

UNIVERSIDAD CENTROAMERICANA JOSÉ SIMEÓN CAÑAS
UNIVERSIDAD DON BOSCO



**“ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN
CONFIABILIDAD (MCC) EN INGENIO CENTRAL IZALCO”**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PREPARADO PARA
LA FACULTAD DE POSTGRADOS UCA Y
CENTRO DE ESTUDIOS DE POSTGRADOS UDB**

**PARA OPTAR AL GRADO DE
MAESTRO EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

POR
TONY GUERRA ORTIZ
EFRAIN ANTONIO JIMENEZ UMAÑA
YURI ALFREDO CHAVEZ POSADA

JUNIO 2019
ANTIGUO CUSCATLÁN, EL SALVADOR, C.A

Rectores

Andreu Oliva de la Esperanza, S.J.
Mario Rafael Olmos Argueta, SDB.

Secretarias Generales

Silvia Elinor Azucena de Fernández
Yesenia Xiomara Martínez Oviedo

Decana de Postgrados UCA

Nelly Arely Chévez Reynosa

Decano de Postgrado UDB

Herbert Humberto Belloso Funes

Directores de la Maestría en Gerencia de Mantenimiento Industrial

Laura Beatriz Orellana UCA
José Luis Martínez UDB

Director de Tesis

Carlos Parra

INDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN.....	- 1 -
II. OBJETIVOS	- 3 -
2.1 OBJETIVO GENERAL	- 3 -
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	- 3 -
III. ALCANCES Y LIMITACIONES	- 4 -
IV. RESULTADOS ESPERADOS	- 5 -
V. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	- 8 -
VI. MARCO DE REFERENCIA.....	- 10 -
6.1 ANTECEDENTES DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (MCC)	- 10 -
6.2 CONCEPTO DEL MCC	- 11 -
6.2.1 EL MCC SE DEFINE DE LA SIGUIENTE FORMA.	- 12 -
6.2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL MCC.	- 12 -
6.3 PROCESO DE IMPLANTACIÓN DEL MCC	- 13 -
6.3.1 FORMACIÓN DEL EQUIPO NATURAL DE TRABAJO DEL MCC	- 14 -
6.3.2 SELECCIÓN DEL SISTEMA Y DEFINICIÓN DEL CONTEXTO OPERACIONAL	- 17 -
6.3.2.1 Técnicas de Análisis de Criticidad Aplicadas en el Proceso de MCC.....	- 19 -
6.3.2.2 Análisis del Contexto Operacional.....	- 22 -
6.3.3 DESARROLLO DEL ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLOS (AMEF)	- 26 -
6.3.3.1 AMEF. Definición de Funciones y Estándares de Ejecución.....	- 27 -
6.3.3.2 AMEF. Definición de Fallos Funcionales.....	- 29 -
6.3.3.3 AMEF. Definición de Modos de Fallos	- 30 -
6.3.3.4 AMEF. Definición de los Efectos y Consecuencias de los Modos de Fallos	- 32 -
6.3.4 PROCESO DE SELECCIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO (ÁRBOL LÓGICO DE DECISIÓN DEL MCC) ..	- 35 -
6.3.4.1 Actividades de Mantenimiento Preventivas (Proactivas)	- 37 -
6.3.4.2 Actividades de Mantenimiento Correctivas (Reactivas)	- 39 -
6.4 MODELO WEIBULL	- 39 -
VII. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	- 43 -
7.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	- 43 -
7.2 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	- 43 -
7.3 INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.....	- 43 -
VIII. PROPUESTA DEL PLAN	- 44 -

8.1	MATRIZ DE CRITICIDAD.....	- 44 -
8.2	DESARROLLO DEL AMEF.....	- 46 -
8.2.1	ANALISIS DE MODO DE FALLAS DE ELEVADORES DE CAÑA	- 47 -
8.2.2	ANALISIS DE MODO DE FALLAS DE PICADORA DE CAÑA	- 49 -
8.2.3	ANALISIS DE MODO DE FALLAS DE RODILLOS DE LIMPIEZA	- 51 -
8.2.4	ANALISIS DE MODO DE FALLAS DE TRANSPORTADOR DE BAGAZO 4	- 53 -
8.2.5	ANALISIS DE MODO DE FALLAS DE TRANSPORTADOR DE CAÑA 1 Y 2.....	- 55 -
8.2.6	ANALISIS DE MODO DE FALLAS DE TRANSPORTADOR DE CAÑA 3	- 57 -
8.2.7	ANALISIS DE MODO DE FALLAS DE TRANSPORTADOR 2 DE RETORNO DE BAGAZO	- 59 -
8.2.8	ANALISIS DE MODO DE FALLAS DE TRANSPORTADOR 5 DE BAGAZO	- 61 -
8.2.9	ANALISIS DE MODO DE FALLAS DE TRANSPORTADOR RETORNO BAGAZO.....	- 63 -
8.3	ANALISIS DE WEIBULL	- 65 -
8.4	PLAN DE MANTENIMIENTO	- 75 -
8.5	PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO.....	- 86 -
8.5.1	PROCEDIMIENTO DE ALINEACIÓN DE POLEAS Y TENSIÓN DE CORREAS.....	- 86 -
8.5.2	PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN CON ULTRASONIDO	- 90 -
8.5.3	PROCEDIMIENTO DE MONITOREO DE VIBRACIONES MECANICAS.....	- 96 -
8.5.4	PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN CON LIQUIDOS PENETRANTES	- 105 -
8.5.5	PROCEDIMIENTO PARA LUBRICACIÓN GENERAL DE EQUIPOS	- 111 -
8.5.6	PROCEDIMIENTO MEDICÓN DE ESPESORES EN ZONAS LAMINARES Y TUBERÍAS	- 116 -
8.5.7	PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE ACEITE USADO EN CAJAS REDUCTORAS	- 123 -
8.5.8	PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN DE RODILLOS DE LIMPIEZA	- 131 -
8.5.9	PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN DE PICADORAS DE CAÑA.....	- 135 -
8.5.10	PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN ELEVADORES DE CAÑA	- 140 -
8.5.11	PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN EN TRANSPORTADORES DE CAÑA.....	- 143 -
8.5.12	PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN EN TRANSPORTADORES DE BAGAZO	- 150 -
8.6	RESUMEN GERENCIAL	- 163 -
8.6.1	ELEVADORES DE CAÑA	- 164 -
8.6.2	PICADORA DE CAÑA.....	- 165 -
8.6.3	RODILLOS DE LIMPIEZA.....	- 165 -
8.6.4	TRANSPORTADOR DE BAGAZO 4	- 166 -
8.6.5	TRANSPORTADOR DE CAÑA 1 Y 2	- 166 -
8.6.6	TRANSPORTADOR DE CAÑA 3	- 167 -
8.6.7	TRANSPORTADOR 2 DE RETORNO	- 167 -
8.6.8	TRANSPORTADOR 1 DE RETORNO	- 168 -
8.6.9	TRANSPORTADOR DE BAGAZO 5	- 168 -
8.6.10	REPORTE DE SEGUIMIENTO PARA EQUIPOS	- 169 -
8.7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	- 170 -
IX.	CRONOGRAMA.....	172

10.1	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	172
X.	BIBLIOGRAFÍA	173
	GLOSARIO	174
XI.	ANEXOS	178
	ANEXO A MATRIZ DE CRITICIDAD	178
	ANEXO B AMEF	185
	ANEXO C. GRAFICAS DE WEIBULL.....	293

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Centroamerica	- 8 -
Ilustración 2. Inegenios Grupo CASSA	- 9 -
Ilustración 3. Ubicacion geográfica Ingenio Central Izalco	- 9 -
Ilustración 4 Cronograma	172
Ilustración 5 Elevadores de caña 1, 2, 3, 4, 5	185
Ilustración 6 Contexto operacional sistema picadoras de caña 1, 2, 3	196
Ilustración 7 Contexto operacional Sistema Rodillos de limpieza	207
Ilustración 8 Contexto operacional sistema de transporte de bagazo 4	217
Ilustración 9 Contexto operacional sistema Transportador de caña 1, 2	228
Ilustración 10 Contexto operacional sistema Transportador de caña 3	241
Ilustración 11 Contexto operacional sistema Transporte 2 de retorno de bagazo	257
Ilustración 12 Contexto operacional sistema Transporte de bagazo 5	267
Ilustración 13 Contexto operacional sistema de Transportador de bagazo de retorno	280
Ilustración 14 Elevador de caña, Desgaste excesivo o fractura en corredera de plástico	293
Ilustración 15 Elevador de Caña, Cadena Quebrada	294
Ilustración 16 Elevador de Caña, Corredera de lamina By-pass atoradas	295
Ilustración 17 Elevador de Caña, Desgaste excesivo en lamina By-pass	296
Ilustración 18 Elevador de Caña, Desgaste excesivo en faldón zona laminar	297
Ilustración 19 Elevador de Caña, Desgaste excesivo o fractura de rodamientos de motor	298
Ilustración 20 Elevador de Caña, Desgaste excesivo o fractura de rodo tensor	299
Ilustración 21 Elevador de Caña, Desgaste excesivo o fractura de rodo tensor	300
Ilustración 22 Elevador de Caña, Eje quebrado de rodo tensor	301
Ilustración 23 Elevador de Caña, Faja reventada	302
Ilustración 24 Elevador de Caña, Tornillos o tuerca quebrada	303
Ilustración 25 Elevadores de caña Falta de abastecimiento de caña	304
Ilustración 26 Elevadores de caña Falta de lubricante en chumaceras	305
Ilustración 27 Picadoras de caña 1, 2 y 3 Acople dañado	306
Ilustración 28 Picadoras de caña 1, 2 y 3 Cuchillas quebradas	307
Ilustración 29 Picadoras de caña 1, 2 y 3 Desgaste de insertos de cuchillas	308

Ilustración 30 Picadoras de caña 1, 2 y 3 Desgaste excesivo o fractura rodamiento de motor ...	309
Ilustración 31 Picadoras de caña 1, 2 y 3 Desgaste excesivo/fractura rodamientos de chumacera	310
Ilustración 32 Picadoras de caña 1, 2 y 3 Picadora atorada.....	311
Ilustración 33 Rodillos de limpieza mesa #2 Desgaste excesivo o fractura rodamiento o chumacera de brida	312
Ilustración 34 Rodillos de limpieza mesa #2 Saturación de tierra entre los discos	313
Ilustración 35 Rodillos de limpieza mesa #2 Falta de abastecimiento de caña en rodillos de limpieza	314
Ilustración 36 Rodillos de limpieza mesa #2 Motor disparador por sobre carga	315
Ilustración 37 Rodillos de limpieza mesa #2 Desgaste excesivo o fractura rodamiento de motor	316
Ilustración 38 Transportador de caña N°1, 2 y 3 Cadena de arraste quebrada.....	317
Ilustración 39 Transportador de caña N°1, 2 y 3 Desgaste excesivo o fractura en corredera de plástico.....	318
Ilustración 40 Transportador de caña N°1, 2 y 3 Desgaste excesivo o fractura rodamiento de motor	319
Ilustración 41 Transportador de caña N°1, 2 y 3 Desgaste excesivo o fractura rodo tensor	320
Ilustración 42 Transportador de caña N°1, 2 y 3 Duela quebrada.....	321
Ilustración 43 Transportador de caña N°1, 2 y 3 Eje quebrado Motriz, intermedio o cola rodo tensor	322
Ilustración 44 Transportador de caña N°1, 2 y 3 Falta de suministro de energía eléctrica	323
Ilustración 45 Transportador de caña N°1, 2 y 3 Tornillo o tuerca quebrada	324
Ilustración 46 Transportador de caña N°1, 2 y 3 Transportador atorado	325
Ilustración 47 Transportador de Bagazo N°4 Duela doblada.....	326
Ilustración 48 Transportador de Bagazo N°4 Fuga de bagazo en cuerpo de transportadores de bagazo.....	327
Ilustración 49 Transportador de Bagazo N°4 Disparo de motor eléctrico	328
Ilustración 50 Transportador de Bagazo N°4 Eslabon de cadena de arraste quebrado.....	329
Ilustración 51 Transportador de Bagazo N°4 Eslabon de cadena de transmisión roto.....	330
Ilustración 52 Transportador de Bagazo N°4 Falta de suministro de energía eléctrica	331

