombre:	Precuchilla	Imagen (con fines ilustrativos)		
Fabricante:	-			
Modelo:	-			
Fecha de compra:	-			
Valor de compra:	-			
Función: Cortar los tallos de caña de azúcar en secciones más pequeñas.				
COMPONENTES PRINCIPALES				
1 Transmisión de potencia (ver anexo 1 ficha técnica)				
1.1 Motor eléctrico				
Código:	I-PC-6-0-7-18		Componente:	CME 00623
Marca:	EMC Technology		Modelo	-
Potencia (HP):	800		Fase	-
Voltaje (V):	4160		F.P. (cos ϕ)	-
Corriente (A):	-		RPM	1787
Roll, lado libre	6320		Roll, lado acople	6320
1.2 Acople				
Marca:	FALK		Modelo:	1030G20
Tipo:	-		-	-
1.3 Reductor de velocidad				
Código:	I-PC-6-0-6-14		Componente:	CRP 00138
Marca:	LUFKIN		Modelo	S148CH
M.O.	-		Potencia (HP)	800
Ratio:	2.919		Velocidad entrada (RPM)	1760
Capacidad (Gal)	10		Velocidad salida (RPM)	-
1.4 Acople				
Marca:	FALK		Modelo:	150T10
Tipo:	Steelflex		-	-
1.5 Chumaceras				
Modelo:	SAF 22634		Mango	SNN 134 5-15/16
Rodamientos:	22334CCK/W33C3		-	-
1.6 Precuchilla				
Cantidad de machetes	24		Modelo:	Farrel K-4
Material de los machetes	Acero A-36		Domites	1301

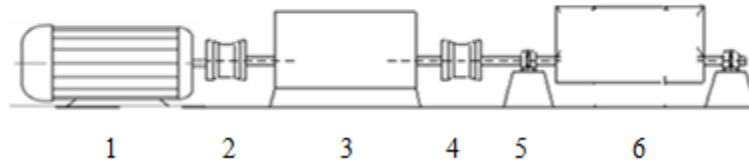
ANEXOS-Precuchilla

1. Detalle transmisión de potencia

Motor Eléctrico

Reductor

Precuchilla



Inspecciones preventivas precuchilla

MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO									
Empresa: Central Azucarera Tempisque (CATSA)									
Planta: Ingenio									
Departamento: Patio de caña									
Área: Cuchillas		Fecha de elaboración: 30 de Setiembre 2014							
Máquina: Precuchilla		Código: I-PC-6-0		Hoja 1 de 3					
No.	INSPECCION					PER*	FRE*	DUR*	TEC*
<u>Subparte: Eje principal</u>									
1	1	Realizar monitoreo por ultrasonido (valorar frecuencia, idealmente y lo recomendado cada final de zafra) para valoración posterior. Informar.				E	1	-	EXT
2	2	Verificar apriete de pernos en la base de las chumaceras. Corregir si es necesario.				S	20	10	1M
<u>Subparte: Reductor de velocidad en lado del motor eléctrico (baja velocidad)</u>									
3	3	Verificar que no exista sonido anormal en el interior del reductor. Informar.				T	280	5	1M
4	24	Verificar estado de aceite, que no se observe espumoso o sucio. Informar.				S	20	5	1M
5	25	Tomar muestra para análisis de aceite y enviar al laboratorio para evaluación posterior. Informar				M	4	10	1M
6	26	Verificar que no existan fugas de aceite en el reductor. Informar.				T	280	5	1M
7	28	Verificar apriete de los pernos en la base del reductor. Corregir si es necesario.				S	20	5	1M
<u>Subparte: Reductor de velocidad en lado de la turbina (alta velocidad)</u>									
8	4	Verificar que no exista sonido anormal en el interior del reductor. Informar.				T	280	5	1M
9	30	Verificar la calibración del relé (switch) de presión del sistema de lubricación, la bomba eléctrica debe arrancar cuando la presión de aceite baja a 4 psi. Realizar prueba cerrando válvula antes del manómetro. Informar.				Q	10	10	1I
10	31	Verificar que la presión de aceite del sistema de lubricación tenga un valor mínimo de 15 psi. Informar.				T	280	5	1A
11	32	Verificar estado de aceite, que no se observe espumoso o sucio. Informar.				S	20	5	1M
12	33	Tomar muestra para análisis de aceite y enviar al laboratorio para evaluación posterior. Informar				M	4	10	1M
13	34	Verificar que no existan fugas de aceite en el reductor. Informar.				T	280	5	1M
14	36	Verificar apriete de los pernos en la base del reductor. Corregir si es necesario.				S	20	5	1M

Máquina: Precuchilla		Código: I-PC-6-0	Hoja 2 de 3			
No.	INSPECCION		PER*	FRE*	DUR*	TEC*
<u>Subparte: Acople motor - reductor</u>						
15	5	Verificar el ajuste de los tornillos de la tapa del acople con luz estroboscópica. No debe observarse ninguno suelto. Informar.	S	20	10	1M
<u>Subparte: Acople reductor-eje precuchilla lado del motor</u>						
16	6	Verificar el estado de la rejilla interna del acople. No debe estar quebrada. La inspección se hace en paro programado Corregir si es necesario.	E**	1	10	1M
17	7	Verificar el ajuste de los tornillos de la tapa del acople con luz estroboscópica. No debe observarse ninguno suelto. Informar.	S	20	10	1M
<u>Subparte: Acople turbina - reductor</u>						
18	8	Verificar el ajuste de los tornillos de la tapa del acople con luz estroboscópica. No debe observarse ninguno suelto. Informar.	S	20	10	1M
<u>Subparte: Acople reductor-eje precuchilla lado de la turbina</u>						
19	9	Verificar el estado de la rejilla interna del acople. No debe estar quebrada. La inspección se hace en paro programado Corregir si es necesario.	E**	1	10	1M
20	10	Verificar el ajuste de los tornillos de la tapa del acople con luz estroboscópica. No debe observarse ninguno suelto. Informar.	S	20	10	1M
<u>Subparte: Motor eléctrico de accionamiento principal (800 HP)</u>						
21	12	Realizar medición de temperaturas por termografía infrarroja para análisis y evaluación posterior. Informar.	S	20	15	1E
22	13	Realizar mediciones de aislamiento eléctrico al motor. Revisar norma IEEE-43-2000, no debe ser menor a 100 MΩ. Informar.	E	1	15	1E
23	14	Limpiar la superficie externa del motor para remover polvo y suciedad. Corregir si es necesario.	D	140	5	1A
24	16	Realizar medición de análisis de vibraciones para su evaluación posterior. Informar	TR	2	60	EXT
<u>Subparte: Turbina de vapor (accionamiento auxiliar)</u>						
25	18	Verificar la calibración del relé (switch) de presión del sistema de lubricación, la bomba eléctrica debe arrancar cuando la presión de aceite baja a 4 psi. Realizar prueba cerrando válvula antes del manómetro. Informar.	Q	10	10	1I
26	19	Verificar que la presión de aceite del sistema de lubricación tenga un valor mínimo de 15 psi. Informar.	T	280	5	1A
27	20	Verificar que la operación del gobernador sea suave y sin golpeteo sobre el vástago. El ajuste se realiza mediante la válvula de aguja. Corregir si es necesario.	S	20	10	1M
28	21	Tomar muestra para análisis de aceite y enviar al laboratorio para evaluación posterior. Informar.	M	4	10	1M

Máquina: Precuchilla		Código: I-PC-6-0	Hoja 3 de 3			
No.	INSPECCION		PER*	FRE*	DUR*	TEC*
<u>Subparte: Turbina de vapor (accionamiento auxiliar), continuación</u>						
29	22	Verificar que la válvula de seguridad se encuentre debidamente calibrada. No debe dispararse antes de las 4000 rpm. Corregir si es necesario.	E	1	60	1M 1A
<u>Subparte: Cuchillas ("Machetes")</u>						
30	38	Verificar estado de domites y sustituir los que se encuentren quebrados cada 200.000-225.000 toneladas de caña procesadas. Corregir si es necesario.	M**	4	120	1S
31	39	Verificar estado de domites y restaurar los que se encuentren con las puntas desgastadas cada 200.000-225.000 toneladas de caña procesadas. Utilizar soldadura con azúcar 80. Corregir si es necesario.	M**	4	120	1S
32	41	Sustitución de cuchillas sueltas o quebradas cada 200.000-225.000 toneladas de caña procesada. Corregir si es necesario.	M**	4	120	1S
<p>*PER = Periodo de las inspecciones (T= Turno, D= Diario, S= Semanal, Q=Quincenal, M= Mensual, TR = Trimestral, E= Semestral). FRE = Frecuencia para un horizonte de 20 semanas. DUR = Tiempo de duración de la inspección en minutos. TEC = Técnico asignado al trabajo (M = Mecánico, E = Eléctrico, I= Instrumentista, A = Ayudante, S = Soldador, O= Operador, EXT = Externo). **El trabajo debe coordinarse en un paro programado (200000-225000 toneladas).</p>						

Formulario para realizar inspecciones por turno en precuchilla

FORMULARIO PARA INSPECCIONES POR TURNO										
Maquina: Precuchilla # 1					Semana: ___ / ___ / ___ al ___ / ___ / ___					
Tipo de inspección: Mecánico (M) ___ Ayudante* (A) ___								Hoja 1 de 1		
No.	INSPECCION		L	K	M	J	V	S	D	TEC
Subparte: Reductor de velocidad lado del motor eléctrico										
3	3	Verificar que no exista sonido anormal en el interior del reductor. Informar.								1M
6	26	Verificar que no existan fugas de aceite en el reductor. Informar.								1M
Subparte: Reductor de velocidad en lado de la turbina										
8	4	Verificar que no exista sonido anormal en el interior del reductor. Informar.								1M
10	31	Verificar que la presión de aceite del sistema de lubricación tenga un valor mínimo de 15 psi. Informar.								1A
13	34	Verificar que no existan fugas de aceite en el reductor. Informar.								1M
Subparte: Turbina de vapor (accionamiento auxiliar)										
26	19	Verificar que la presión de aceite del sistema de lubricación tenga un valor mínimo de 15 psi. Informar.								1A
OBSERVACIONES:					INSPECCIÓN REALIZADA POR:					
			Día	Turno 1			Turno 2			Firma de responsable
			L							
			K							
			M							
			J							
			V							
			S							
			D							
*Limpiador										