Ilustración 53 Transportador de Bagazo N°4 Transportador de bagazo atorado	332
Ilustración 54 Transportador N°2 retorno de Bagazo Disparo de motor eléctrico	333
Ilustración 55 Transportador N°2 retorno de Bagazo Duela doblada	334
Ilustración 56 Transportador N°2 retorno de Bagazo Eslabon de cadena de arrastre quebrado .	335
Ilustración 57 Transportador N°2 retorno de Bagazo Eslabon de cadena de transmisión roto ...	336
Ilustración 58 Transportador N°2 retorno de Bagazo Falta de suministro de energia eléctrica ..	337
Ilustración 59 Transportador N°2 retorno de Bagazo Fuga de bagazo en cuerpo de transportadores de bagazo	338
Ilustración 60 Transportador N°2 retorno de Bagazo Transportador de bagazo atorado	339
Ilustración 61 Transportador N°5 de Bagazo Banda atorada	340
Ilustración 62 Transportador N°5 de Bagazo Desalineación excesiva de banda de hule	341
Ilustración 63 Transportador N°5 de Bagazo Estaciones de rodillos con rodamientos dañados o pines quebrados	342
Ilustración 64 Transportador N°5 de Bagazo Fajas reventada	343
Ilustración 65 Transportador N°5 de Bagazo Falta de suministro de energia eléctrica	344
Ilustración 66 Transportador N°5 de Bagazo Motor disparador por sobre carga.....	345
Ilustración 67 Transportador Retorno Bagazo Acople quebrado	346
Ilustración 68 Transportador Retorno Bagazo Banda atorada.....	347
Ilustración 69 Transportador Retorno Bagazo Desalineación excesiva de banda de hule	348
Ilustración 70 Transportador Retorno Bagazo Falta de suministro de energia eléctrica	349
Ilustración 71 Transportador Retorno Bagazo Motor disparador por sobre carga	350

INDICE DE FIGURAS

Figura 6. 1 Flujograma de implantación del MCC.....	- 14 -
Figura 6. 2 Integrantes de un Equipo Natural de Trabajo de MCC.....	- 15 -
Figura 6. 3 Representación genérica de la matriz de criticidad.....	- 21 -
Figura 6. 4 Diagrama Entrada Proceso Salida.....	- 23 -
Figura 6. 5 Diagrama Entrada Proceso Salida: Sistema de Compresión.....	- 26 -
Figura 6. 6 Esquema de análisis de los modos y efectos de fallos.	- 27 -
Figura 6. 7 Diagrama para determinar consecuencias de modos de fallos.....	- 34 -
Figura 6. 8 Lógica de la selección de estrategias de Mantenimiento: enfoque MCC	- 36 -
Figura 6. 9 Curva de comportamiento de los fallos potenciales (intervalo P-F).	- 37 -

INDICE DE GRAFICAS

Grafica 8. 1 Tiempos fuera de servicio actual vs esperado elevadores de caña.	48 -
Grafica 8. 2 Costos por fallas funcionales actual vs esperado elevadores de caña.	48 -
Grafica 8. 3 Ahorro potencial y pareto elevadores de caña.....	49 -
Grafica 8. 4 Tiempos fuera de servicio actual vs esperado picadora de caña.	50 -
Grafica 8. 5 Costos por fallas funcionales actual vs esperado picadora de caña.....	50 -
Grafica 8. 6 Ahorro potencial y pareto picadora de caña.....	51 -
Grafica 8. 7 Tiempos fuera de servicio actual vs esperado rodillos de limpieza.	52 -
Grafica 8. 8 Costos por fallas funcionales actual vs esperado rodillos de limpieza.	52 -
Grafica 8. 9 Ahorro potencial y pareto rodillos de limpieza.....	53 -
Grafica 8. 10 Tiempos fuera de servicio actual vs esperado transportador de bagazo #4.....	54 -
Grafica 8. 11 Costos por fallas funcionales actual vs esperado transportador de bagazo #4.....	54 -
Grafica 8. 12 Ahorro potencial y pareto transportador de bagazo #4.....	55 -
Grafica 8. 13 Tiempos fuera de servicio actual vs esperado transportadores de caña 1 y 2.....	56 -
Grafica 8. 14 Costos por fallas funcionales actual vs esperado transportadores de caña 1 y 2.	56 -
Grafica 8. 15 Ahorro potencial y Pareto transportadores de caña 1 y 2.	57 -
Grafica 8. 16 Tiempos fuera de servicio actual vs esperado transportador de caña #3.....	58 -
Grafica 8. 17 Costos por fallas funcionales actual vs esperado transportador de caña #3.....	58 -
Grafica 8. 18 Ahorro potencial y Pareto transportador de caña #3.....	59 -
Grafica 8. 19 Tiempos fuera de servicio actual vs esperado transportador 2 de retorno de bagazo.	60 -
Grafica 8. 20 Costos por fallas funcionales actual vs esperado transportador 2 de retorno de bagazo	60 -
Grafica 8. 21 Ahorro potencial y Pareto transportador 2 de retorno de bagazo.....	61 -
Grafica 8. 22 Tiempos fuera de servicio actual vs esperado transportador 5 de bagazo.....	62 -
Grafica 8. 23 Costos por fallas funcionales actual vs esperado transportador 5 de bagazo.....	62 -
Grafica 8. 24 Ahorro potencial y Pareto transportador 5 de bagazo.....	63 -
Grafica 8. 25 Tiempos fuera de servicio actual vs esperado transportador retorno bagazo.....	64 -
Grafica 8. 26 Costos por fallas funcionales actual vs esperado transportador retorno bagazo .-	64 -
Grafica 8. 27 Ahorro potencial y Pareto transportador retorno bagazo.....	65 -

Grafica 8. 28-Comparación de costos y tiempo de recuperación	- 164 -
Grafica 8. 29-Comparación de costos elevadores de caña	- 164 -
Grafica 8. 30-Comparación de tiempo promedio entre fallas Elevadores de caña.....	- 164 -
Grafica 8. 31-Comparación de costos Picadoras de caña.....	- 165 -
Grafica 8. 32-Comparación de tiempo promedio entre fallas Picadoras de caña.....	- 165 -
Grafica 8. 33-Comparación de costos Rodillos de limpieza	- 165 -
Grafica 8. 34-Comparación de tiempo promedio entre fallas Rodillos de limpieza	- 165 -
Grafica 8. 35-Comparación de costos Transportador de bagazo 4.....	- 166 -
Grafica 8. 36-Comparación de tiempo promedio entre fallas Transportador de bagazo.....	- 166 -
Grafica 8. 37-Comparación de costos Transportador de caña 1 y 2.....	- 166 -
Grafica 8. 38-Comparación de tiempo promedio entre fallas Transportador de caña 1 y 2....	- 166 -
Grafica 8. 39-Comparación de costos Transportador de caña 3.....	- 167 -
Grafica 8. 40-Comparación de tiempo promedio entre fallas Transportador de caña 3.....	- 167 -
Grafica 8. 41-Comparación de costos Transportador 2 de retorno.....	- 167 -
Grafica 8. 42-Comparación de tiempo promedio entre fallas Transportador 2 de retorno.....	- 167 -
Grafica 8. 43-Comparación de costos Transportador 1 de retorno.....	- 168 -
Grafica 8. 44-Comparación de tiempo promedio entre fallas Transportador 1 de retorno.....	- 168 -
Grafica 8. 45-Comparación de costos Transportador de bagazo 5.....	- 168 -
Grafica 8. 46-Comparación de tiempo promedio entre fallas Transportador de bagazo.....	- 168 -

INDICE DE TABLAS

Tabla 8. 1 Matris de criticidad.....	- 44 -
Tabla 8. 2 Equipos seleccionados para el plan MCC	- 46 -
Tabla 8. 3 Datos Weibull y factor β elevadores de caña	- 68 -
Tabla 8. 4 Datos Weibull y factor β Picadoras de caña	- 69 -
Tabla 8. 5 Datos Weibull Rodillos de limpieza mesa #2.....	- 69 -
Tabla 8. 6 Datos Weibull Transportador de bagazo #4	- 70 -
Tabla 8. 7 Datos Weibull Transportador de caña 1 y 2	- 71 -
Tabla 8. 8 Datos Weibull Transportador de caña 3	- 72 -
Tabla 8. 9 Datos Weibull Transportador 2 retorno bagazo	- 73 -

Tabla 8. 10 Datos Weibull Transportador 5 de bagazo	- 74 -
Tabla 8. 11 Transportador de retorno bagazo 1	- 75 -
Tabla 8. 12 Mantenimiento semanal Jefe de turno de mantenimiento	- 76 -
Tabla 8. 13 Mantenimiento quincenal Jefe de turno de mantenimiento.....	- 76 -
Tabla 8. 14 Mantenimiento mensual Jefe de turno de mantenimiento	- 77 -
Tabla 8. 15 Mantenimiento trimestral Jefe de turno de mantenimiento	- 78 -
Tabla 8. 16 Mantenimiento Anual Jefe de turno de mantenimiento	- 78 -
Tabla 8. 17 Mantenimiento diario Jefe de turno producción.....	- 79 -
Tabla 8. 18 Mantenimiento semanal Responsable de mantenimiento mecánico	- 79 -
Tabla 8. 19 Mantenimiento semanal Responsable de instrumentación.....	- 80 -
Tabla 8. 20 Mantenimiento mensual Responsable de instrumentación.....	- 80 -
Tabla 8. 21 Mantenimiento mensual Responsable mantenimiento eléctrico	- 80 -
Tabla 8. 22 Mantenimiento trimestral Responsable mantenimiento eléctrico	- 80 -
Tabla 8. 23 Mantenimiento mensual Responsable de mantenimiento molinos	- 80 -
Tabla 8. 24 Mantenimiento semanal Analista de predictivo	- 82 -
Tabla 8. 25 Mantenimiento anual Analista de predictivo.....	- 85 -
Tabla 8. 26 Ahorro potencial con plan MCC	- 163 -
Tabla Anexo 1 Clasificación de equipos críticos	184
Tabla Anexo 2 AMEF Elevadores de caña 1, 2, 3, 4, 5	190
Tabla Anexo 3 Plan de mantenimiento Elevadores de caña 1, 2, 3, 4, 5.....	195
Tabla Anexo 4 AMEF Picadoras de caña 1, 2 y 3.....	201
Tabla Anexo 5 Plan de mantenimiento Picadoras de caña 1, 2 y 3.....	206
Tabla Anexo 6 AMEF Rodillos de limpieza	211
Tabla Anexo 7 Plan de mantenimiento Rodillos de limpieza	216
Tabla Anexo 8 AMEF Transportador de Bagazo N°4	222
Tabla Anexo 9 Plan de mantenimiento Transportador de Bagazo N°4.....	227
Tabla Anexo 10 AMEF Transportador de caña 1, 2.....	233
Tabla Anexo 11 Plan de Mantenimiento Transportador de caña 1, 2	240
Tabla Anexo 12 AMEF Contexto Transportador de caña 3.....	247
Tabla Anexo 13 Plan de Mantenimiento Transportador de caña 3	256
Tabla Anexo 14 AMEF Transporte 2 de retorno de bagazo.....	262

Tabla Anexo 15 Plan de Mantenimiento Transporte 2 de retorno de bagazo	266
Tabla Anexo 16 AMEF Transporte de bagazo 5	271
Tabla Anexo 17 Plan de Mantenimiento Transporte de bagazo 5	279
Tabla Anexo 18 AMEF Transportador de bagazo de retorno	286
Tabla Anexo 19 Plan de Mantenimiento Transportador de bagazo de retorno	292

I. INTRODUCCIÓN.

Dentro de los procesos de producción de azúcar, en la industria la materia prima (Caña de azúcar) debe ser preparada y transportada para los diferentes sub procesos, para ello se usa el sistema de manejo y transporte de caña, formado por transportadores de tablillas y de bandas.

Durante el proceso la caña de azúcar pasa por tres subprocesos, es desfibrada en el patio de preparación de caña, se exprime el jugo en extracción, y finalmente el bagazo alimenta las calderas para producir vapor.

En la actualidad, es un reto para los ingenios azucareros evaluar la implantación de nuevas técnicas, con el objetivo principal de optimizar sus procesos de Gestión del Mantenimiento. Dentro de estas nuevas técnicas, la metodología de gestión del mantenimiento denominada: Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC), constituye actualmente, una de las principales y más efectivas herramientas para mejorar y optimizar el mantenimiento en los ingenios azucareros.

El régimen de producción de la industria azucarera y en particular del sistema transporte de caña y bagazo es que los equipos operen las 24 horas del día durante los aproximados 150 días de zafra, pero conseguir éste estándar no es fácil, porque los equipos sometidos a estas condiciones de operación tienen mayor probabilidad de tener eventos de falla, en ciertos casos repetitivos y continuos.

Los eventos de falla comprometen la producción diaria que la empresa ha fijado como meta de producción, por tanto buscar alternativas para controlar y disminuir estos eventos de falla, conseguir que los equipos - activos “continúen haciendo lo que los usuarios quieren que haga” es el objetivo del departamento de mantenimiento, la estrategia planteada al utilizar esta metodología, sustenta la investigación conocida dentro de la industria como Mantenimiento Centrado en Confiabilidad o MCC.

El análisis se sustenta como fuente de información datos reales de eventos de falla ocurridos en los años 2014 hasta 2018, adicionales conceptos de literatura técnica especializada, modos de falla que son analizados para proponer alternativas para su control, de tal manera poder disminuir la tasa de falla en los equipos.

Mostrar como una adecuada implementación de la metodología centrada en la confiabilidad puede optimizar mantenimiento, en específico el tiempo de paradas imprevistas y sus costos, como se sabe en la industria de producción de azúcar, tiende a utilizar maquinaria muy especializada, para las cuales no se tiene un mercado local en donde tener acceso inmediato a las refracciones, lo que se traduce en tener un inventario de piezas que representa un costo de oportunidad que se podría disminuir, sin poner en riesgo el proceso de producción. Importante debido a que se produce por temporadas en los que la caña tiene una curva de rendimiento en la cual produce más utilidades.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Proponer un plan de “Mantenimiento Centrado en Confiabilidad” para el sistema de transporte de caña y bagazo en el Ingenio Central Izalco, en base a los análisis de los modos de falla, varios de los cuales se han presentado en los equipos durante los años 2014 hasta 2018 de operación.

2.2 Objetivos Específicos

- Obtener la base teórica para el desarrollo de la metodología mantenimiento centrado en confiabilidad del sistema de transporte y manejo de caña en Ingenio Central Izalco, así como el indicador tasa de fallos.
- Establecer la metodología para realizar la propuesta de un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad del sistema de transporte y manejo de caña en Ingenio Central Izalco, analizando el contexto operacional e histórico de fallos.
- Realizar el análisis de fallas funcionales, causas y efectos que se han presentado en el sistema de transporte y manejo de caña en Ingenio Central Izalco, y proponer alternativas para reducir la consecuencia de estos modos de falla.
- Proponer un plan de mantenimiento de acuerdo a la metodología MCC, que sea aplicable a los equipos del sistema, para lograr reducir la tasa de fallos.
- Justificar económicamente la viabilidad de la inversión, por la mejora en la confiabilidad de los equipos
- Considerar una mejora en disponibilidad global de la empresa, actualmente 97%, debido a una implementación parcial de la metodología centrada en confiabilidad

III. ALCANCES Y LIMITACIONES

Dentro de los alcances se tienen:

- La elaboración de un plan se hará en los equipos críticos de preparación de caña y manejo de bagazo en sus equipos y elementos mecánicos de los sistemas.
- Identificar estrategias efectivas de mantenimiento que garanticen el funcionamiento estándar de los equipos para asegurar la productividad.
- Minimizar los costos de mantenimiento y el mantenimiento correctivo
- Que sirva como mejora continua en el sector agroindustrial.

Dentro de las limitaciones se tienen:

- De todos los ingenios azucareros de El Salvador, solo se tomarán como unidad de estudio el Ingenio Central Izalco del Grupo CASSA, Zafras 2016 a 2018.
- Para el registro de histórico de fallas se utilizara los datos del software SAP modulo PM del 2014 al 2018.

IV. RESULTADOS ESPERADOS

Para iniciar con este apartado, el área de estudio será en el área preparación de caña y manejo de bagazo. Este sitio es muy importante debido a que es el primer paso por donde circula la caña antes de entrar a proceso de extracción de jugo y posteriormente ser trasladado el bagazo como materia prima para la generación de vapor. Su importancia radica en que la maquinaria debe estar en óptimas condiciones ya que estos equipos son parte de la ruta crítica, es decir que no vaya a afectar al proceso parando molienda, generación de vapor y cogeneración de energía eléctrica. Por esta razón se tomará esta familia de equipos ya que es necesario que la confiabilidad sea lo suficientemente alta para garantizar la producción de azúcar y energía eléctrica. Actualmente solo se tiene implementado algunas técnicas de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, debido a esto se plantea realizar un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad de los equipos inmersos en el transporte de caña y manejo de bagazo. De manera que será necesario realizar un análisis de criticidad de los equipos inmerso en los sistemas de preparación de caña y manejo de bagazo, todo esto para tener en claro la clasificación de los equipos que califican para el plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad, es importante tener en claro que cada componente dentro de la ruta crítica juega un papel importante para la estabilidad del proceso de fabricación de azúcar y generación de energía eléctrica.

Entre los beneficios que se obtendrán con la realización del plan están los siguientes:

- Elaboración de jerárquica con base a la criticidad de los equipos.
- Definir cuáles son las funciones y los estándares de operación asociados con el activo en su actual entorno de operación
- Definir los modos de fallas de cada elemento que componen un equipo crítico, con respecto a la función que cumple en el contexto operacional.
- Acciones de mantenimiento identificadas a realizar para cada equipo.
- Poder planificar adecuadamente el mantenimiento de los equipos.
- Identificación de costos de mantenimiento por cada modo de falla en los equipos.
- Definir mediante un método probabilístico la frecuencia de mantenimiento esperada.
- Evidenciar el beneficio de la implementación de MCC.

Estos resultados, deberían ser solo considerados como las bases para implementar un plan de mantenimiento. Específicamente, estos deberían permitir que las funciones de mantenimiento completen todas las expectativas.

Mayor seguridad e integridad medioambiental.: el MCC considera las implicaciones Medioambientales y de seguridad de cada falla, antes de considerar sus efectos en las operaciones. Esto significa que se siguen determinados pasos para minimizar los riesgos ambientales, y la seguridad relativa a los equipos, de no lograrse eliminarlos por completo. Al integrar el aspecto seguridad en la corriente de toma de decisiones de mantenimiento, MCC también logra mejorar las actitudes en este punto.

Desempeño operativo optimizado: (rendimientos, calidad y servicio al cliente interno): MCC reconoce que todo tipo de mantenimiento es valedero, y proporciona reglas para decidir cual es el más aplicable en cada situación. De este modo, asegura que se escogen los métodos más apropiados de mantenimiento para cada bien en particular, y que se llevan a cabo las acciones necesarias en los casos en los que el mantenimiento no pueda ser de ayuda. Este esfuerzo de mantenimiento que presenta un enfoque más centrado conduce a una mejora productiva de los bienes existentes donde se la requiere.

Mejor relación costo-efectividad: MCC enfoca la atención continuamente en las actividades de mantenimiento que producen en mayor efecto en el desempeño de la planta. De este modo se asegura que lo invertido en mantenimiento, se utilizó de la manera prioritaria. Lo que es más, si MCC se aplica correctamente a los sistemas de mantenimiento existentes, disminuye la cantidad de trabajo de rutina (en otras palabras, las tareas de mantenimiento se llevaran a cabo en una base cíclica) destinando en cada periodo, generalmente entre el 40% y el 70%. Si MCC es utilizado para desarrollar un nuevo programa de mantenimiento, la carga de trabajo es sumamente menor que si dicho programa se basa en cualquier otro método.

Mayor vida útil en equipos de costos elevados: debido al énfasis centrado el uso de técnicas de manutención en condición.

Un banco de datos comprensible: Todo reporte de MCC termina con un registro completo y totalmente documentado de los requisitos de mantenimiento de todos los bienes significativos utilizados por la organización.

V. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La Planta Central de Izalco es una empresa miembro de Grupo CASSA, está ubicada en el municipio de Izalco en el departamento de Sonsonate, al oeste de El Salvador. La capacidad de molienda diaria es de 13,000 toneladas de caña de azúcar.

La Planta Central de Izalco lleva el nombre del volcán más joven en el paisaje salvadoreño. Durante 196 años, el volcán Izalco entró en erupción constantemente, en la medida en que su brillo podía verse en el mar. Esto dio lugar a su apodo, El Faro del Pacífico.

Según el p. Juan de Torquemada, basado únicamente en la leyenda oral, el asentamiento de "Tepcan Izalco" fue fundado en 1054 por la figura mítica Topiltzin Acxil. Este topónimo náhuatl significa "El lugar de las casas de obsidiana"

En 1964, nace la Compañía Azucarera Salvadoreña (CASSA), que inaugura su planta de producción de azúcar, Central de Izalco. Sus fundadores, el Sr. Tomás Regalado González y la Sra. Maria Regalado Mathies se comprometieron a crear un negocio para desarrollar la producción de caña de azúcar e impulsar el crecimiento social y económico en el país. La Planta Central de Izalco prepara una variedad de tipos de azúcar para los mercados de consumo nacional, industrial y directo. Desde su fundación, la producción de caña de azúcar se ha convertido en una de las principales actividades económicas en el área



Ilustración 1. Centroamerica



Ilustración 2. Ingenios Grupo CASSA

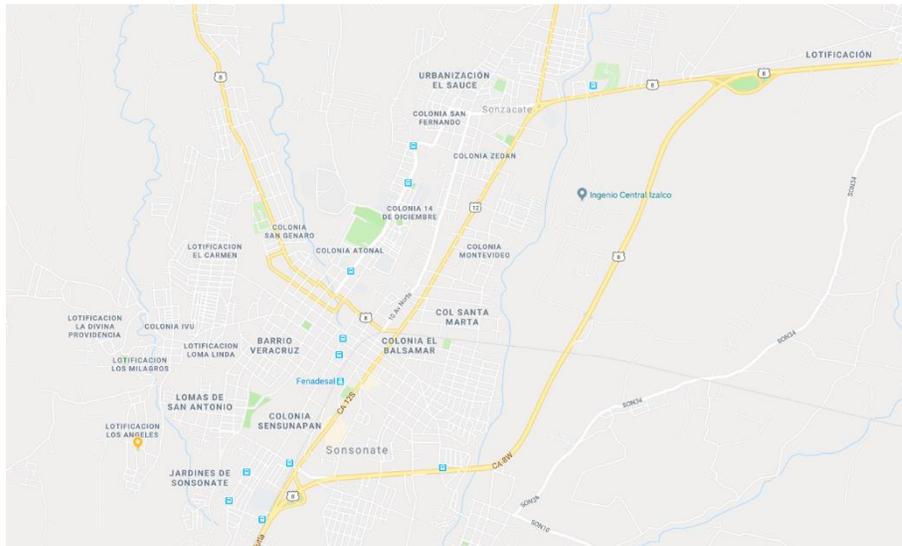


Ilustración 3. Ubicacion geográfica Ingenio Central Izalco

VI. MARCO DE REFERENCIA

6.1 Antecedentes del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC)

El método de optimización de planes de mantenimiento denominado: Mantenimiento Centrado en Fiabilidad, conocido comúnmente por sus siglas en inglés “RCM: Reliability Centered Maintenance”, se originó hacia el final de la década de los años 60, en un esfuerzo conjunto del gobierno y la industria aeronáutica norteamericana, a fin de establecer un proceso lógico y diseñar actividades de mantenimiento apropiadas con frecuencias óptimas para estas actividades, para atender el advenimiento de nuevas aeronaves de mayor tamaño, capacidad y complejidad, así como el crecimiento del parque aéreo (Jones, 1995).¹

La complejidad de los nuevos sistemas hacía casi imposible que los mismos fueran mantenidos con los antiguos conceptos y políticas. El objetivo de este grupo de trabajo fue establecer procedimientos de mantenimiento apropiados que permitieran reducir los tiempos de parada por mantenimiento, reducir los costes de mantenimiento e incrementar la seguridad de los vuelos (Moubray, 1991). Como resultado de este esfuerzo se publicó el documento “MSG-1: Maintenance Evaluation and Program Development”, el cual formaliza y establece nuevos criterios para el desarrollo de programas de mantenimiento. Anterior a la publicación del MSG-1, los programas de mantenimiento estaban diseñados para ser ejecutados en cada equipo sin considerar la importancia del mismo en el funcionamiento del sistema. La importancia de este documento radica en el cambio de los paradigmas existentes hasta ese momento para la conceptualización de las políticas de mantenimiento. A partir de este documento la orientación cambia desde la evaluación de las funciones del equipo hacia el análisis de las funciones del sistema.

Posteriormente, se publicó el documento MSG-2 para generalizar en toda la industria aeronáutica el uso de los procedimientos desarrollados en el MSG-1. En este segundo documento se incorporó una herramienta simple pero poderosa, llamada árbol de decisión lógico. Un árbol de decisión lógico es un diagrama que provee una secuencia de preguntas acerca de una serie de posibles eventos y sus consecuencias, estructurado de manera lógica y jerárquica. Cada pregunta en el árbol

¹ Fuente: Carlos Alberto Parra Márquez y Adolfo Crespo Márquez / Segunda Edición 2015 / Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos / Capítulo VII / Sevilla, España

de decisión sólo puede ser contestada con un SI o NO. La respuesta a cada pregunta puede conducir a una acción o a la próxima pregunta en la secuencia. El árbol es semejante a un mapa lógico de carreteras. Cada posible fallo de un sistema es categorizado mediante la aplicación del árbol lógico de preguntas, conduciendo al evaluador a un análisis lógico que finaliza al obtener una respuesta SI. En cada respuesta NO, el evaluador continúa con la siguiente pregunta en la secuencia. Si se alcanza el final del árbol, entonces la conclusión lógica es que no se requiere ninguna actividad para el modo de fallo en evaluación.