Formulario para realizar inspecciones diarias en precuchilla

FORMULARIO PARA INSPECCIONES DIARIAS												
Máquina: Precuchilla					Semana: ___ / ___ / ___ al ___ / ___ / ___							
Tipo de inspección: Mecánico (O) ___ Ayudante* (A) ___							Hoja 1 de 1					
No.	INSPECCION				L	K	M	J	V	S	D	TEC
Subparte: Motor eléctrico de accionamiento principal (800 HP)												
23	14	Limpiar la superficie externa del motor para remover polvo y suciedad. Corregir si es necesario.										1A
OBSERVACIONES:					INSPECCIÓN REALIZADA POR:							
					L							Firma responsable
					K							
					M							
					J							
					V							
					S							
					D							
*Limpiadores												

Formulario para realizar inspecciones semanales en precuchilla

FORMULARIO PARA INSPECCIONES SEMANALES				
Maquina: Precuchilla				
Semana: ___ / ___ / ___ al ___ / ___ / ___				
Inspección por: Eléctrico (E) ___ Mecánico (M) ___			Hoja 1 de 1	
No.	INSPECCION		Estado	TEC
<u>Subparte: Eje principal</u>				
2	2	Verificar apriete de pernos en la base de las chumaceras. Corregir si es necesario.		1M
<u>Subparte: Reductor de velocidad en lado del motor eléctrico (baja velocidad)</u>				
4	24	Verificar estado de aceite, que no se observe espumoso o sucio. Informar.		1M
7	28	Verificar apriete de los pernos en la base del reductor. Corregir si es necesario.		1M
<u>Subparte: Reductor de velocidad en lado de la turbina (alta velocidad)</u>				
11	32	Verificar estado de aceite, que no se observe espumoso o sucio. Informar.		1M
14	36	Verificar apriete de los pernos en la base del reductor. Corregir si es necesario.		1M
<u>Subparte: Acople motor - reductor</u>				
15	5	Verificar el ajuste de los tornillos de la tapa del acople con luz estroboscópica. No debe observarse ninguno suelto. Informar.		1M
<u>Subparte: Acople reductor-eje precuchilla lado del motor</u>				
17	7	Verificar el ajuste de los tornillos de la tapa del acople con luz estroboscópica. No debe observarse ninguno suelto. Informar.		1M
<u>Subparte: Acople turbina - reductor</u>				
18	8	Verificar el ajuste de los tornillos de la tapa del acople con luz estroboscópica. No debe observarse ninguno suelto. Informar.		1M
<u>Subparte: Acople reductor-eje precuchilla lado de la turbina</u>				
20	10	Verificar el ajuste de los tornillos de la tapa del acople con luz estroboscópica. No debe observarse ninguno suelto. Informar.		1M
<u>Subparte: Motor eléctrico de accionamiento principal (800 HP)</u>				
21	12	Realizar medición de temperaturas por termografía infrarroja para análisis y evaluación posterior. Informar.		1E
<u>Subparte: Turbina de vapor (accionamiento auxiliar)</u>				
27	20	Verificar que la operación del gobernador sea suave y sin golpeteo sobre el vástago. El ajuste se realiza mediante la válvula de aguja. Corregir si es necesario.		1M
OBSERVACIONES:			Fecha de inspección ___ / ___ / ___	
			INSPECCIÓN REALIZADA POR:	
			Firma Responsable	



Formulario para realizar inspecciones quincenales y mensuales en precuchilla

FORMULARIO PARA INSPECCIONES QUINCENALES Y MENSUALES								
Maquina: Precuchilla								
Mes: _____								
Inspección por: Mecánico (M) _____ Instrumentista (I) _____ Soldador (S) _____				Hoja 1 de 1				
No.	INSPECCION			Q1	Q2	M	TEC	
Subparte: Reductor de velocidad en lado del motor eléctrico (baja velocidad)								
5	25	Tomar muestra para análisis de aceite y enviar al laboratorio para evaluación posterior. Informar						1M
Subparte: Reductor de velocidad en lado de la turbina (alta velocidad)								
9	30	Verificar la calibración del relé (switch) de presión del sistema de lubricación, la bomba eléctrica debe arrancar cuando la presión de aceite baja a 4 psi. Realizar prueba cerrando válvula antes del manómetro. Informar.						1I
12	33	Tomar muestra para análisis de aceite y enviar al laboratorio para evaluación posterior. Informar						1M
Subparte: Turbina de vapor (accionamiento auxiliar)								
25	18	Verificar la calibración del relé (switch) de presión del sistema de lubricación, la bomba eléctrica debe arrancar cuando la presión de aceite baja a 4 psi. Realizar prueba cerrando válvula antes del manómetro. Informar.						1I
28	21	Tomar muestra para análisis de aceite y enviar al laboratorio para evaluación posterior. Informar.						1M
Subparte: Cuchillas ("Machetes")								
30	38	Verificar estado de domites y sustituir los que se encuentren quebrados cada 200.000-225.000 toneladas de caña procesadas. Corregir si es necesario.						1S
31	39	Verificar estado de domites y restaurar los que se encuentren con las puntas desgastadas cada 200.000-225.000 toneladas de caña procesadas. Utilizar soldadura con azúcar 80. Corregir si es necesario.						1S
32	41	Sustitución de cuchillas sueltas o quebradas cada 200.000-225.000 toneladas de caña procesada. Corregir si es necesario.						1S
OBSERVACIONES QUINCENA 1:				Fecha de inspección ___ / ___ / ___				
				INSPECCIÓN REALIZADA POR:				
				Firma Responsable				
OBSERVACIONES QUINCENA 2:				Fecha de inspección ___ / ___ / ___				
				INSPECCIÓN REALIZADA POR:				
				Firma Responsable				
OBSERVACIONES MENSUALES:				Fecha de inspección ___ / ___ / ___				
				INSPECCIÓN REALIZADA POR:				
				Firma Responsable				

Formulario para realizar inspecciones semestrales en precuchilla

FORMULARIO PARA INSPECCIONES SEMESTRALES				
Maquina: Precuchilla				
Inspección por: Mecánico (M) ___ Eléctrico (E) ___		Hoja 1 de 1		
No.	INSPECCION		ESTADO	TEC
<u>Subparte: Acople reductor-eje precuchilla lado del motor</u>				
16	6	Verificar el estado de la rejilla interna del acople. No debe estar quebrada. La inspección se hace en paro programado Corregir si es necesario.		1M
<u>Subparte: Acople reductor-eje precuchilla lado de la turbina</u>				
19	9	Verificar el estado de la rejilla interna del acople. No debe estar quebrada. La inspección se hace en paro programado Corregir si es necesario.		1M
<u>Subparte: Motor eléctrico de accionamiento principal (800 HP)</u>				
22	13	Realizar mediciones de aislamiento eléctrico al motor. Revisar norma IEEE-43-2000, no debe ser menor a 100 MΩ. Informar.		1E
<u>Subparte: Turbina de vapor (accionamiento auxiliar)</u>				
29	22	Verificar que la válvula de seguridad se encuentre debidamente calibrada. No debe dispararse antes de las 4000 rpm. Corregir si es necesario.		1M 1A
OBSERVACIONES:			INSPECCIÓN REALIZADA POR:	
			Fecha de inspección ___ / ___ / ___	
			Firma Responsable	

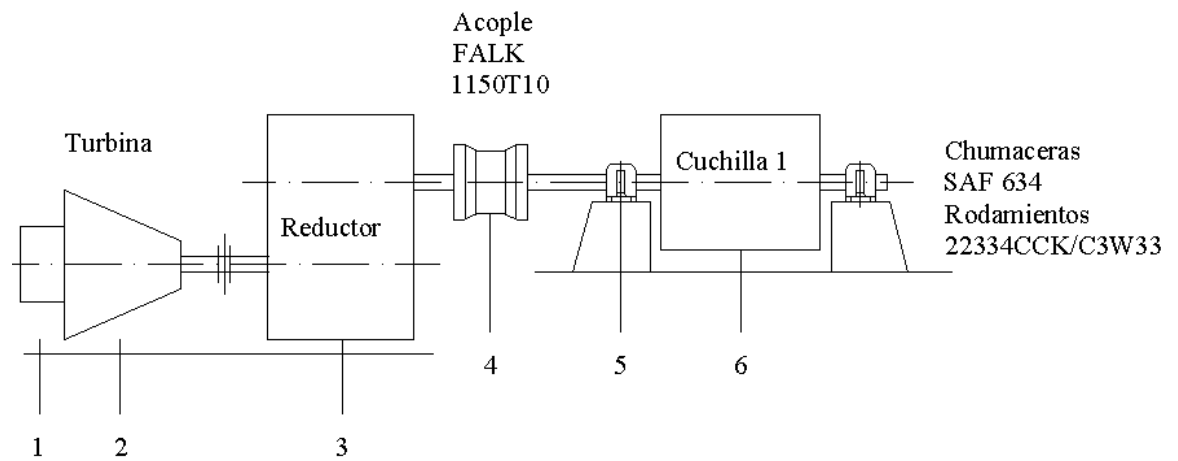
Ficha Técnica Cuchilla

	CENTRAL AZUCARERA DEL TEMPISQUE S.A.			
	FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA			
	Código:	I-PC-6-1	Fecha:	1-Oct-14
Nombre:	Cuchilla	Imagen (con fines ilustrativos)		
Fabricante:	-			
Modelo:	-			
Fecha de compra:	-			
Valor de compra:	-			
Función: Cortar los tallos de caña de azúcar en secciones más pequeñas.				
COMPONENTES PRINCIPALES				
1. Transmisión de potencia (ver anexo 1 ficha técnica)				
1.1 Gobernador de velocidad				
Código:	I-PC-6-1-6-17		Componente:	GVE 002
Marca:	Woodward		Tipo	PGD
Num. parte	W367-179		Num. De serie	768702
Observaciones: base cuadrada y pistón de poder posicionado hacia adelante.				
1.2 Turbina				
Marca:	Elliott		Tipo	2DYRT
Potencia (HP)	910		Velocidad (RPM)	4000
Presión de entrada (psi)	240		-	-
Diámetro válvula alimentación (in)	6		Cantidad toberas	13
Diámetro válvula descarga (in)	12		Garganta tobera (in)	0.5315
Diámetro válvula gobernación (in)	4.3189		Salida tobera (in)	0.5669
Diámetro disco 1 (in)	27.8125		Diámetro disco 2 (in)	27.8125
Álabes disco 1 (unid)	194		Álabes disco 2 (unid)	218
Altura álabes disco 1 (in)	0.8661		Altura álabes disco 2 (in)	1.2598
Álabes fijos (unid)	86		Altura álabes fijos (in)	1.1023
1.3 Reductor de velocidad (ver anexo 5 de ficha técnica)				
Código:	I-PC-6-1-6-14		Componente:	CRP 00139
Marca:	LUFKIN		Modelo	N1810B
M.O.	-		Potencia (HP)	900
Ratio:	5.5		Velocidad entrada (RPM)	-
Capacidad (Gal)	30		Velocidad salida (RPM)	-