El éxito del MCC en la industria aeronáutica no tuvo precedentes, en un periodo de 16 años posterior a su implantación, las aerolíneas comerciales no experimentaron incremento en los costes unitarios de mantenimiento, aun cuando el tamaño y la complejidad de las aeronaves, así como los costes de operación se incrementaron durante el mismo periodo. También, para el mismo periodo, se incrementaron los records de seguridad de las aerolíneas (Moubray, 1991).

Los beneficios obtenidos por la industria aeronáutica no fueron un secreto y pronto el MCC fue adaptado y adecuado a las necesidades de otras industrias y sectores como la de generación de potencia mediante energía nuclear y solar, la minería, el transporte marítimo, etc., así como el ámbito militar. En todos estos sectores se presentan exitosos resultados tras la aplicación del MCC, mediante la conservación o incremento de la disponibilidad, al mismo tiempo que se ahorra en costes de mantenimiento. Algunos detalles del método se encuentran aún en desarrollo para adaptarse a las necesidades cambiantes de una amplia variedad de industrias, sin embargo, los principios básicos se mantienen.

6.2 Concepto del MCC

El MCC sirve de guía para identificar las actividades de mantenimiento con sus respectivas frecuencias a los activos más importantes de un contexto operacional. Esta no es una fórmula matemática y su éxito se apoya principalmente en el análisis funcional de los activos de un determinado contexto operacional, realizado por un equipo natural de trabajo. “El esfuerzo desarrollado por el equipo natural permite generar un sistema de gestión de mantenimiento flexible,

que se adapta a las necesidades reales de mantenimiento de la organización, tomando en cuenta, la seguridad personal, el ambiente, las operaciones y la razón coste/beneficio”²

6.2.1 El MCC se define de la siguiente forma.

“Filosofía de gestión del mantenimiento, en la cual un equipo multidisciplinario de trabajo, se encarga de optimizar la confiabilidad operacional de un sistema que funciona bajo condiciones de trabajo definidas, estableciendo las actividades más efectivas de mantenimiento en función de la criticidad de los activos pertenecientes a dicho sistema, tomando en cuenta los posibles efectos que originarán los modos de fallos de estos activos, a la seguridad, al ambiente y a las operaciones”. En otras palabras el MCC es una metodología que permite identificar estrategias efectivas de mantenimiento que permitan garantizar el cumplimiento de los estándares requeridos por los procesos de producción.

6.2.2 Características generales del MCC.

- Herramienta que permite ajustar las acciones de control de fallos (estrategias de mantenimiento) al entorno operacional
- Metodología basada en un procedimiento sistemático que permite generar planes óptimos de mantenimiento / produce un cambio cultural
- Los resultados de la aplicación del MCC, tendrán su mayor impacto, en sistemas complejos con diversidad de modos de fallo (ejemplo: equipos rotativos grandes)
- Maduración: mediano plazo-largo plazo

La metodología MCC, propone un procedimiento que permite identificar las necesidades reales de mantenimiento de los activos en su contexto operacional, a partir del análisis de las siguientes siete preguntas:

1. ¿Cuáles son las funciones y los estándares de ejecución asociados con el activo en su actual entorno de operación?
2. ¿En qué forma fallo el equipo, con respecto a la función que cumple en el contexto operacional?
3. ¿Qué causa cada fallo funcional?
4. ¿Qué ocurre cuando sucede un fallo?

² Fuente: Carlos Parra / Universidad de Sevilla Escuela Superior de Ingenieros / Taller de Mantenimiento Centrado en confiabilidad /Sevilla, España /pp 6-7

5. ¿Cómo impacta cada fallo?
6. ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir cada fallo funcional?
7. ¿Qué puede hacerse si no se conoce una tarea de prevención adecuada a este fallo?

Estas preguntas se van respondiendo a medida que se avanza en el proceso de implantación del MCC ordenada y metódicamente.

6.3 Proceso de Implantación del MCC

Antes de comenzar el análisis de las necesidades de mantenimiento de los activos en cualquier organización, es fundamental conocer qué tipo de activos físicos existen y decidir cuáles son los que deben someterse al proceso de revisión del MCC. Esto significa que debe realizarse un registro completo de los equipos, en el caso de que no existiera, aunque actualmente la mayoría de las industrias tienen ya esta clase de registro.

Una vez obtenido este registro, para una correcta aplicación del MCC es necesario una meticulosa planificación de los pasos a seguir. La figura 6.1 ilustra el orden que se debe seguir en los pasos del proceso de implantación del MCC:³

³ Fuente: Carlos Alberto Parra Márquez y Adolfo Crespo Márquez / Segunda Edición 2015 / Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos / Capítulo VII / Sevilla, España

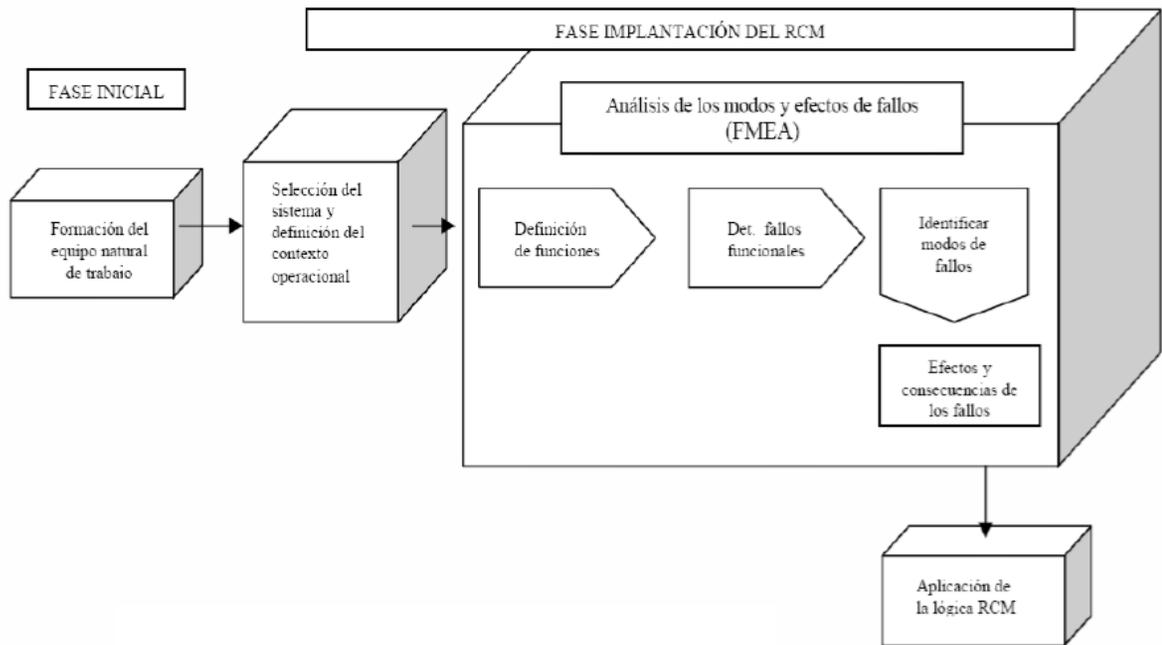


Figura 6. 1 Flujograma de implantación del MCC

Se observan en el flujograma dos grandes fases del proceso de implantación del MCC:

I FASE INICIAL:

- Formación del equipo natural de trabajo.

II. FASE DE IMPLANTACIÓN:

- Selección del sistema y definición del contexto operacional.
- Análisis de los modos y efectos de fallos (FMEA: Failure Modes and Effects Analysis)
- Aplicación de la lógica MCC (árbol de decisión de estrategias de mantenimiento)

En los siguientes apartados se describen detalladamente cada una de las etapas del proceso de implantación de MCC mostrado en la Figura 6.1

6.3.1 Formación del Equipo Natural de Trabajo del MCC

Para dar respuesta a las 7 preguntas básicas del MCC, es necesario crear un equipo natural de trabajo constituido por personas con distintas funciones dentro de la organización que sean capaces de responder entre todos dichas preguntas. En la práctica, el personal de mantenimiento de la

organización no puede responder a todas las preguntas por sí mismo debido a que algunas de las respuestas deben ser proporcionadas por el personal de producción u operación, sobre todo las relacionadas con el funcionamiento deseado del equipo y las consecuencias y efectos de los fallos. Por este motivo, las personas que trabajan diariamente con los equipos son una valiosa fuente de información que no hay que ignorar en el análisis mediante la metodología MCC.

Para asegurar que todos los puntos de vista estarán contemplados a la hora de hacer el estudio, es importante que haya personas de diferentes departamentos. En general, esto no debe significar formar grupos de menos de 4 ni más de 7 personas, lo ideal es un grupo formado por 5 o 6 componentes (ver Figura 6.2).



Figura 6. 2 Integrantes de un Equipo Natural de Trabajo de MCC

El grupo de trabajo, según Moubrey (1991), debe incluir los siguientes participantes:

- Personal de Operación: experto en manejo de sistemas y equipos, las personas que viven el día a día de la operación de los equipos son una valiosa fuente de información.
- Personal de Mantenimiento: expertos en reparación y mantenimiento de sistemas y equipos.
- Ingeniero de Procesos: aporta visión global de los procesos.
- Programador: aporta visión sistémica de la actividad.

- Especialista externo: experto en un área específica. En ocasiones, también es interesante incluir al fabricante de equipos.
- Facilitador: asesor experto en la metodología MCC.

El objetivo de cada grupo de trabajo (Moubray, 1991) es usar la metodología MCC para determinar las necesidades de mantenimiento de un activo específico o una parte concreta de un proceso. Para que el grupo de trabajo sea efectivo se debe facilitar la interacción y participación de todos los miembros en las discusiones, en una atmósfera relajada e informal donde los desacuerdos sean ampliamente debatidos con el fin de resolverlos. Además, no existen jerarquías en el grupo de trabajo, se escucha a cada uno y no hay miedo a hacer sugerencias. La ayuda externa es bienvenida y usada cuando es adecuado. Hay aceptación y compromiso con el objetivo por parte de todos. La clave para del éxito del proceso de implantación del MCC es el consenso de los diferentes integrantes del grupo de trabajo. Cada miembro del grupo contribuye en la medida que pueda en cada etapa del proceso. Ninguna decisión debe ser tomada mientras no haya sido aceptada por todo el grupo.

Dentro del equipo natural de implantación del método MCC, la responsabilidad del facilitador del grupo de trabajo es de suma importancia, su función principal consiste en guiar y conducir el proceso de implantación del MCC, es decir, es el encargado de asegurar que el proceso de implantación del MCC se realice de forma ordenada y efectiva. El facilitador debe realizar dentro del grupo de trabajo una serie de actividades:

- Guiar al equipo de trabajo en la realización del análisis de los modos y efectos de fallos (FMEA), y en la selección de las actividades de mantenimiento.
- Ayudar a decidir a qué nivel debe ser realizado el análisis de modos y efectos de fallos.
- Ayudar a identificar los activos que deben ser analizados bajo la metodología MCC.
- Asegurar que las reuniones de trabajo sean conducidas de forma profesional y se lleven a cabo con fluidez y normalidad.
- Asegurar un verdadero consenso en las decisiones.
- Motivar al equipo de trabajo.
- Asegurar que toda la documentación a registrar durante el proceso de implantación del MCC sea conducida correctamente.

Según Moubray (1991), de todos los factores que afectan a la calidad final de los resultados del MCC, el perfil y las habilidades del facilitador es uno de los más importantes. Esto influye tanto

en la calidad técnica del análisis como en el ritmo al que el análisis es realizado y la actitud de los participantes hacia el MCC. Las características principales que debe cumplir el perfil del facilitador son: amplia capacidad de análisis, alto nivel técnico, alto desarrollo de cualidades personales como liderazgo, credibilidad, seguridad, confianza, y habilidades para conducir reuniones de trabajo, es decir, tener facilidad para comunicarse.

6.3.2 Selección del Sistema y Definición del Contexto Operacional

El primer paso a dar en la implantación del MCC es la selección de los sistemas o equipos a los que se va a aplicar esta metodología. Se debe determinar la parte de nuestras instalaciones a estudiar y la parte o elementos que quedarán excluidos de ese estudio y, una vez delimitado el sistema a estudiar, determinar su composición, los elementos de nivel inmediatamente inferior que lo constituyen y así sucesivamente, siguiendo con una estructura de árbol hasta el nivel que ya se considere como un todo indivisible desde el punto de vista del mantenimiento. Téngase en cuenta que esta estructura puede no ser jerárquica en el sentido estricto, sino tener ramas que se interrelacionan en un mismo nivel o ramas entre niveles no contiguos. Los subsistemas que a su vez tienen bucles de control están en este caso y, por tanto, se deben tratar los bucles como unidades indivisibles, desde el punto de vista del sistema principal, de manera que quede reducido a una estructura jerárquica en árbol pura. Para establecer el sistema o sistemas a los que se va a aplicar el método MCC, definir sus límites y su estructura es necesario responder a las dos preguntas (Moubray, 1991):

1. ¿Cuál debería ser el nivel de detalle que se requiere para realizar el análisis de los modos y efectos de fallos del sistema seleccionado?
2. ¿Debería ser analizada toda el área seleccionada, y si no es necesario, que debería hacerse para seleccionar la parte a analizar y con qué prioridad deben analizarse cada una de las partes?

Para entender mejor lo que significa nivel de detalle es necesario que los grupos de trabajo confirmen o definan los distintos niveles que presenta una determinada organización, es decir, el grado de división existente en la organización: corporación, filiales, departamentos, plantas, sistemas, equipos, componentes son ejemplos de división de una determinada organización. A

continuación, se definen algunos términos necesarios para entender el concepto de nivel de detalle (Moubray, 1991 y Smith and Hinchcliffe, 2004):

- Parte: representa el nivel más bajo de detalle al cual un equipo puede ser desensamblado sin que sea dañado o destruido. Ejemplos: engranajes, bolas de cojinetes, ejes, resistores, chips... (El tamaño no es el criterio a considerar para establecer qué elemento constituye una parte de un equipo determinado).
- Equipo: nivel de detalle constituido por un grupo o colección de partes ubicadas dentro de un paquete identificable, que cumple al menos una función relevante como ítem independiente. Ejemplos: válvulas, motores, bombas, compresores, etc.
- Sistema: nivel de detalle constituido por un grupo lógico de equipos que cumplen una serie de funciones requeridas por una organización. La mayoría de los sistemas están agrupados en función de los procesos más importantes. Ejemplos: sistema de generación de vapor, de tratamiento de aguas, de condensado, de protección, etc.
- Planta: nivel de detalle constituido por un grupo lógico de sistemas que funcionan en conjunto para proveer un producto o servicio por procesamiento o manipulación de materiales o recursos.
- Complejo o polígono industrial: nivel de detalle constituido por un grupo lógico de plantas que funcionan en conjunto para proveer varios productos o servicios de una misma clase o de distintas clases. Por ejemplo, un grupo de plantas de hidrógeno, azufre, etc., que constituyen un área denominada “Complejo de Refinería, Polígono Petroquímico, etc.”.

La experiencia de expertos en metodología MCC considera más eficaz el análisis de los distintos “sistemas” como nivel de detalle de la organización (Moubray, 1991). Esto se debe a que en la mayoría de las organizaciones los “sistemas” son normalmente identificados y usados para los bloques funcionales, esquemas, diagramas, etc., y por tanto se tiene de ellos una información más detallada y precisa.

Es necesario que los grupos de trabajo tengan un especial cuidado con respecto a la selección del nivel de detalle que se espera del FMEA, ya que un análisis realizado a un alto nivel de detalle (partes) puede llegar a ser complicado e irrealizable, o por el contrario, un análisis realizado a un bajo nivel de detalle (planta) podría ser muy superficial y poco eficiente para la gestión del mantenimiento en la organización.

Partiendo del nivel de detalle del sistema, para responder la segunda pregunta es necesario que el grupo de trabajo identifique todos los sistemas existentes del área seleccionada y luego proceda a jerarquizar de acuerdo a los criterios de mayor importancia y criticidad del entorno operacional en el que operan dichos sistemas.

6.3.2.1 Técnicas de Análisis de Criticidad Aplicadas en el Proceso de MCC

Las técnicas de análisis de criticidad, son metodologías que permiten jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de optimizar el proceso de asignación de recursos (económicos, humanos y técnicos). Un método de criticidad cualitativo muy utilizado dentro de las aplicaciones de MCC, es el proceso de jerarquización de sistemas basado en matrices de criticidad, que consideran dentro de su proceso de análisis la evaluación del factor “Riesgo” (Parra, 1996). Este método integra el análisis de la probabilidad (frecuencia) de que se produzca un fallo y las consecuencias (nivel de severidad) que pueden traer consigo los fallos de los sistemas a evaluar. La definición de criticidad puede tener varias interpretaciones dependiendo del objetivo que se pretenda y de las necesidades de la organización, por lo que existe una gran diversidad de herramientas de criticidad. Para realizar un análisis de criticidad es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Definir un alcance y propósito para el análisis de criticidad.
- Establecer criterios (atributos) de importancia.
- Seleccionar o desarrollar un método de evaluación para jerarquizar los sistemas seleccionados.

En relación a los criterios de importancia a ser considerados, estos dependerán básicamente del objetivo principal del proceso de jerarquización y del entorno organizacional y operacional. Entre los atributos más utilizados en los procesos de criticidad se encuentran: Seguridad, Ambiente, Producción, Costes (Operaciones y Mantenimiento), Frecuencia de Fallos y Tiempo promedio para reparar (Jones, 1995). Es importante mencionar que los resultados que se obtienen con la aplicación de las técnicas de criticidad, representan el insumo básico con el cual se debe dar inicio a cualquier proceso de aplicación de la metodología MCC. A continuación, se presenta un modelo de jerarquización basado en la evaluación semi-cuantitativa del Riesgo (se tomó como referencia la matriz de criticidad, diseñada para activos de la industria del petróleo, ver (Parra, 1996)). El modelo propuesto está basado en la estimación del factor Riesgo a través de la siguiente expresión:

$$\text{Riesgo} = \text{Frecuencia de Fallos} \times \text{Consecuencias} \quad (7.1)$$

Dónde:

$$\text{- Frecuencia fallos} = \text{Número de fallos en un tiempo determinado} \quad (7.2)$$

$$\begin{aligned} \text{- Consecuencias} = & (\text{Impacto Seguridad y Salud} \times 0,25) + \\ & (\text{Impacto Medio Ambiente} \times 0,25) + \\ & (\text{Impacto Producción y/o Costos de Mantto.} \times 0,5) \end{aligned} \quad (7.3)$$

El proceso de evaluación de la frecuencia de fallos y de las consecuencias se realiza a través de los siguientes factores ponderados:

- Factores de frecuencia de fallos / escala 1 - 5
 - 1: Sumamente improbable: menos de 1 evento en 5 años
 - 2: Improbable: 1 evento en 5 años
 - 3: Posible: 1 evento en 3 años
 - 4: Probable: entre 1 y 3 eventos al año
 - 5: Frecuente: más de 3 eventos por año
- Factores de Consecuencias / escala 1 - 5
 - Impacto Seguridad y Salud
 5. Evento catastrófico: pérdida de vidas humanas.
 4. Evento que genera: lesión incapacitante o efectos a la salud de por vida.
 3. Evento que genera: lesión incapacitante o efectos a la salud de forma temporal.
 2. Evento que genera: lesión o efectos a la salud menores (no incapacita al trabajador).
 1. No genera ningún impacto en la seguridad y salud.
 - Impacto Medio Ambiente
 5. Afectación catastrófica al ambiente (cierre total de las operaciones)
 4. Afectación sensible al ambiente (daños ambientales recuperables a largo plazo, multas, indemnizaciones y cierre temporal)
 3. Afectación moderada al ambiente (daños ambientales recuperables en corto plazo, multas e indemnizaciones)
 2. Incidente ambiental controlable (no genera daños ambientales, costos directos menores)
 1. No genera ningún impacto ambiental

- Impacto en Producción y/o en los Costos del Mantenimiento

5: Pérdidas de producción superiores al 75%, costos de reposición mayores a 75.000\$

4: Pérdidas de producción entre el 50% y el 74%, costos de reposición entre 50.000\$ y 74.999\$

3: Pérdidas de producción entre el 25% y el 49%, costos de reposición entre 25.000\$ y 49.999\$

2: Pérdidas de producción entre el 5% y el 24%, costos de reposición entre 10.000\$ y 24.999\$

1: Pérdidas de producción menor al 5%, costos de reposición menores a 9.999\$

Los resultados de la evaluación de los factores anteriores, se presentan en una matriz de criticidad 5 x 5, donde en el eje vertical se presentan cinco niveles de frecuencia de los fallos, mientras que en el eje horizontal se presentan cinco niveles de frecuencia de fallos. La matriz está dividida en cuatro zonas (baja, media, alta y muy alta) que permiten definir la criticidad de los equipos evaluados (ver Figura 6.3):

FRECUENCIA	5	M	M	A	MA	MA
	4	M	M	A	A	MA
	3	B	M	M	A	MA
	2	B	B	M	A	MA
	1	B	B	M	A	MA
		1	2	3	4	5
		CONSECUENCIAS				

Figura 6.3 Representación genérica de la matriz de criticidad.

A continuación, se presentan algunas consideraciones importantes del proceso de evaluación de criticidad:

- La asignación de los pesos de importancia de cada uno de los factores (atributos) seleccionados para evaluar el factor “Consecuencias” dentro del proceso de análisis de criticidad, es una decisión propia de cada organización, que debe ser tomada, teniendo en cuenta la misión y los objetivos del negocio; y bajo el consenso de un grupo de trabajo MCC, estos pesos podrían cambiar en el tiempo y ajustarse a las necesidades del proceso de producción.
- El adicionar o eliminar factores (atributos) dentro del modelo de criticidad a desarrollar, debe ser el resultado de un proceso de análisis específico, el cual debe realizar el grupo de trabajo encargado de aplicar el método MCC.

6.2.2.2 Análisis del Contexto Operacional

Una vez identificados el (los) sistema(s) crítico(s), la metodología de MCC propone que se desarrolle el contexto operacional del (los) sistema(s) a evaluar. Para el desarrollo del contexto operacional hay que tener en cuenta los siguientes aspectos (Moubray, 1991):

- Resúmen Operativo: Especificar el propósito que cumple el sistema a analizar, describiendo los equipos, procesos y dispositivos de seguridad implicados, así como detallar las metas relativas a la seguridad y medio ambiente y establecer planes futuros.
- Personal: Especificar la rotación de turnos de trabajo, las operaciones realizadas y los parámetros de calidad definidos.
- División de Procesos: Especificar la división del proceso en sistemas, definir los límites y listar los componentes de los mismos, incluyendo indicadores y dispositivos de seguridad.

La información que necesita recopilarse inicialmente para el desarrollo del contexto operacional es la siguiente (Moubray, 1991):

- Perfil de operación.
- Ambiente de operación.
- Calidad/Disponibilidad de las entradas requeridas (combustible, aire, etc.).
- Alarmas, Monitorización.

- Políticas de repuestos, recursos, logística.
- P&IDs (diagramas de tuberías e instrumentación) del sistema.
- Esquemas del sistema y/o diagramas de bloque, que normalmente son desarrollados a partir de los P&IDs.

Una herramienta gráfica que facilita la visualización del contexto operacional, es el diagrama de entrada-proceso-salida (EPS) (ver Figura 6.4). En estos diagramas se deben identificar las entradas, los procesos y las salidas principales del sistema.

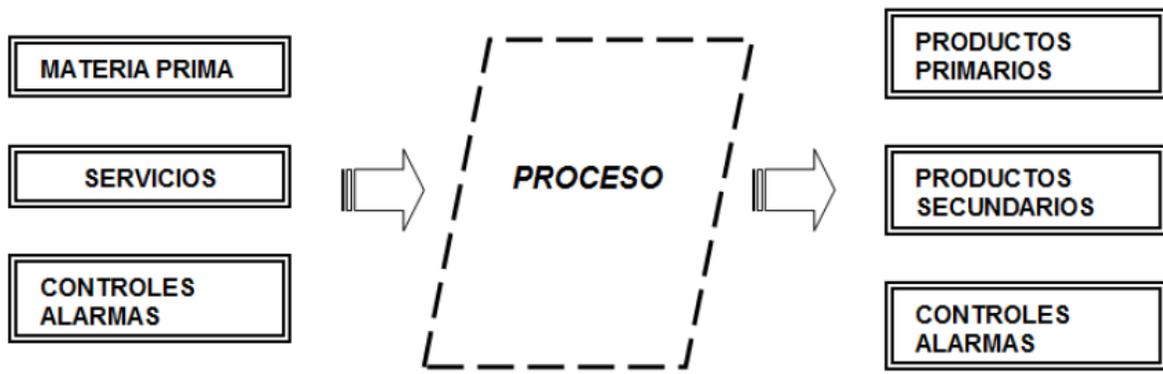


Figura 6. 4 Diagrama Entrada Proceso Salida

A continuación, se detallan los factores más importantes del Diagrama EPS (Moubray, 1991):

Las entradas pueden ser de tres tipos:

- **Materia prima:** son los recursos tomados directamente por el proceso (sistema/equipo) para transformarlos o convertirlos (gas, crudo, madera...).
- **Servicios:** son los recursos utilizados por el proceso para la transformación de la materia prima (electricidad, agua, vapor...).
- **Controles:** entrada referida a los sistemas de control y sus efectos sobre los equipos o procesos pertenecientes al área en cuestión. Normalmente, no necesitan ser registrados como una función separada ya que su fallo siempre va asociado a una pérdida de señal de salida en alguna parte del proceso.