1.4 Acople				
Marca:	FALK		Modelo:	1050T10
Tipo:	Steelflex		-	-
1.5 Chumaceras (Ver anexo 6 de ficha técnica)				
Modelo:	SAF 22634		Mango	SNN 134 5-15/16
Rodamientos:	22334CCK/W33C3		-	-
1.6 Cuchilla				
Cantidad de machetes	66		Modelo:	Farrel K-4
Material de los machetes	Acero A-36		Domites	1301

ANEXOS-CONDUCTOR DE CAÑA #2

1. Detalle transmisión de potencia



Inspecciones preventivas cuchilla cañera # 1

MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
Empresa: Central Azucarera Tempisque (CATSA)						
Planta: Ingenio						
Departamento: Patio de caña						
Área: Cuchillas						
Máquina: Cuchilla cañera # 1			Código: I-PC-6-1	Hoja 1 de 2		
No.	INSPECCION		PER*	FRE*	DUR*	TEC*
<u>Subparte: Eje principal</u>						
1	1	Realizar monitoreo por ultrasonido (valorar frecuencia, idealmente y lo recomendado cada final de zafra) para valoración posterior. Informar.	E	1	-	EXT
2	2	Verificar apriete de pernos en la base de las chumaceras. Corregir si es necesario.	S	20	10	1M
<u>Subparte: Reductor de velocidad (alta velocidad)</u>						
3	3	Verificar que no exista sonido anormal en el interior del reductor. Informar.	T	280	5	1M
4	12	Verificar la calibración del relé (switch) de presión del sistema de lubricación, la bomba eléctrica debe arrancar cuando la presión de aceite baja a 4 psi. Realizar prueba cerrando válvula antes del manómetro. Informar.	Q	10	10	1I
5	13	Verificar que la presión de aceite del sistema de lubricación tenga un valor mínimo de 15 psi. Informar.	T	280	5	1A
6	14	Verificar estado de aceite, que no se observe espumoso o sucio. Informar.	S	20	5	1M
7	15	Tomar muestra para análisis de aceite y enviar al laboratorio para evaluación posterior. Informar	M	4	10	1M
8	16	Verificar que no existan fugas de aceite en el reductor. Informar.	T	280	5	1M
9	18	Verificar apriete de los pernos en la base del reductor. Corregir si es necesario.	S	20	5	1M
<u>Subparte: Acople turbina - reductor</u>						
10	4	Verificar el ajuste de los tornillos de la tapa del acople con luz estroboscópica. No debe observarse ninguno suelto. Informar.	S	20	10	1M
<u>Subparte: Acople reductor-eje precuchilla</u>						
11	5	Verificar el estado de la rejilla interna del acople. No debe estar quebrada. La inspección se hace en paro programado Corregir si es necesario.	E**	1	10	1M
12	6	Verificar el ajuste de los tornillos de la tapa del acople con luz estroboscópica. No debe observarse ninguno suelto. Informar.	S	20	10	1M

Máquina: Cuchilla cañera # 1		Código: I-PC-6-1	Hoja 2 de 2			
No.	INSPECCION		PER*	FRE*	DUR*	TEC*
<u>Subparte: Turbina de vapor (accionamiento principal)</u>						
13	7	Verificar la calibración del relé (switch) de presión del sistema de lubricación, la bomba eléctrica debe arrancar cuando la presión de aceite baja a 4 psi. Realizar prueba cerrando válvula antes del manómetro. Informar.	Q	10	10	1I
14	8	Verificar que la presión de aceite del sistema de lubricación tenga un valor mínimo de 15 psi. Informar.	T	280	5	1A
15	9	Verificar que la operación del gobernador sea suave y sin golpeteo sobre el vástago. El ajuste se realiza mediante la válvula de aguja. Corregir si es necesario.	S	20	10	1M
16	10	Tomar muestra para análisis de aceite y enviar al laboratorio para evaluación posterior. Informar.	M	4	10	1M
17	11	Verificar que la válvula de seguridad se encuentre debidamente calibrada. No debe dispararse antes de las 4000 rpm. Corregir si es necesario.	E	1	60	1M 1A
<u>Subparte: Cuchillas ("Machetes")</u>						
18	20	Verificar estado de domites y sustituir los que se encuentren quebrados cada 200.000-225.000 toneladas de caña procesadas. Corregir si es necesario.	M**	4	120	1S
19	21	Verificar estado de domites y restaurar los que se encuentren con las puntas desgastadas cada 200.000-225.000 toneladas de caña procesadas. Utilizar soldadura con azúcar 80. Corregir si es necesario.	M**	4	120	1S
20	23	Sustitución de cuchillas sueltas o quebradas cada 200.000-225.000 toneladas de caña procesada. Corregir si es necesario.	M**	4	120	1S
<p>*PER = Periodo de las inspecciones (T= Turno, D= Diario, S= Semanal, Q=Quincenal, M= Mensual, TR = Trimestral, E= Semestral). FRE = Frecuencia para un horizonte de 20 semanas. DUR = Tiempo de duración de la inspección en minutos. TEC = Técnico asignado al trabajo (M = Mecánico, E = Eléctrico, I= Instrumentista, A = Ayudante, S = Soldador, O= Operador, EXT = Externo). **El trabajo debe coordinarse en un paro programado (200000-225000 toneladas).</p>						

Formulario para realizar inspecciones por turno en cuchilla cañera # 1

FORMULARIO PARA INSPECCIONES POR TURNO										
Maquina: Cuchilla cañera # 1					Semana: ___ / ___ / ___ al ___ / ___ / ___					
Tipo de inspección: Mecánico (M) ___ Ayudante* (A) ___								Hoja 1 de 1		
No.	INSPECCION		L	K	M	J	V	S	D	TEC
Subparte: Reductor de velocidad lado de la turbina										
3	3	Verificar que no exista sonido anormal en el interior del reductor. Informar.								1M
5	13	Verificar que la presión de aceite del sistema de lubricación tenga un valor mínimo de 15 psi. Informar.								1A
8	16	Verificar que no existan fugas de aceite en el reductor. Informar.								1M
Subparte: Turbina de vapor (accionamiento principal)										
14	8	Verificar que la presión de aceite del sistema de lubricación tenga un valor mínimo de 15 psi. Informar.								1A
OBSERVACIONES:			INSPECCIÓN REALIZADA POR:							
			Día	Turno 1			Turno 2			Firma de responsable
			L							
			K							
			M							
			J							
			V							
			S							
			D							
*Limpiador										

Formulario para realizar inspecciones semanales en cuchilla cañera # 1

FORMULARIO PARA INSPECCIONES SEMANALES				
Maquina: Cuchilla cañera # 1				
Semana: ___ / ___ / ___ al ___ / ___ / ___				
Inspección por: Mecánico (M) _____			Hoja 1 de 1	
No.	INSPECCION		Estado	TEC
<u>Subparte: Eje principal</u>				
2	2	Verificar apriete de pernos en la base de las chumaceras. Corregir si es necesario.		1M
<u>Subparte: Reductor de velocidad (alta velocidad)</u>				
6	14	Verificar estado de aceite, que no se observe espumoso o sucio. Informar.		1M
9	18	Verificar apriete de los pernos en la base del reductor. Corregir si es necesario.		1M
<u>Subparte: Acople turbina - reductor</u>				
10	4	Verificar el ajuste de los tornillos de la tapa del acople con luz estroboscópica. No debe observarse ninguno suelto. Informar.		1M
<u>Subparte: Acople reductor-eje precuchilla</u>				
12	6	Verificar el ajuste de los tornillos de la tapa del acople con luz estroboscópica. No debe observarse ninguno suelto. Informar.		1M
<u>Subparte: Turbina de vapor (accionamiento principal)</u>				
15	9	Verificar que la operación del gobernador sea suave y sin golpeteo sobre el vástago. El ajuste se realiza mediante la válvula de aguja. Corregir si es necesario.		1M
OBSERVACIONES:			Fecha de inspección ___ / ___ / ___	
			INSPECCIÓN REALIZADA POR:	
			Firma Responsable	


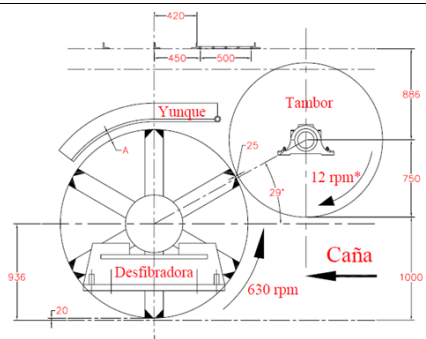
Formulario para realizar inspecciones quincenales y mensuales en cuchilla cañera # 1

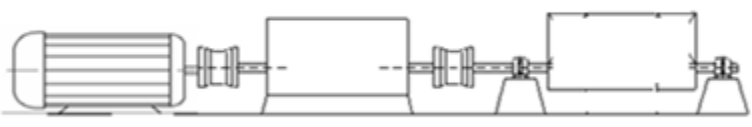
FORMULARIO PARA INSPECCIONES QUINCENALES Y MENSUALES							
Maquina: Cuchilla # 1							
Mes: _____							
Inspección por: Mecánico (M) ___ Instrumentista (I) ___ Soldador (S) ___				Hoja 1 de 1			
No.	INSPECCION			Q1	Q2	M	TEC
Subparte: Reductor de velocidad (alta velocidad)							
4	12	Verificar la calibración del relé (switch) de presión del sistema de lubricación, la bomba eléctrica debe arrancar cuando la presión de aceite baja a 4 psi. Realizar prueba cerrando válvula antes del manómetro. Informar.					1I
7	15	Tomar muestra para análisis de aceite y enviar al laboratorio para evaluación posterior. Informar					1M
Subparte: Turbina de vapor (accionamiento principal)							
13	7	Verificar la calibración del relé (switch) de presión del sistema de lubricación, la bomba eléctrica debe arrancar cuando la presión de aceite baja a 4 psi. Realizar prueba cerrando válvula antes del manómetro. Informar.					1I
16	10	Tomar muestra para análisis de aceite y enviar al laboratorio para evaluación posterior. Informar.					1M
Subparte: Cuchillas ("Machetes")							
18	20	Verificar estado de domites y sustituir los que se encuentren quebrados cada 200.000-225.000 toneladas de caña procesadas. Corregir si es necesario.					1S
19	21	Verificar estado de domites y restaurar los que se encuentren con las puntas desgastadas cada 200.000-225.000 toneladas de caña procesadas. Utilizar soldadura con azúcar 80. Corregir si es necesario.					1S
20	23	Sustitución de cuchillas sueltas o quebradas cada 200.000-225.000 toneladas de caña procesada. Corregir si es necesario.					1S
OBSERVACIONES QUINCENA 1:				Fecha de inspección ___ / ___ / ___			
				INSPECCIÓN REALIZADA POR:			
				Firma Responsable			
OBSERVACIONES QUINCENA 2:				Fecha de inspección ___ / ___ / ___			
				INSPECCIÓN REALIZADA POR:			
				Firma Responsable			
OBSERVACIONES MENSUALES:				Fecha de inspección ___ / ___ / ___			
				INSPECCIÓN REALIZADA POR:			
				Firma Responsable			

Formulario para realizar inspecciones semestrales en cuchilla cañera # 1

FORMULARIO PARA INSPECCIONES SEMESTRALES				
Maquina: Cuchilla # 1				
Inspección por: Mecánico (M) ____			Hoja 1 de 1	
No.	INSPECCION		ESTADO	TEC
<u>Subparte: Acople reductor-eje precuchilla</u>				
11	5	Verificar el estado de la rejilla interna del acople. No debe estar quebrada. La inspección se hace en paro programado Corregir si es necesario.		1M
<u>Subparte: Turbina de vapor (accionamiento principal)</u>				
17	11	Verificar que la válvula de seguridad se encuentre debidamente calibrada. No debe dispararse antes de las 4000 rpm. Corregir si es necesario.		1M 1A
OBSERVACIONES:			INSPECCIÓN REALIZADA POR:	
			Fecha de inspección ____ / ____ / ____	
			Firma Responsable	

Ficha Técnica Desfibradora

	CENTRAL AZUCARERA DEL TEMPISQUE S.A.			
	FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA			
	Código:	I-PC-7-1	Fecha:	1-Oct-14
Nombre:	Desfibradora	Imagen (con fines ilustrativos)		
Fabricante:	-			
Modelo:	-			
Fecha de compra:	-			
Valor de compra:	-			
Función: Desintegrar la caña picada en fibras con un índice de preparación de entre 86 y 92%.				
COMPONENTES PRINCIPALES				
2. Transmisión de potencia (ver anexo 1 ficha técnica)				
1.1 Motor eléctrico				
Código:	I-PC-7-1-2-18	Componente:	CME 00568	
Marca:	SIEMENS	Modelo	-	
Potencia (KW):	1500 (2000 hp)	Fase	3	
Voltaje (V):	4160	F.P. (cos ϕ)	0.86	
Corriente (A):	250	RPM	1196	
Roll, lado libre	-	Roll, lado acople	-	
1.2 Acople				
Marca:	FALK	Modelo:	1150T10	
Tipo:	Steelflex	-	-	
1.3 Reductor de velocidad				
Código:	I-PC-7-1-5-14	Componente:	CRP 00253	
Marca:	FALK	Modelo	445 A1-CR	
M.O.	94-071066-01	Potencia (HP)	1500	
Ratio:	1.818	Velocidad entrada (RPM)	900	
Capacidad (Gal)	22	Velocidad salida (RPM)	495	
1.4 Acople1				
Marca:	FALK	Modelo:	1160T10	
Tipo:	Steelflex	-	-	
1.5 Chumaceras				
Diámetro eje (mm):	240	Mango	OH 2352 H	
Rodamientos:	23252 CACK / W33	Tuerca	HM 3152	

1.6 Desfibradora				
Cantidad de martillos	93		Modelo:	COP-05
Material de los machetes	Acero A-36		Velocidad	630
ANEXOS-CONDUCTOR DE CAÑA #2				
1 Detalle transmisión de potencia				
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>Motor Eléctrico</p>  </div> </div>				

Inspecciones preventivas desfibradora

MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO									
Empresa: Central Azucarera Tempisque (CATSA)									
Planta: Ingenio									
Departamento: Patio de caña									
Área: Desfibradora		Fecha de elaboración: 30 de Setiembre 2014							
Máquina: Desfibradora		Código: I-PC-7-1		Hoja 1 de 3					
No.	INSPECCION					PER*	FRE*	DUR*	TEC*
<u>Subparte: Eje desfibradora</u>									
1	2	Verificar apriete de pernos en la base de las chumaceras. Corregir si es necesario.				S	20	5	1M
2	5	Realizar monitoreo por ultrasonido (valorar frecuencia, idealmente y lo recomendado cada final de zafra). Informar				-	-	-	EXT
<u>Subparte: Eje del tambor de alimentación</u>									
3	4	Verificar apriete de pernos en la base de las chumaceras. Corregir si es necesario.				S	20	5	1M
<u>Subparte: Reductor de velocidad en lado del motor eléctrico (baja velocidad)</u>									
4	6	Verificar que no exista sonido anormal en el interior del reductor. Informar.				T	280	5	1M
5	34	Verificar estado de aceite, que no se observe espumoso o sucio. Informar.				S	20	5	1M
6	35	Tomar muestra para análisis de aceite y enviar al laboratorio para evaluación posterior. Informar				M	4	10	1M
7	36	Verificar que no existan fugas de aceite en el reductor. Informar.				T	280	5	1M
8	38	Verificar apriete de los pernos en la base del reductor. Corregir si es necesario.				S	20	5	1M
<u>Subparte: Reductor de velocidad en lado de la turbina (alta velocidad)</u>									
9	7	Verificar que no exista sonido anormal en el interior del reductor. Informar.				T	280	5	1M
10	40	Verificar la calibración del relé (switch) de presión del sistema de lubricación, la bomba eléctrica debe arrancar cuando la presión de aceite baja a 4 psi. Realizar prueba cerrando válvula antes del manómetro. Informar.				Q	10	10	1I
11	41	Verificar que la presión de aceite del sistema de lubricación tenga un valor mínimo de 15 psi. Informar.				T	280	5	1A
12	43	Verificar estado de aceite, que no se observe espumoso o sucio. Informar.				S	20	5	1M

Máquina: Desfibradora		Código: I-PC-7-1	Hoja 2 de 3			
No.	INSPECCION		PER*	FRE*	DUR*	TEC*
<u>Subparte: Reductor de velocidad en lado de la turbina (alta velocidad) continuación</u>						
13	44	Tomar muestra para análisis de aceite y enviar al laboratorio para evaluación posterior. Informar	M	4	10	1M
lj14	45	Verificar que no existan fugas de aceite en el reductor. Informar.	T	280	5	1M
15	47	Verificar apriete de los pernos en la base del reductor. Corregir si es necesario.	S	20	5	1M
<u>Subparte: Motoreductor del tambor de alimentación de la desfibradora</u>						
16	8	Verificar que no exista sonido anormal a lo interno del reductor. Informar.	T	280	5	1M
17	21	Realizar medición de temperaturas por termografía infrarroja para análisis y evaluación posterior al motor eléctrico.	S	20	15	1E
18	22	Realizar mediciones de aislamiento eléctrico al motor. Revisar norma IEEE-43-2000, no debe ser menor a 100 MΩ.	E	1	15	1E
19	23	Limpia la superficie externa del motor para remover polvo y suciedad. Corregir si es necesario.	D	140	5	1A
20	51	Verificar que no haya fugas de aceite en el reductor. Informar.	T	280	5	1M
<u>Subparte: Acoples lado de baja entre motor eléctrico y reductor</u>						
21	9	Verificar estado de las rejillas, que no se encuentren quebradas. Corregir si es necesario.	E**	1	10	1M
22	10	Verificar ajuste de los tornillos que fijan las tapas del acople, utilizar instrumento con luz estroboscópica. Deben observarse fijos y sin movimiento. Informar.	S	20	10	1M
<u>Subparte: Acoples lado de baja entre reductor y eje de la desfibradora</u>						
23	11	Verificar estado de las rejillas, que no se encuentren quebradas. Corregir si es necesario.	E**	1	10	1M
24	12	Verificar ajuste de los tornillos que fijan las tapas del acople, utilizar instrumento con luz estroboscópica. Deben observarse fijos y sin movimiento. Informar.	S	20	10	1M
<u>Subparte: Acoples lado de alta entre turbina y reductor</u>						
25	13	Verificar ajuste de los tornillos del acople, utilizar instrumento con luz estroboscópica. Deben observarse fijos y sin movimiento. Informar.	S	20	10	1M
<u>Subparte: Acoples lado de alta entre reductor y eje de la desfibradora</u>						
26	14	Verificar ajuste de los tornillos del acople, utilizar instrumento con luz estroboscópica. Deben observarse fijos y sin movimiento. Informar.	S	20	10	1M