Las salidas van a estar asociadas a las funciones inherentes al sistema y pueden ser clasificadas como:

- Productos primarios: Constituyen los principales propósitos del sistema, generalmente son especificados por la tasa de producción y los estándares de calidad.
- Productos secundarios: se derivan de funciones principales que cumple el sistema dentro del proceso. La pérdida de los productos secundarios puede causar, en la mayoría de los casos, la pérdida de las funciones primarias y sus consecuencias pueden ser catastróficas.
- Controles y alarmas: van asociadas a las funciones de protección y control del sistema.

Los procesos deben registrarse como una descripción de la función a ejecutar por el sistema en un lugar específico, con el fin de concentrar los esfuerzos de mantenimiento sobre la función que esté siendo analizada y averiguar qué actividades de mantenimiento deben ejecutarse para que el activo cumpla la función dentro del contexto operacional.

Una guía recomendada para el desarrollo del contexto operacional es la Norma ISO 14224, esta norma permite definir los límites de contorno del sistema a evaluar y determinar los ítems mantenibles dentro de los subsistemas de los equipos. En esta norma hay una serie de ejemplos de equipos, describiendo de forma general los aspectos que conforman el contexto operacional: clasificación del tipo de equipo, definición del límite de contorno, subdivisión en niveles, datos referenciales más importantes del equipo (datos específicos por cada clase de equipo).

A continuación, se presenta un ejemplo de definición de un contexto operacional.

SISTEMA: COMPRESOR DE RECICLO GEMINI

- PROPÓSITO

Este subproceso cumple la siguiente función: comprimir en dos etapas los gases enviados desde las separaciones previas y la estabilización, para luego de enfriamientos intermedios y finales dirigir estos gases a la fase de deshidratación.

- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

Los compresores de Reciclo (KAE 2330/2340/2350) constan de 2 etapas de compresión. La primera recibe el Gas de la Torre Estabilizadora y de la Separación Flash. Estos flujos se unen en una sola línea que ingresa al Servidor de Succión de Primera Etapa (V2300/2310/2320), donde se les separa los líquidos que pudiesen contener, luego pasan por los Pulmones de Succión de la primera etapa (V02 A/B/C), donde se amortiguan las variaciones

pulsantes del flujo, posteriormente a la primera etapa de compresión pasan por los Pulmones de Descarga de Primera Etapa (V03 A/B/C) para luego ser enfriados a través de los Aeroenfriadores Intermedios (AEA 2360/2370/2385), para la siguiente etapa de compresión. Esta descarga de primera etapa se une a la corriente proveniente del Separador Principal, para luego dirigirse al Scrubber de Succión de 2da etapa, (VBF 2410/2420/2430) pasa por los Pulmones de Succión (VOG A/B/C) de segunda etapa, sus comprimidos en esta parte del proceso, pasa por los Pulmones de Descarga de 2da etapa (V 07 A/B/C), esta descarga de 2da etapa es enfriada en los Aeroenfriadores de Salida (AEA 2470/2480/2490). Finalmente sale a la descarga por los Scrubbers de Descarga (VBF 2440/2450/2460) donde se arrastran posibles líquidos que pudiesen permanecer. Al final de este proceso el gas se une a la corriente de entrada a la Fase de Deshidratación.

VARIABLES MÁS IMPORTANTES DEL PROCESO

- Caudal de gas: 13 MMPCD (9 - 14.6) MMPCD
- Composición de gas de salida: 8-10% (molar), propano 8%, butanos 2,5%, pentanos 0.9%, C6+ 0.98% (todos en % molar), ge. 0.83
- Relación compresión entre 1 etapa e inter-etapa (2.7 a 2.8)
- Relación compresión entre inter-etapa y 2 etapa (2.6 y 2.7)
- Temperatura descarga 1 etapa: 236 F
- Temperatura descarga 2 etapa: 245 F

EQUIPOS PRINCIPALES

- Motor Eléctrico
- Compresor
- Enfriamiento (bomba de agua, aero-enfriador, intercambiador)
- Lubricación (bomba, aero-enfriador, intercambiador)
- Límites:
- Entrada: Válvula PV2120B (lazo control PIC2120B)
- Salida: Válvulas SDV 2440, SDV 2450, SDV 2460

DIAGRAMA ENTRADA - PROCESO – SALIDA

A continuación, se presenta el diagrama EPS (Figura 6.5):

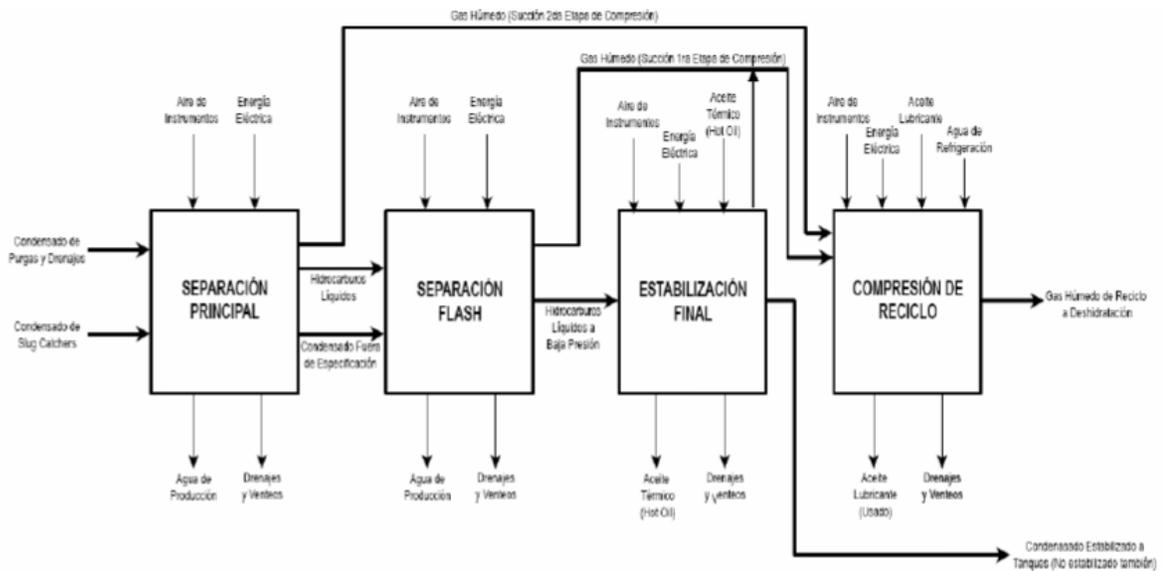


Figura 6. 5 Diagrama Entrada Proceso Salida: Sistema de Compresión

6.3.3 Desarrollo del Análisis de Modos y Efectos de Fallos (AMEF)

El Análisis de los Modos y Efectos de Fallos (FMEA: Failures Modes and Effects Analysis) es la herramienta principal del MCC para optimizar la gestión de mantenimiento en una organización determinada ya que ayuda a responder las primeras cinco preguntas básicas del MCC (Woodhouse, 1996). El AMEF es un método sistemático que permite identificar los problemas antes de que ocurran y puedan afectar a los procesos y productos en un área determinada, bajo un contexto operacional dado. A partir del análisis realizado por los grupos de trabajo MCC a los distintos activos en su contexto operacional, se obtiene la información necesaria para prevenir las consecuencias y los efectos de los posibles fallos a partir de la selección adecuada de las actividades de mantenimiento. Estas actividades se eligen de forma que actúen sobre cada modo de fallo y sus posibles consecuencias (ver Figura 6.6).

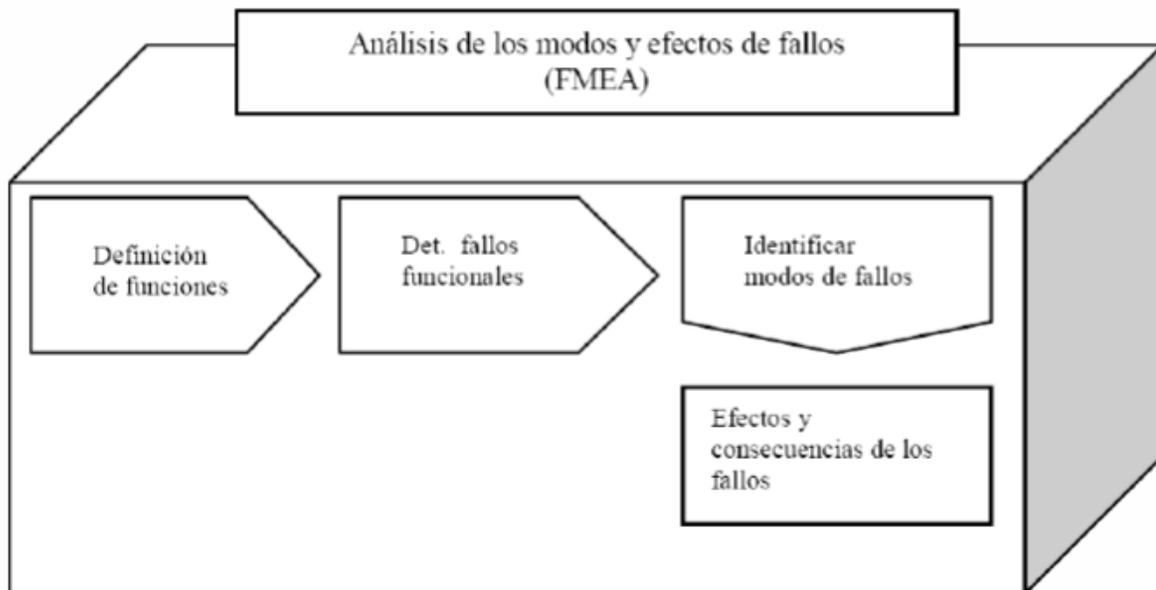


Figura 6. 6 Esquema de análisis de los modos y efectos de fallos.

El objetivo básico del FMEA es encontrar todas las formas o modos en los que puede fallar un activo dentro de un proceso, e identificar las posibles consecuencias de los fallos en función de tres criterios básicos en el MCC: seguridad humana, seguridad del medio ambiente e impacto en la producción.

Para cumplir este objetivo, los grupos de trabajo deben realizar el FMEA siguiendo la siguiente secuencia:

- Definir las funciones de los activos y sus respectivos estándares de operación/ejecución.
- Definir los fallos funcionales asociados a cada función del activo.
- Definir los modos de fallos asociados a cada fallo funcional.
- Establecer los efectos y consecuencias asociados a cada modo de fallo.

6.3.3.1 AMEF. Definición de Funciones y Estándares de Ejecución

Una función se define como el propósito o la misión de un activo en un contexto operacional específico. La metodología define los siguientes tipos de funciones (Moubay, 1991):

- **Funciones Primarias:** Son las funciones que un activo tiene que cumplir dentro de un proceso, usualmente vienen definidas por el propio nombre del activo. Por ejemplo, la función primaria de una bomba es bombear un determinado fluido.

- **Funciones Secundarias:** Son las funciones que el activo está capacitado para cumplir en adición a las salidas principales descritas por las funciones primarias. Entre las funciones secundarias más características están:

- *Contención:* La mayoría de los activos cuyas funciones primarias son la transferencia de material, especialmente si es un fluido, tienen que contener a su vez a estos materiales.

- *Soporte:* Algunos activos tienen una función secundaria estructural de soporte. Por ejemplo, la función primaria de un edificio es proteger a personas, pero además sirve de soporte del techo del mismo.

- *Apariencia:* La apariencia de algunos activos envuelve funciones específicas. Por ejemplo, la función primaria de la pintura de los equipos industriales es proteger frente a la corrosión, por otro lado, una pintura de color brillante puede ser usada para mejorar la visibilidad del mismo por razones de seguridad.

- *Higiene y Seguridad:* Los activos deben ser capaces de operar de forma segura y limpia.

- **Funciones de Protección:** Existen equipos que tienen como misión proteger en primera instancia a las personas de los posibles efectos de los fallos y posteriormente proteger a los activos.