Máquina: Desfibradora		Código: I-PC-7-1	Hoja 3 de 3			
No.	INSPECCION		PER*	FRE*	DUR*	TEC*
<u>Subparte: Turbina de vapor (accionamiento auxiliar)</u>						
27	15	Verificar la calibración del relé (switch) de presión del sistema de lubricación, la bomba eléctrica debe arrancar cuando la presión de aceite baja a 4 psi. Realizar prueba cerrando válvula antes del manómetro. Informar.	Q	10	10	1I
28	16	Verificar que la presión de aceite del sistema de lubricación tenga un valor mínimo de 15 psi. Informar.	T	280	5	1A
29	17	Verificar que la operación del gobernador sea suave y sin golpeteo sobre el vástago. El ajuste se realiza mediante la válvula de aguja. Corregir si es necesario.	S	20	10	1M
30	18	Tomar muestra para análisis de aceite y enviar al laboratorio para evaluación posterior. Informar.	M	4	10	1M
31	19	Verificar que la válvula de seguridad se encuentre debidamente calibrada. No debe dispararse antes de las 4000 rpm. Corregir si es necesario.	E	1	60	1M 1A
<u>Subparte: Motor eléctrico de accionamiento principal (2000 HP)</u>						
32	27	Realizar medición de temperaturas por termografía infrarroja para análisis y evaluación posterior. Informar.	S	20	15	1E
33	28	Realizar mediciones de aislamiento eléctrico al motor. Revisar norma IEEE-43-2000, no debe ser menor a 100 MΩ. Informar.	E	1	15	1E
34	29	Limpiar la superficie externa del motor para remover polvo y suciedad. Corregir si es necesario.	D	140	5	1A
35	31	Realizar medición de análisis de vibraciones para su evaluación posterior. Informar	TR	2	60	EXT
<u>Subparte: Martillos</u>						
36	49	Girar los martillos cada 200.000 – 225.000 toneladas de caña y sustituir a las 400.000 toneladas de caña. Corregir si es necesario.	M**	4	300	3M
<p>*PER = Periodo de las inspecciones (T= Turno, D= Diario, S= Semanal, Q=Quincenal, M= Mensual, TR = Trimestral, E= Semestral). FRE = Frecuencia para un horizonte de 20 semanas. DUR = Tiempo de duración de la inspección en minutos. TEC = Técnico asignado al trabajo (M = Mecánico, E = Eléctrico, I= Instrumentista, A = Ayudante, S = Soldador, O= Operador, EXT = Externo). **El trabajo debe coordinarse en un paro programado (200000-225000 toneladas).</p>						

Formulario para realizar inspecciones por turno en desfibradora

FORMULARIO PARA INSPECCIONES POR TURNO										
Maquina: Desfibradora					Semana: ___ / ___ / ___ al ___ / ___ / ___					
Tipo de inspección: Mecánico (M) ___ Ayudante* (A) ___								Hoja 1 de 1		
No.	INSPECCION		L	K	M	J	V	S	D	TEC
Subparte: Reductor de velocidad en lado del motor eléctrico										
4	6	Verificar que no exista sonido anormal en el interior del reductor. Informar.								1M
7	36	Verificar que no existan fugas de aceite en el reductor. Informar.								1M
Subparte: Reductor de velocidad en lado de la turbina										
9	7	Verificar que no exista sonido anormal en el interior del reductor. Informar.								1M
11	41	Verificar que la presión de aceite del sistema de lubricación tenga un valor mínimo de 15 psi. Informar.								1A
14	45	Verificar que no existan fugas de aceite en el reductor. Informar.								1M
Subparte: Motoreductor del tambor de alimentación										
16	8	Verificar que no exista sonido anormal a lo interno del reductor. Informar.								1M
20	51	Verificar que no haya fugas de aceite en el reductor. Informar.								1M
Subparte: Turbina de vapor (accionamiento auxiliar)										
28	16	Verificar que la presión de aceite del sistema de lubricación tenga un valor mínimo de 15 psi. Informar.								1A
OBSERVACIONES:			INSPECCIÓN REALIZADA POR:							
			Día	Turno 1			Turno 2			Firma de responsable
			L							
			K							
			M							
			J							
			V							
			S							
			D							
*Limpiador										

Formulario para realizar inspecciones diarias en desfibradora

FORMULARIO PARA INSPECCIONES DIARIAS										
Máquina: Cuchilla cañera # 1					Semana: ___ / ___ / ___ al ___ / ___ / ___					
Tipo de inspección: Ayudante* (A) ___							Hoja 1 de 1			
No.	INSPECCION		L	K	M	J	V	S	D	TEC
Subparte: Motoreductor del tambor de alimentación										
19	23	Limpiar la superficie externa del motor para remover polvo y suciedad. Corregir si es necesario.								1A
Subparte: Motor eléctrico de accionamiento principal (2000 HP)										
34	29	Limpiar la superficie externa del motor para remover polvo y suciedad. Corregir si es necesario.								1A
OBSERVACIONES:			INSPECCIÓN REALIZADA POR:							
			L							Firma responsable
			K							
			M							
			J							
			V							
			S							
			D							
*Limpiadores										

Formulario para realizar inspecciones semanales en desfibradora

FORMULARIO PARA INSPECCIONES SEMANALES					
Maquina: Desfibradora					
Semana: ___ / ___ / ___ al ___ / ___ / ___					
Inspección por: Mecánico (M) ___ Eléctrico (E) ___				Hoja 1 de 2	
No.	INSPECCION			Estado	TEC
<u>Subparte: Eje desfibradora</u>					
1	2	Verificar apriete de pernos en la base de las chumaceras. Corregir si es necesario.			1M
<u>Subparte: Eje del tambor de alimentación</u>					
3	4	Verificar apriete de pernos en la base de las chumaceras. Corregir si es necesario.			1M
<u>Subparte: Reductor de velocidad en lado del motor eléctrico (baja velocidad)</u>					
5	34	Verificar estado de aceite, que no se observe espumoso o sucio. Informar.			1M
8	38	Verificar apriete de los pernos en la base del reductor. Corregir si es necesario.			1M
<u>Subparte: Reductor de velocidad en lado de la turbina (alta velocidad)</u>					
12	43	Verificar estado de aceite, que no se observe espumoso o sucio. Informar.			1M
<u>Subparte: Reductor de velocidad en lado de la turbina</u>					
15	47	Verificar apriete de los pernos en la base del reductor. Corregir si es necesario.			1M
<u>Subparte: Motoreductor del tambor de alimentación de la desfibradora</u>					
17	21	Realizar medición de temperaturas por termografía infrarroja para análisis y evaluación posterior al motor eléctrico. Informar.			1E
<u>Subparte: Acoples lado de baja entre motor eléctrico y reductor</u>					
22	10	Verificar ajuste de los tornillos que fijan las tapas del acople, utilizar instrumento con luz estroboscópica. Deben observarse fijos y sin movimiento. Informar.			1M
<u>Subparte: Acoples lado de baja entre reductor y eje de la desfibradora</u>					
24	12	Verificar ajuste de los tornillos que fijan las tapas del acople, utilizar instrumento con luz estroboscópica. Deben observarse fijos y sin movimiento. Informar.			1M
<u>Subparte: Acoples lado de alta entre turbina y reductor</u>					
25	13	Verificar ajuste de los tornillos del acople, utilizar instrumento con luz estroboscópica. Deben observarse fijos y sin movimiento. Informar.			1M
<u>Subparte: Acoples lado de alta entre reductor y eje de la desfibradora</u>					
26	14	Verificar ajuste de los tornillos del acople, utilizar instrumento con luz estroboscópica. Deben observarse fijos y sin movimiento. Informar.			1M
<u>Subparte: Turbina de vapor (accionamiento auxiliar)</u>					
29	17	Verificar que la operación del gobernador sea suave y sin golpeteo sobre el vástago. El ajuste se realiza mediante la válvula de aguja. Corregir si es necesario.			1M


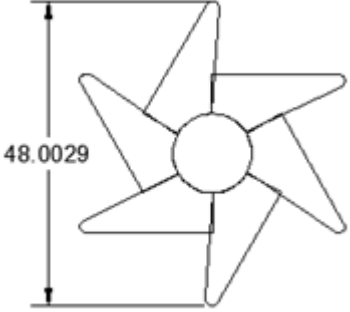
Formulario para realizar inspecciones quincenales y mensuales en desfibradora

FORMULARIO PARA INSPECCIONES QUINCENALES Y MENSUALES							
Maquina: Desfibradora							
Mes: _____							
Inspección por: Mecánico (M) _____ Instrumentista (I) _____				Hoja 1 de 1			
No.	INSPECCION			Q1	Q2	M	TEC
<u>Subparte: Reductor de velocidad en lado del motor eléctrico</u>							
6	35	Tomar muestra para análisis de aceite y enviar al laboratorio para evaluación posterior. Informar					1M
<u>Subparte: Reductor de velocidad en lado de la turbina</u>							
10	40	Verificar la calibración del relé (switch) de presión del sistema de lubricación, la bomba eléctrica debe arrancar cuando la presión de aceite baja a 4 psi. Realizar prueba cerrando válvula antes del manómetro. Informar.					1I
<u>Subparte: Reductor de velocidad en lado de la turbina</u>							
13	44	Tomar muestra para análisis de aceite y enviar al laboratorio para evaluación posterior. Informar					1M
<u>Subparte: Turbina de vapor (accionamiento auxiliar)</u>							
27	15	Verificar la calibración del relé (switch) de presión del sistema de lubricación, la bomba eléctrica debe arrancar cuando la presión de aceite baja a 4 psi. Realizar prueba cerrando válvula antes del manómetro. Informar.					1I
30	18	Tomar muestra para análisis de aceite y enviar al laboratorio para evaluación posterior. Informar.					1M
<u>Subparte: Martillos</u>							
36	49	Girar los martillos cada 200.000 – 225.000 toneladas de caña y sustituir a las 400.000 toneladas de caña. Corregir si es necesario.					3M
OBSERVACIONES QUINCENA 1:					Fecha de inspección ____ / ____ / ____		
					INSPECCIÓN REALIZADA POR:		
					Firma Responsable		
OBSERVACIONES QUINCENA 2:					Fecha de inspección ____ / ____ / ____		
					INSPECCIÓN REALIZADA POR:		
					Firma Responsable		
OBSERVACIONES MENSUALES:					Fecha de inspección ____ / ____ / ____		
					INSPECCIÓN REALIZADA POR:		
					Firma Responsable		

Formulario para realizar inspecciones semestrales en desfibradora

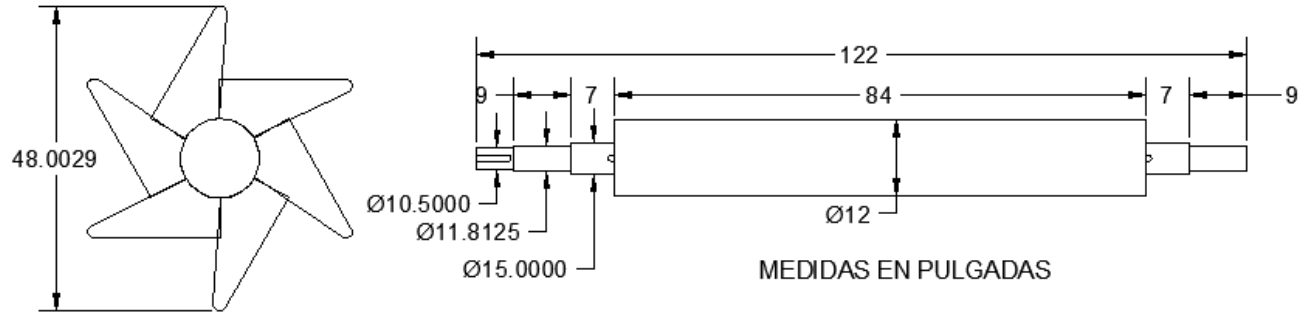
FORMULARIO PARA INSPECCIONES SEMESTRALES					
Maquina: Desfibradora					
Inspección por: Mecánico (M) ___ Eléctrico (E) ___			Hoja 1 de 1		
No.	INSPECCION			ESTADO	TEC
<u>Subparte: Motoreductor del tambor de alimentación de la desfibradora</u>					
18	22	Realizar mediciones de aislamiento eléctrico al motor. Revisar norma IEEE-43-2000, no debe ser menor a 100 MΩ. Informar.			1E
<u>Subparte: Acoples lado de baja entre motor eléctrico y reductor</u>					
21	9	Verificar estado de las rejillas, que no se encuentren quebradas. Corregir si es necesario.			1M
<u>Subparte: Acoples lado de baja entre reductor y eje de la desfibradora</u>					
23	11	Verificar estado de las rejillas, que no se encuentren quebradas. Corregir si es necesario.			1M
<u>Subparte: Turbina de vapor (accionamiento auxiliar)</u>					
31	19	Verificar que la válvula de seguridad se encuentre debidamente calibrada. No debe dispararse antes de las 4000 rpm. Corregir si es necesario.			1M 1A
<u>Subparte: Motor eléctrico de accionamiento principal (2000 HP)</u>					
33	28	Realizar mediciones de aislamiento eléctrico al motor. Revisar norma IEEE-43-2000, no debe ser menor a 100 MΩ. Informar.			1E
OBSERVACIONES:				INSPECCIÓN REALIZADA POR:	
				Fecha de inspección ___ / ___ / ___	
				Firma Responsable	

Ficha Técnica Pateador Banda de Hule

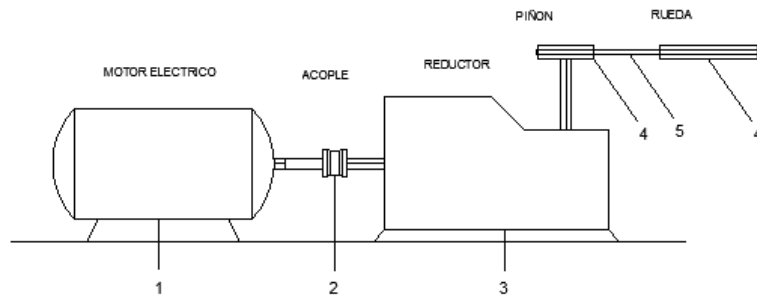
	CENTRAL AZUCARERA DEL TEMPISQUE S.A.			
	FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA			
	Código:	I-PC-5-3-8	Fecha:	1-Oct-14
Nombre:	Pateador Banda de Hule	Imagen (con fines ilustrativos)		
Fabricante:	-			
Modelo:	-			
Fecha de compra:	-			
Valor de compra:	-			
Función: Distribuir de forma uniforme la caña preparada sobre la banda de hule.				
Largo aprox. (in)	122			
Alto (in)	48.0029			
COMPONENTES PRINCIPALES				
1 Transmisión de potencia (ver anexo 2 ficha técnica)				
1.1 Motor eléctrico				
Código:	I-PC-5-3-8-24		Componente:	CME 00607
Marca:	Baldor		Modelo	-
Potencia (HP):	40		Fase	-
Voltaje (V):	460		F.P. (cos ϕ)	-
Corriente (A):	-		RPM	1770
Roll, lado libre	6312		Roll, lado acople	6312
1.2 Acople				
Marca:	FALK		Modelo:	1080T10C
Tipo:	Steelflex		-	-
1.3 Reductor de velocidad				
Código:	I-PC-5-3-8-14		Componente:	CRP 00248
Marca:	Falk		Modelo	2090FZ2B
M.O.	-		Potencia (HP)	-
Ratio:	30.42		Velocidad entrada (RPM)	1750
Capacidad (Gal)	-		Velocidad salida (RPM)	-
1.4 Sprockets				
Piñón (dientes):	26		Rueda (dientes):	20
1.5 Cadena				
Marca:	-		Modelo	RC 160
Eslabones:	-		Paso (in)	2

ANEXOS-PATEADOR DE BANDA DE HULE

1. Dimensiones aproximadas



2. Detalle transmisión de potencia



Inspecciones preventivas pateador banda de hule

MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
Empresa: Central Azucarera Tempisque (CATSA)						
Planta: Ingenio						
Departamento: Patio de caña						
Área: Conductores		Fecha de elaboración: 30 de Setiembre 2014				
Máquina: Pateador de Caña Banda de Hule		Código: I-PC-5-3-8	Hoja 1 de 2			
No.	INSPECCION		PER*	FRE*	DUR*	TEC*
Subparte: Eje principal						
1	2	Verificar apriete de pernos en la base de las chumaceras. Corregir si es necesario.	S	20	5	1M
Subparte: Acople						
2	3	Verificar estado de las rejillas del acople. Corregir si es necesario.	M**	5	15	1M
3	4	Verificar el ajuste de los tornillos de fijación de las tapas del acople. Utilizar instrumento con luz estroboscópica. Informar.	S	20	10	1M
Subparte: Reductor de velocidad (“de baja”)						
4	5	Verificar que no existe sonido anormal a lo interno del reductor. Informar.	T	280	5	1M
5	20	Verificar que no existan fugas de aceite por los retenedores del reductor. Informar.	T	280	5	1M
6	22	Verificar apriete de los pernos de la base del reductor. Corregir si es necesario.	S	20	5	1M
Subparte: Cadena						
7	6	Verificar desgaste de los elementos de la cadena (pasadores, bujes, placa interior y exterior). Corregir si es necesario.	M**	5	10	1M
8	8	Verificar visualmente la tensión de la cadena. Informar.	S	20	5	1M
Subparte: Motor eléctrico						
9	9	Realizar medición de temperaturas por termografía infrarroja para análisis y evaluación posterior. Informar.	S	20	15	1E
10	10	Realizar mediciones de aislamiento eléctrico al motor. Revisar norma IEEE-43-2000, no debe ser menor a 100 MΩ. Informar.	E	1	15	1E
11	11	Limpiar la superficie externa del motor para remover polvo y suciedad, utilizar trapo seco. Corregir si es necesario.	D	140	5	1A

Máquina: Pateador de Caña Banda de Hule		Código: I-PC-5-3-8	Hoja 1 de 2			
No.	INSPECCION		PER*	FRE*	DUR*	TEC*
Subparte: Sprocket						
12	16	Verificar ajuste mecánico de los elementos de sujeción, el sprocket debe estar firmemente ajustado al eje. Informar.	S	20	5	1M
*PER = Periodo de las inspecciones (T= Turno, D= Diario, S= Semanal, Q=Quincenal, M= Mensual, TR = Trimestral, E= Semestral). FRE = Frecuencia para un horizonte de 20 semanas. DUR = Tiempo de duración de la inspección en minutos. TEC = Técnico asignado al trabajo (M = Mecánico, E = Eléctrico, I= Instrumentista, A = Ayudante). **El trabajo debe coordinarse en una parada del ingenio, ya sea paro programado (200000-225000 toneladas) o paro por reparación.						

Formulario para realizar inspecciones por turno en pateador banda de hule

FORMULARIO PARA INSPECCIONES POR TURNO										
Maquina: Pateador banda de hule					Semana: ___ / ___ / ___ al ___ / ___ / ___					
Tipo de inspección: Mecánico (M) ___								Hoja 1 de 1		
No.	INSPECCION		L	K	M	J	V	S	D	TEC
Subparte: Reductor de velocidad										
4	5	Verificar que no existe sonido anormal a lo interno del reductor. Informar.								1M
5	20	Verificar que no existan fugas de aceite por los retenedores del reductor. Informar.								1M
OBSERVACIONES:			INSPECCIÓN REALIZADA POR:							
			Día	Turno 1			Turno 2			Firma de responsable
			L							
			K							
			M							
			J							
			V							
			S							
			D							

Formulario para realizar inspecciones diarias en pateador banda de hule

FORMULARIO PARA INSPECCIONES DIARIAS										
Máquina: Pateador banda de hule					Semana: ___ / ___ / ___ al ___ / ___ / ___					
Tipo de inspección: Ayudante* (A) ___							Hoja 1 de 1			
No.	INSPECCION		L	K	M	J	V	S	D	TEC
Subparte: Motor eléctrico										
11	11	Limpiar la superficie externa del motor para remover polvo y suciedad, utilizar trapo seco. Corregir si es necesario.								1A
OBSERVACIONES:			INSPECCIÓN REALIZADA POR:							
			L	Firma responsable						
			K							
			M							
			J							
			V							
			S							
			D							
*Limpiadores										

Formulario para realizar inspecciones semanales en pateador banda de hule

FORMULARIO PARA INSPECCIONES SEMANALES					
Maquina: Pateador Banda de Hule					
Semana: ___ / ___ / ___ al ___ / ___ / ___					
Inspección por: Mecánico (M) ___ Eléctrico (E) ___			Hoja 1 de 1		
No.	INSPECCION			Estado	TEC
Subparte: Eje principal					
1	2	Verificar apriete de pernos en la base de las chumaceras. Corregir si es necesario.			1M
Subparte: Acople					
3	4	Verificar el ajuste de los tornillos de fijación de las tapas del acople. Utilizar instrumento con luz estroboscópica. Informar.			1M
Subparte: Reductor de velocidad ("de baja")					
6	22	Verificar apriete de los pernos de la base del reductor. Corregir si es necesario.			1M
Subparte: Cadena					
8	8	Verificar visualmente la tensión de la cadena. Informar.			1M
Subparte: Motor eléctrico					
9	9	Realizar medición de temperaturas por termografía infrarroja para análisis y evaluación posterior. Informar.			1E
Subparte: Sprocket					
12	16	Verificar ajuste mecánico de los elementos de sujeción, el sprocket debe estar firmemente ajustado al eje. Informar.			1M
OBSERVACIONES:				Fecha de inspección ___ / ___ / ___	
				INSPECCIÓN REALIZADA POR:	
				Firma Responsable	