Funciones de Control: El patrón de funcionamiento de los equipos de control consiste en tomar mediciones con dispositivos especiales, que se encargan de captar señales de temperatura, presión, flujo, etc., las cuales serán traducidas en valores específicos y comparadas con rangos normales de operación, permitiendo de esta forma controlar y vigilar el buen funcionamiento de los distintos procesos.

- **Funciones Subsidiarias:** Son funciones realizadas en el proceso principal por equipos especiales adecuados a procesos específicos que no están relacionados directamente con el producto final del proceso principal.

Para poder identificar claramente cuándo un activo no está cumpliendo sus funciones de manera eficiente es necesario que el grupo de trabajo defina de forma precisa los estándares de ejecución asociados a cada función de los activos a analizar con respecto a su contexto operacional. La metodología MCC define un estándar de ejecución como el parámetro que permite especificar, cuantificar y evaluar de forma clara la función de un activo (Moubray, 1991). Cada activo puede tener más de un estándar de ejecución en su contexto operacional. Los estándares de ejecución están normalmente relacionados con las salidas de cada función del sistema, es decir, con el desempeño de la función esperada del sistema. Sin embargo, existen otros estándares de ejecución

tales como calidad del producto, seguridad, eficiencia energética y medio ambiente, entre otros. Respecto al estándar de calidad del producto, consiste en lograr de forma satisfactoria productos que cumplan los estándares de calidad exigidos. Esto depende fundamentalmente de la capacidad de los activos con los que se obtiene esos productos. Los estándares ambientales, con penalizaciones por incumplimiento cada vez más fuertes y estrictas, obligan a las personas responsables del desarrollo de planes de mantenimiento a conocer con precisión las consecuencias que puede ocasionar un fallo en el ambiente.

A continuación, se presenta un ejemplo básico de definición de funciones principales, secundarias y sus respectivos estándares de ejecución:

ACTIVO: BOMBA CENTRÍFUGA: P - 101.

- Función principal:

1. Transferir agua del tanque a la piscina a 800 litros por minuto (+/- 100 litros por minuto), a una presión de 45 psig. (+/- 5 psig.) y a una temperatura promedio de 28 grados centígrados (+/- 2 grados centígrados).

- Funciones secundarias:

2. Controlar el caudal de agua entre el rango de 750 y 850 litros por minuto.
3. Parar la bomba cuando el caudal cae por debajo de 650 litros por minuto.
4. *Parar la bomba cuando la temperatura llega a 32 grados centígrados.*
5. *etc.*

6.3.3.2 AMEF. Definición de Fallos Funcionales

Una vez definida las funciones que cada activo debe cumplir en un contexto operacional dado, el siguiente paso es determinar cómo ese activo deja de cumplir sus funciones. La pérdida de una función es lo que en MCC se denomina fallo funcional

Un fallo funcional se define como una ocurrencia no previsible, que no permite que el activo alcance el funcionamiento esperado en el contexto operacional en el cual se desempeña (Moubray, 1991). El nivel de insatisfacción producido por causa del fallo funcional dependerá de las consecuencias que pueda generar la aparición de dicho fallo dentro del contexto operacional. Los diferentes fallos funcionales pueden incidir sobre una función de forma parcial o total. La pérdida total de la función ocurre cuando un activo se detiene por completo de forma inesperada. La pérdida parcial ocurre cuando el activo no puede alcanzar el estándar de ejecución esperado, es decir, cuando opera de forma ineficiente o fuera de los límites específicos tolerados.

La definición precisa de un fallo funcional para un activo depende en gran parte del contexto operacional del mismo, por lo que activos idénticos pueden sufrir diferentes fallos funcionales si el contexto operacional es diferente.

A continuación se presenta un ejemplo básico de definición de fallos funcionales:

- **Función:**

1. Transferir agua del tanque a la piscina a 800 litros por minuto (+/- 100 litros por minuto), a una presión de 45 psig. (+/- 5 psig.) y a una temperatura promedio de 28 grados centígrados (+/- 2 grados centígrados).

- **Fallos funcionales (totales y parciales):**

1. a. No ser capaz de transferir nada de agua (fallo funcional total).
1. b. Transferir agua a menos 700 litros por minuto (fallo funcional parcial).
1. c. Transferir agua a más de 900 litros por minuto (fallo funcional parcial).
1. d. Transferir agua a una presión menor de 40 psig. (fallo funcional parcial).

6.3.3.3 AMEF. Definición de Modos de Fallos

Las secciones anteriores se han referido a la definición de las funciones de los activos con sus respectivos estándares de ejecución deseados y sus fallos funcionales. Las funciones de los activos en el contexto operacional y los fallos funcionales dictarán el nivel al cual es requerido el mantenimiento o en otras palabras la definición clara de estos conceptos permitirá establecer los objetivos del mantenimiento con respecto a los activos en su actual contexto operacional. Los fallos funcionales tienen causas físicas que originan la aparición de las mismas, estas causas son lo que la metodología MCC define como *modos de fallos* (causas físicas que provocan los fallos funcionales totales o parciales) (Moubray, 1991). Las actividades de prevención, anticipación o corrección según el MCC, deben estar orientadas a atacar modos de fallos específicos. Esta afirmación, constituye una de las mayores diferencias entre el MCC y forma tradicional de gestionar el mantenimiento, es decir, para el MCC, las actividades de mantenimiento generadas a partir del análisis realizado por el grupo de trabajo MCC, atacarán específicamente a cada uno de los modos de fallos asociados a cada fallo funcional (cada fallo funcional puede tener más de un modo de fallo).

El nivel al cual se gestiona el mantenimiento de un activo, se relaciona con el nivel al cual se identifica el modo de fallo. Muchas veces el nivel al cual se identifica el modo de fallo no corresponderá al nivel de detalle seleccionado para analizar el activo y sus funciones, por lo cual, para poder desarrollar un sistema de gestión de mantenimiento de un determinado grupo de activos en un contexto operacional, es necesario identificar el nivel al cual se producirán los distintos modos de fallos asociados a las funciones de un activo en su actual contexto operacional.

En el proceso de análisis de modos de fallos, el grupo de trabajo buscará información consultando:

- Listas genéricas de modos de fallos.
- Personal de operación y/o mantenimiento que haya tenido una larga asociación con el activo.
- Registros e historiales técnicos existentes del activo.
- Fabricantes y vendedores de activos.
- Otros usuarios del mismo activo.

Para entender el proceso de definición de modos de fallos, a continuación, se presenta el siguiente ejemplo básico:

Función:

1. Transferir agua del tanque a la piscina a 800 litros por minuto (+/- 100 litros por minuto), a una presión de 45 psig. (+/- 5 psig.) y a una temperatura promedio de 28 grados centígrados (+/- 2 grados centígrados).

Fallos funcionales (totales y parciales):

1. a. No ser capaz de transferir nada de agua (fallo funcional total).
1. b. Transferir agua a menos 700 litros por minuto (fallo funcional parcial).

Modos de fallos:

1. a.1. Motor eléctrico quemado (nivel de detalle: equipo).
1. a.2. Eje del impulsor fracturado (nivel de detalle: parte).
1. a.3. Impulsor atrancado por entrada de objeto extraño (nivel de detalle: parte).
1. a.4. Línea de succión totalmente bloqueada (nivel de detalle: parte).
- ...
1. b. Transferir agua a menos 700 litros por minuto (fallo funcional parcial).
1. b.1. Línea de succión con roturas parciales (nivel de detalle parte)

1. b.2. Sello desgastado (nivel de detalle parte)

1. b.3. Impulsor desgastado (nivel de detalle parte)

6.3.3.4 AMEF. Definición de los Efectos y Consecuencias de los Modos de Fallos

En esta parte del proceso, el objetivo principal del grupo de trabajo consiste en identificar lo que sucederá en el contexto operacional cuando ocurre el modo de fallo previamente identificado. La identificación de los *efectos* del modo de fallo deberá incluir toda la información necesaria que ayude a soportar la evaluación de las *consecuencias de los fallos* (Moubray, 1991). Para identificar y describir de forma precisa los efectos producidos por cada modo de fallo, el grupo de trabajo debe responder de forma clara las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo se evidencia (si puede ser evidente) que un modo de fallo ha ocurrido?

La descripción del efecto del fallo deberá especificar si la ocurrencia del modo de fallo se evidencia a partir de algún tipo de señal o de manifestación física (síntomas: como ruido, humo, señales de variables operacionales, alarmas, etc.).

2. ¿Cómo podría afectar la ocurrencia de cada modo de fallo a la seguridad humana o al ambiente?

Se debe detallar si existe la posibilidad de que alguna persona pueda resultar herida o pueda incumplirse alguna norma ambiental. Normalmente, estos modos de fallo aparecen por la mala operación de los equipos, caídas de objetos, presiones excesivas de trabajo, derrames de sustancias químicas, etc., y suelen ser inusuales gracias al avance en el diseño moderno de las instalaciones y sus equipos.

3. ¿Cómo afectaría la ocurrencia de cada modo de fallo a la producción y las operaciones?

Para decidir cuál es la mejor actividad de mantenimiento a ejecutar sobre los activos, es necesario que el grupo de trabajo tenga claramente definido la naturaleza y severidad de las consecuencias de los modos de fallos dentro del proceso de producción (se recomienda cuantificar el impacto económico de cada modo de fallo). En algunos casos los modos de fallo afectarán al producto final, a los procesos, calidad del producto o eficiencia del servicio prestado, en otros, podrán afectar a la seguridad humana o al ambiente. Se debe describir de forma clara si el modo de fallo conlleva

impacto en la producción o en las operaciones. En estos casos, normalmente, los modos de fallo generan paros completos de los procesos, reducción de la producción o de la calidad de los productos, aumento de costes de los procesos, etc.

El impacto del modo de fallo en la organización depende del contexto operacional donde trabaje el activo, del estándar de ejecución deseado para la función del activo y de las consecuencias físicas generadas tras la aparición del modo de fallo. La combinación de estos tres factores hace que cada modo de fallo tenga una forma característica de impactar en la seguridad, en el ambiente y en las operaciones. El MCC clasifica los modos de fallo en las siguientes categorías:

Modos de fallo con consecuencias ocultas: las consecuencias se generan a partir de funciones ocultas o no evidentes que presentan algunos activos en su contexto operacional, por ejemplo, los equipos de reserva, de control o de seguridad. La aparición de estos modos de fallo no será evidente dentro del desarrollo normal de las operaciones de un determinado sistema, en el caso de que estos fallos ocurran por si solos. Este tipo de fallos, que no son evidentes por si solos sino cuando otro fallo ocurre, se denominan fallos ocultos.

- Modos de fallo con consecuencias sobre la seguridad humana y el medio ambiente: las consecuencias surgen a partir de funciones evidentes de los activos y afectarán, a la seguridad humana y al medio ambiente.
- Modos de fallo con consecuencias operacionales: Surgen a partir de funciones evidentes de los activos cuyos fallos funcionales afectarán de forma importante a la producción o las operaciones (cantidad de producto, calidad del mismo, costes de operación, costes directos de reparación, etc.).
- Modos de fallo con consecuencias no operacionales: Surgen a partir de funciones evidentes y sus consecuencias son aceptables respecto a la seguridad, ambiente y operaciones, únicamente repercute económicamente, en el coste directo de su reparación.

Las consecuencias de los modos de fallo se determinan apoyándose en el siguiente diagrama (ver Figura 6.7):

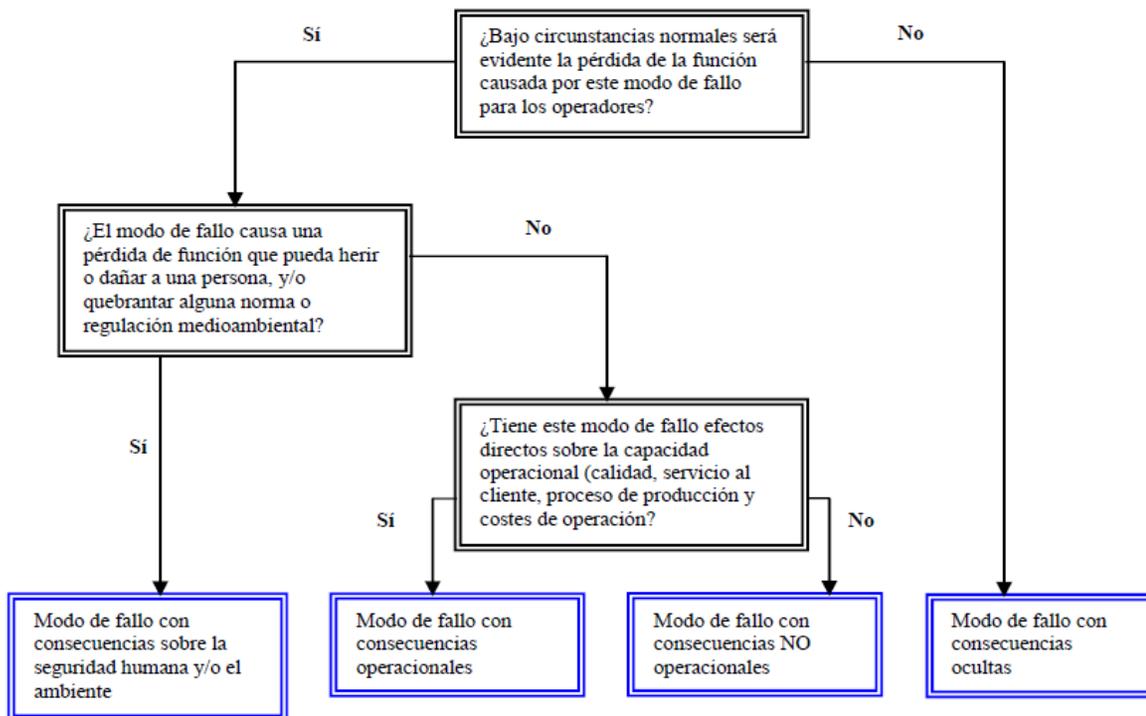


Figura 6. 7 Diagrama para determinar consecuencias de modos de fallos.