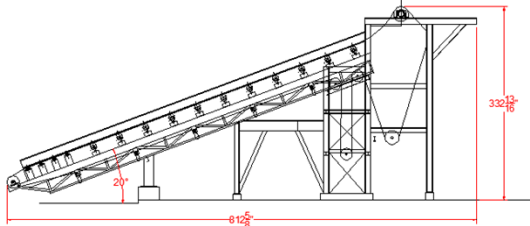
Formulario para realizar inspecciones mensuales en pateador banda de hule

FORMULARIO PARA INSPECCIONES QUINCENALES Y MENSUALES							
Maquina: Pateador Banda de hule							
Mes: _____							
Inspección por: Mecánico (M) ___				Hoja 1 de 1			
No.	INSPECCION			Q1	Q2	M	TEC
Subparte: Acople							
2	3	Verificar estado de las rejillas del acople. Corregir si es necesario.					1M
Subparte: Cadena							
7	6	Verificar desgaste de los elementos de la cadena (pasadores, bujes, placa interior y exterior). Corregir si es necesario.					1M
OBSERVACIONES MENSUALES:				Fecha de inspección ___ / ___ / ___			
				INSPECCIÓN REALIZADA POR:			
				Firma Responsable			

Formulario para realizar inspecciones semestrales en pateador banda de hule

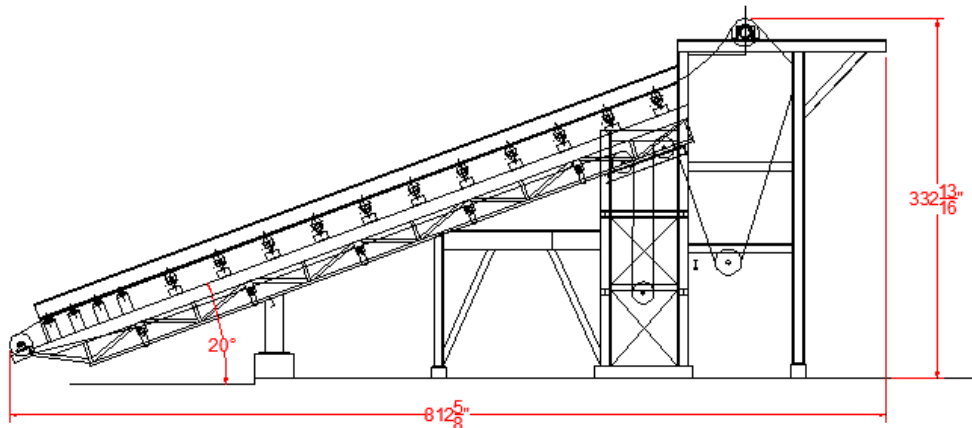
FORMULARIO PARA INSPECCIONES SEMESTRALES				
Maquina: Pateador banda de hule				
Inspección por: Eléctrico (E) ____			Hoja 1 de 1	
No.	INSPECCION		ESTADO	TEC
<u>Subparte: Motor eléctrico</u>				
10	10	Realizar mediciones de aislamiento eléctrico al motor. Revisar norma IEEE-43-2000, no debe ser menor a 100 MΩ. Informar.		1E
OBSERVACIONES:			INSPECCIÓN REALIZADA POR:	
			Fecha de inspección ____ / ____ / ____	
			Firma Responsable	

Ficha Técnica Conductor banda de hule

	CENTRAL AZUCARERA DEL TEMPISQUE S.A.			
	FICHA TÉCNICA DE MÁQUINA			
	Código:	I-PC-5-3	Fecha:	1-Oct-14
Nombre:	Conductor Banda de Hule	Imagen (con fines ilustrativos)		
Fabricante:	-			
Modelo:	-			
Fecha de compra:	-			
Valor de compra:	-			
Función: Transportar la caña preparada desde el conductor # 2 hasta la parte superior del molino # 1 a una velocidad variable según las necesidades del proceso				
Largo aprox. (in)	612			
Alto (in)	332			
COMPONENTES PRINCIPALES				
1 Transmisión de potencia (ver anexo 3 ficha técnica)				
1.1 Motor eléctrico				
Código:	I-PC-5-3-6-18		Componente:	CME 00602
Marca:	Siemens		Modelo	-
Potencia (HP):	50		Fase	-
Voltaje (V):	460		F.P. (cos ϕ)	-
Corriente (A):	-		RPM	1778
Roll, lado libre	-		Roll, lado acople	-
1.2 Acople				
Marca:	FALK		Modelo:	1080T10C
Tipo:	Steelflex		-	-
1.3 Reductor de velocidad				
Código:	I-PC-5-3-6-14		Componente:	CRP 00241
Marca:	FALK		Modelo	2090FZ2B
M.O.	7-466304-01		Potencia (HP)	-
Ratio:	31.15		Velocidad entrada (RPM)	1750
Capacidad (Lts)	12.11		Velocidad salida (RPM)	56.1
1.4 Sprockets				
Piñón (dientes):	35		Rueda (dientes):	40
Paso	2.5		Paso	2.5
1.5 Cadena				
Marca:	-		Modelo	RC 200
Eslabones:	-		Paso (in)	2.5

ANEXOS-PATEADOR DE BANDA DE HULE

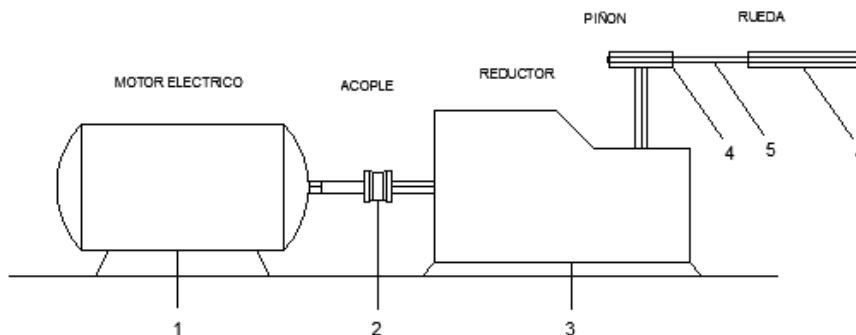
1. Dimensiones aproximadas



2. Componentes de la banda de hule

Cantidad	Especificaciones
1	Banda de Hule sinfín (End Less) de 84" ancho y 190' de largo, grado 4-PLY 440 con cover de 1/4 x 1/16".
6	Flat Belt Idlers cushiom, tipo LINK BELT modelo E 4716S-84, rodillo de 7"x87", distancia entre centros 93", eje y chumacera PB-22439H de 2 7/16".
4	V Return Idlers de 15°, tipo LINK BELT modelo E 4686S-84, rodillo de 6", distancia entre centros de 93".
3	Return Belt Idlers, LINK BELT modelo E 4617S-84, rodillo de 6"
14	Throughed Belt Idlers de 20°, tipo LINK BELT modelo E4601S-84, rodillo de 6" y distancia entre centros 93".
1	Polea motriz Vulcanized Rubber Liner, de 24" diámetro y 87" largo (ejes terminados según plano CIASA)

3. Detalle transmisión de potencia



Inspecciones preventivas conductor banda de hule

MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO						
Empresa: Central Azucarera Tempisque (CATSA)						
Planta: Ingenio						
Departamento: Patio de caña						
Área: Conductores		Fecha de elaboración: 30 de Setiembre 2014				
Máquina: Conductor Banda de Hule		Código: I-PC-5-3	Hoja 1 de 3			
No.	INSPECCION		PER*	FRE*	DUR*	TEC*
<u>Subparte: Banda de hule</u>						
1	1	Verificar que la banda de hule se encuentre alineada con respecto al eje de cola y de mando. Informar.	S	20	10	1M
2	2	Verificar que la unión de la banda se encuentre en buen estado, que no se presenten secciones despegadas o desgaste evidente. Informar.	S	20	5	1A
3	33	Limpiar las esteras del conductor #2 utilizando vapor y agua. Asegurarse que no quede material acumulado entre las esteras. Corregir si es necesario.	T	280	20	1A
4	34	Verificar el estado de los sellos laterales de la banda de hule, que no se encuentren rasgados y/o despegados. Informar.	S	20	10	1A
5	35	Limpiar eje de cola y eje de mando. Asegurarse que no queden residuos de caña. Corregir si es necesario.	T	280	20	1A
6	36	Lavar malla de filtro Tromel con soda caustica. No utilizar vapor. Presión 160 psi. Asegurarse que no queden residuos incrustados en la malla del filtro. Corregir si es necesario.	S	20	20	1A
<u>Subparte: Cadena</u>						
7	6	Verificar desgaste de los elementos de la cadena (pasadores, bujes, placa interior y exterior). Corregir si es necesario.	M**	4	10	1M
8	8	Verificar visualmente la tensión de la cadena. Informar.	S	20	5	1M
<u>Subparte: Sprocket</u>						
9	9	Verificar ajuste mecánico de los elementos de sujeción, el sprocket debe estar firmemente ajustado al eje. Informar.	S	20	5	1M
<u>Subparte: Reductor de velocidad ("de baja")</u>						
10	13	Verificar que no existan fugas de aceite por los retenedores del reductor. Informar.	T	280	5	1M
11	15	Verificar que no existe sonido anormal a lo interno del reductor (golpeteo). Informar.	T	280	5	1M

Máquina: Conductor Banda de Hule		Código: I-PC-5-3	Hoja 2 de 3			
No.	INSPECCION		PER*	FRE*	DUR*	TEC*
<u>Subparte: Reductor de velocidad ("de baja")</u>						
12	16	Verificar apriete de los pernos de la base del reductor. Corregir si es necesario.	S	20	5	1M
<u>Subparte: Acople</u>						
13	18	Verificar estado de las rejillas del acople. Corregir si es necesario (cambiar).	M**	4	15	1M
14	19	Verificar el ajuste de los tornillos de fijación de las tapas del acople. Utilizar instrumento con luz estroboscópica. Informar.	S	20	10	1M
<u>Subparte: Motor eléctrico</u>						
15	20	Realizar medición de temperaturas por termografía infrarroja para análisis y evaluación posterior. Informar.	S	20	15	1E
16	21	Realizar mediciones de aislamiento eléctrico al motor. Revisar norma IEEE-43-2000, no debe ser menor a 100 MΩ. Informar.	E	1	15	1E
17	22	Realizar mediciones de aislamiento eléctrico a los cables de alimentación. Revisar valor recomendado mínimo según calibre del cable. Informar.	E	1	15	1E
18	23	Limpiar la superficie externa del motor para remover polvo y suciedad.	D	140	5	1A
<u>Subparte: Variador de frecuencia</u>						
19	40	Revisar borneras de línea 4-20mA limpiar y resocar. Corregir si es necesario.	Q	10	5	1I
20	41	Verificar que los ductos y cableado de la línea 4-20mA se encuentren en buen estado. Corregir si es necesario.	Q	10	10	1I
<u>Subparte: Elementos de protección y seguridad</u>						
21	46	Verificar que la cubierta protectora de la cadena se encuentre en su lugar y debidamente sujeta. Corregir si es necesario.	S	20	5	1A
22	45	Verificar estado de los pisos en pasillos, escaleras y barandas. Las uniones con soldadura no deben estar despegadas y la pintura en buen estado. Corregir si es necesario.	S	20	10	1S
<p>*PER = Periodo de las inspecciones (T= Turno, D= Diario, S= Semanal, Q=Quincenal, M= Mensual, TR = Trimestral, E= Semestral). FRE = Frecuencia para un horizonte de 20 semanas. DUR = Tiempo de duración de la inspección en minutos. TEC = Técnico asignado al trabajo (M = Mecánico, E = Eléctrico, I= Instrumentista, A = Ayudante). **El trabajo debe coordinarse en una parada del ingenio, ya sea paro programado (200000-225000 toneladas) o paro por reparación.</p>						

Formulario para realizar inspecciones por turno en conductor banda de hule

FORMULARIO PARA INSPECCIONES POR TURNO										
Maquina: Conductor Banda de hule						Semana: ___ / ___ / ___ al ___ / ___ / ___				
Tipo de inspección: Mecánico (M) ___ Ayudante* (A) ___								Hoja 1 de 1		
No.	INSPECCION		L	K	M	J	V	S	D	TEC
Subparte: Banda de hule										
3	33	Limpiar las esteras del conductor #2 utilizando vapor y agua. Asegurarse que no quede material acumulado entre las esteras. Corregir si es necesario.								1A
5	35	Limpiar eje de cola y eje de mando. Asegurarse que no queden residuos de caña. Corregir si es necesario.								1A
Subparte: Reductor de velocidad										
10	13	Verificar que no existan fugas de aceite por los retenedores del reductor. Informar.								1M
11	15	Verificar que no existe sonido anormal a lo interno del reductor (golpeteo). Informar.								1M
OBSERVACIONES:			INSPECCIÓN REALIZADA POR:							
			Día	Turno 1			Turno 2			Firma de responsable
			L							
			K							
			M							
			J							
			V							
			S							
			D							
*Limpiador										

Formulario para realizar inspecciones diarias en conductor banda de hule

FORMULARIO PARA INSPECCIONES DIARIAS										
Máquina: Conductor banda de hule						Semana: ___ / ___ / ___ al ___ / ___ / ___				
Tipo de inspección: Ayudante* (A) ___								Hoja 1 de 1		
No.	INSPECCION		L	K	M	J	V	S	D	TEC
Subparte: Motor eléctrico										
18	23	Limpiar la superficie externa del motor para remover polvo y suciedad.								1A
OBSERVACIONES:			INSPECCIÓN REALIZADA POR:							
			L							Firma responsable
			K							
			M							
			J							
			V							
			S							
			D							
*Limpiadores										

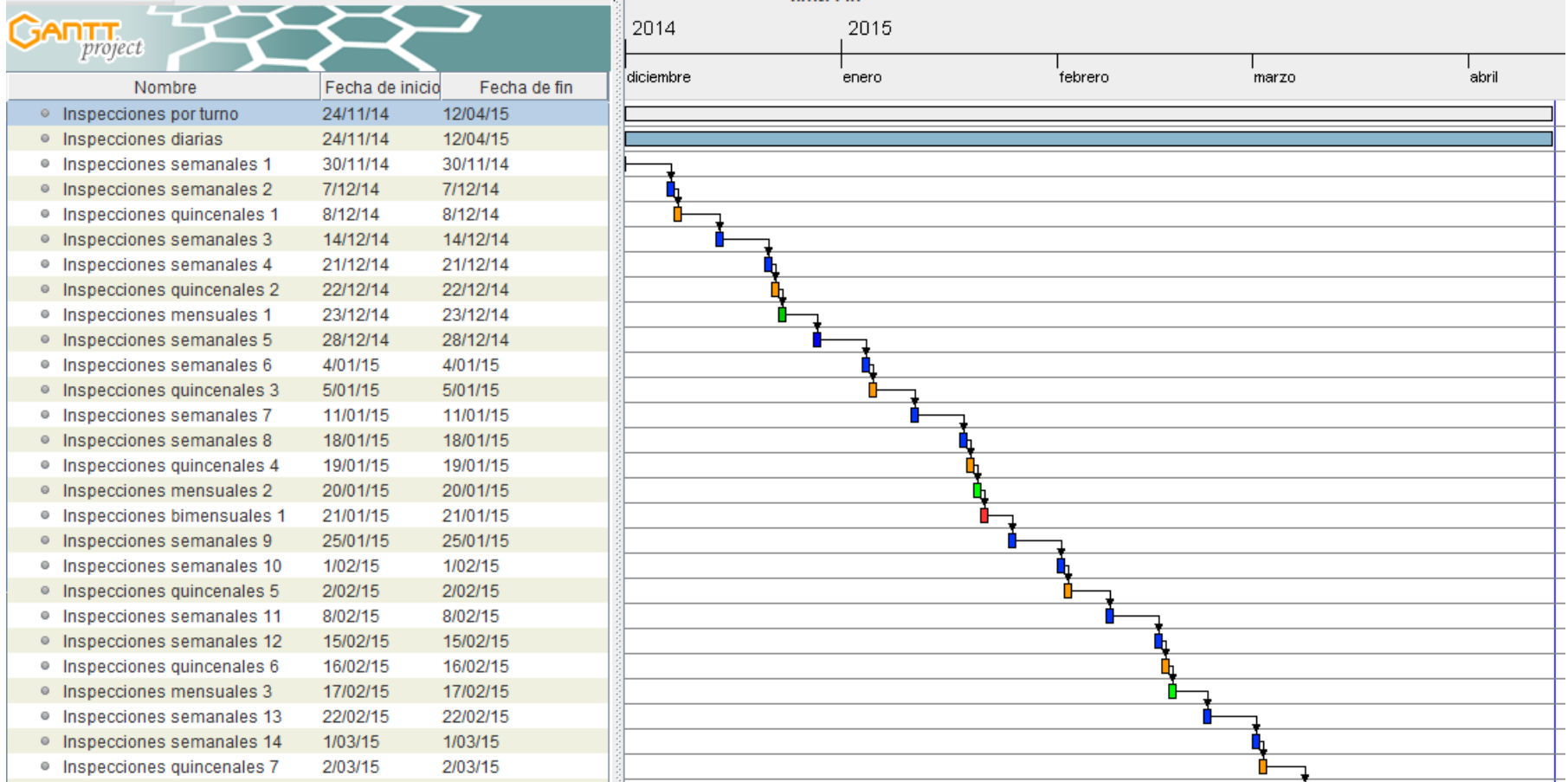
Formulario para realizar inspecciones quincenales y mensuales en conductor banda de hule

FORMULARIO PARA INSPECCIONES QUINCENALES Y MENSUALES									
Maquina: Desfibradora									
Mes: _____									
Inspección por: Mecánico (M) ____ Instrumentista (I) ____				Hoja 1 de 1					
No.	INSPECCION				Q1	Q2	M	TEC	
<u>Subparte: Cadena</u>									
7	6	Verificar desgaste de los elementos de la cadena (pasadores, bujes, placa interior y exterior). Corregir si es necesario.							1M
<u>Subparte: Acople</u>									
13	18	Verificar estado de las rejillas del acople. Corregir si es necesario (cambiar).							1M
<u>Subparte: Variador de frecuencia</u>									
19	40	Revisar borneras de línea 4-20mA limpiar y resocar. Corregir si es necesario.							1I
20	41	Verificar que los ductos y cableado de la línea 4-20mA se encuentren en buen estado. Corregir si es necesario.							1I
OBSERVACIONES QUINCENA 1:						Fecha de inspección ____ / ____ / ____			
						INSPECCIÓN REALIZADA POR:			
						Firma Responsable			
OBSERVACIONES QUINCENA 2:						Fecha de inspección ____ / ____ / ____			
						INSPECCIÓN REALIZADA POR:			
						Firma Responsable			
OBSERVACIONES MENSUALES:						Fecha de inspección ____ / ____ / ____			
						INSPECCIÓN REALIZADA POR:			
						Firma Responsable			

Formulario para realizar inspecciones semestrales en conductor banda de hule

FORMULARIO PARA INSPECCIONES SEMESTRALES					
Maquina: Banda de hule					
Inspección por: Eléctrico (E) ____			Hoja 1 de 1		
No.	INSPECCION			ESTADO	TEC
<u>Subparte: Motor eléctrico</u>					
16	21	Realizar mediciones de aislamiento eléctrico al motor. Revisar norma IEEE-43-2000, no debe ser menor a 100 MΩ. Informar.			1E
17	22	Realizar mediciones de aislamiento eléctrico a los cables de alimentación. Revisar valor recomendado mínimo según calibre del cable. Informar.			1E
OBSERVACIONES:				INSPECCIÓN REALIZADA POR:	
				Fecha de inspección ____ / ____ / ____	
				Firma Responsable	

Anexo 19. Diagrama de Gantt para la calendarización de las inspecciones (Hoja 1 de 2)



Anexo 20. Diagrama de Gantt para la calendarización de las inspecciones (Hoja 2 de 2)