Para la descripción de los efectos se ha diseñado una guía de preguntas que permiten simplificar la evaluación de las consecuencias de los modos de fallos:

1. ¿Qué evidencias hay de que ocurrió el fallo?
2. ¿De qué manera afecta la seguridad y al ambiente?
3. ¿De qué manera afecta la producción o las operaciones?
 - 3.1. ¿Cuáles son los efectos operacionales?
 - 3.2. ¿Es necesario parar el proceso?
 - 3.3. ¿Hay impacto en la calidad? ¿Cuánto?
 - 3.4. ¿Hay impacto en el servicio al cliente?
 - 3.5. ¿Se producen daños a otros sistemas?
 - 3.6. ¿Qué tiempo se requiere para reparar el fallo (acciones correctivas)?
 - 3.7. ¿Cuánto es la pérdida económica por el fallo ¿costes directos, impacto en producción, costes en seguridad y ambiente, etc.?

Para entender el proceso de definición de los efectos y consecuencias, a continuación, se presenta el siguiente ejemplo básico:

ACTIVO: MOTO-COMPRESOR DE GAS

- Función:

1. Comprimir gas (ge 0.7 composición química) a un promedio de 75-83 MMPCD., proveniente de las plantas 3/4, desde 1150/1300 hasta 5500/6400 lppcm., a una temperatura de descarga de 186°F, con un punto de rocío menor a 6 lbm/MMPC

- Fallos funcionales (totales y parciales):

1. a. No comprimir el gas

1. b. Comprimir el gas fuera de las especificaciones

- Modos de fallos:

1. a.1. ...

1. b.1. ...

1. b.7. Problemas en anillos de pistones del cilindro de fuerza

2. a.1. ...

- Efectos de los modos de fallo

1. a.1.1. ...

1. b.1.1. ...

1. b.7.1. Evidente/No evidente: Si. No afecta a la seguridad ni al ambiente. Efectos operacionales: Se despresuriza el cárter del motor, baja la compresión del cilindro, el aceite moja la bujía y se observa humo por el escape, ocurre una pérdida de capacidad de compresión y se disminuyen las RPM del motor. Acciones correctivas: Se para el motor, se despresuriza el sistema, se gira el motor, se colocan las bielas en posición, se asegura el volante del motor, se aflojan los tornillos de la biela, se saca el pistón, se revisan los anillos y en caso de ser necesario se reemplazan los mismos. Personal necesario: 4 mecánicos. Tiempo de reparación: 16 horas/fallo. Impacto en producción: 120.000 \$/hora. Impacto total por fallo: 1.920.000 \$/fallo.

6.3.4 Proceso de Selección de las Estrategias de Mantenimiento (Árbol Lógico de Decisión del MCC)

Una vez realizado el FMEA, el equipo natural de trabajo, selecciona el tipo de actividad de mantenimiento que ayude a prevenir la aparición de cada modo de fallo previamente identificado, a partir del árbol lógico de decisión del MCC (herramienta diseñada por el MCC, que permite seleccionar el tipo de actividad de mantenimiento más adecuada para evitar los posibles efectos de

cada modo de fallo). Luego de seleccionar el tipo de actividad de mantenimiento a partir del árbol lógico de decisión, se tiene que especificar la acción de mantenimiento a ejecutar asociada al tipo de actividad de mantenimiento seleccionada, con su respectiva frecuencia de ejecución, teniendo en cuenta que uno de los objetivos principales del MCC, es evitar o al menos reducir las posibles consecuencias a la seguridad humana, al ambiente y a las operaciones, que traerán consigo la aparición de los distintos modos de fallos (Moubray, 1991). El equipo de trabajo debe identificar el tipo de actividad de mantenimiento, apoyándose en el árbol lógico del MCC (ver Figura 6.8). Tras seleccionar el tipo de actividad adecuada, se procede a especificar la acción de mantenimiento concreta a ejecutar y la frecuencia de ejecución de la misma.

El MCC clasifica las actividades de mantenimiento en dos grandes grupos: las de actividades preventivas (proactivas) y las actividades correctivas, estas últimas, se ejecutarán sólo en el caso de no encontrar una actividad efectiva de mantenimiento preventivo. Cada grupo de actividades de mantenimiento tiene sus respectivos tipos de tareas de mantenimiento, las cuales se detallan a continuación.

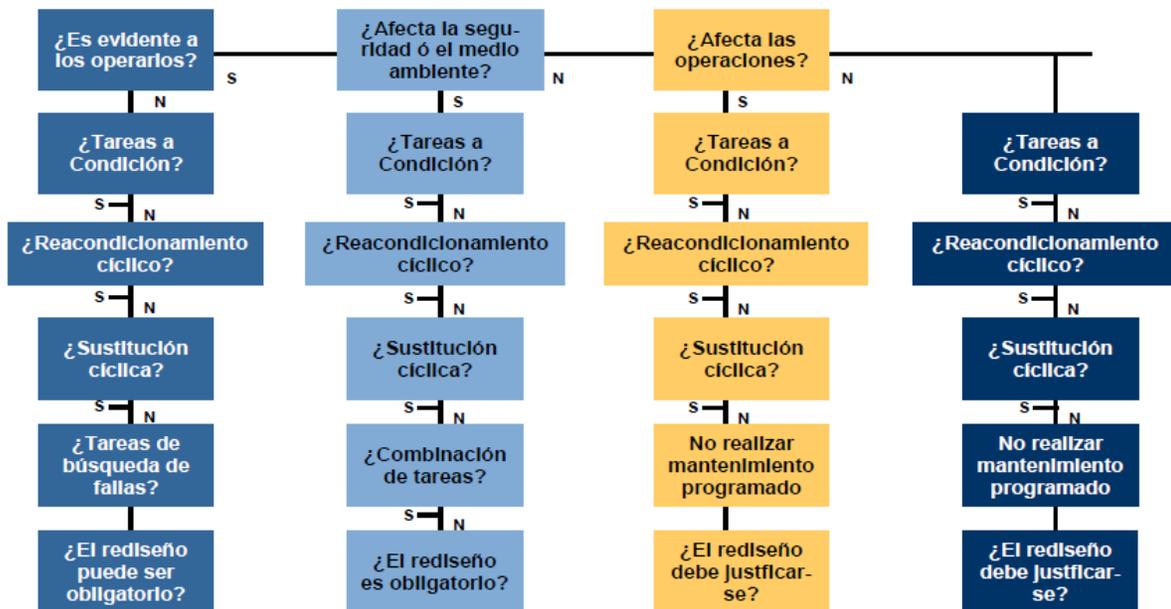


Figura 6. 8 Lógica de la selección de estrategias de Mantenimiento: enfoque MCC

6.3.4.1 Actividades de Mantenimiento Preventivas (Proactivas)

Para la metodología de MCC, las actividades de mantenimiento preventivas se dividen en 4 categorías:

1. Tareas programadas en base a condición. Las actividades programadas en base a condición (predictivas), se basan en el hecho de que la mayoría de los modos de fallos no ocurren instantáneamente, sino que se desarrollan progresivamente en un periodo de tiempo. Si la evidencia de este tipo de modo de fallo puede ser detectada bajo condiciones normales de operación, es posible que se puedan tomar acciones programadas en base a la condición del activo, que ayuden a prevenir estos modos de fallo y eliminar sus consecuencias. El momento en el proceso en el cual es posible detectar que el fallo está ocurriendo o está a punto de ocurrir es conocido como fallo potencial y se define como una condición física identificable que indica que el fallo funcional está a punto de ocurrir o que ya está ocurriendo dentro del proceso. Entre los ejemplos más comunes de fallos potenciales tenemos: lecturas de vibración que indiquen inminentes fallos en los cojinetes, grietas existentes en metales indican inminentes fallos por metales fatigados, partículas en el aceite de una caja de engranajes, indican inminentes fallos en los dientes de los engranajes, puntos calientes indican deterioro en el material refractario del hogar de una caldera, etc.

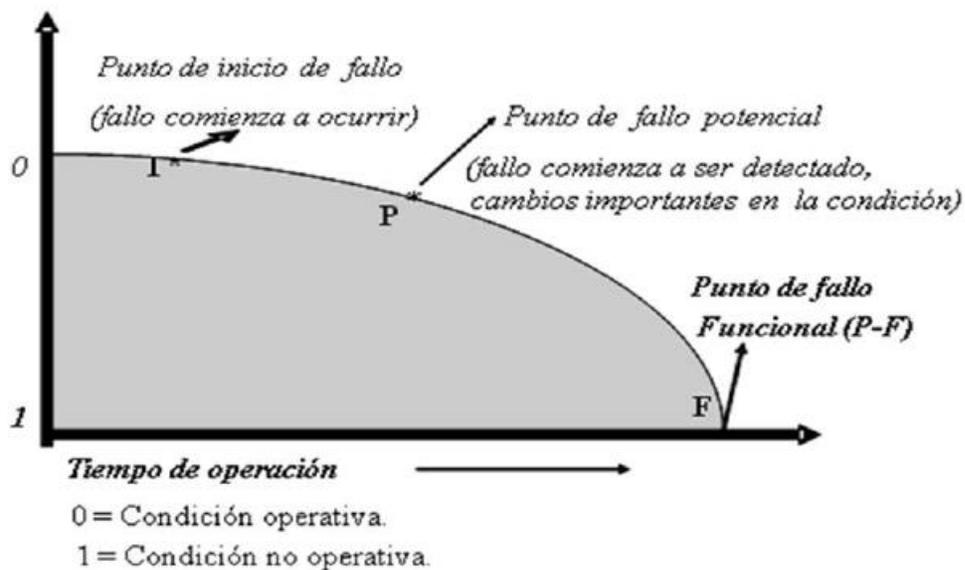


Figura 6. 9 Curva de comportamiento de los fallos potenciales (intervalo P-F).

El comportamiento en el tiempo de gran parte de los distintos tipos de modos de fallos cuya por evidencia por condición puede monitorizarse, se presenta en la Figura 7.10: Curva del comportamiento de los fallos potenciales. En esta figura, se muestra como un fallo comienza a ocurrir (punto de inicio “I”, muchas veces este punto no puede ser detectado), incrementado su deterioro (condición a medir) hasta el punto en el cual el fallo puede ser detectado (punto de fallo potencial “P”). Si en este punto el fallo no es detectado y corregido, continua aumentando su deterioro (usualmente de forma acelerada) hasta que alcanza el punto donde se produce el fallo funcional (punto “F”, el activo ha dejado de cumplir su función).

2. *Tareas de reacondicionamiento.* Son las actividades periódicas que se llevan a cabo para restaurar un activo a su condición original, es decir, actividades de prevención realizadas a los activos a un intervalo de frecuencia menor al límite de vida operativo del activo, en función del análisis de sus funciones en el tiempo. En este tipo de actividades, el activo es puesto fuera de servicio, se realiza una inspección general y se reemplazan, en caso de ser necesario, las piezas defectuosas. Las tareas de restauración programadas son conocidas como overhauls, y su aplicación más común es en equipos mayores: compresores, turbinas, calderas, etc.

3. *Tareas de Sustitución-Reemplazo Programado.* Este tipo de actividad está orientada específicamente hacia el reemplazo de componentes o partes usadas de un activo a un intervalo temporal inferior al de su vida útil (antes que se produzca el fallo). Las actividades de reemplazo devolverán la condición original al componente, ya que se sustituye uno viejo por uno nuevo, la diferencia con las anteriores es simplemente que éstas inciden en los componentes y las de reacondicionamiento involucran a todos los componentes de un equipo mayor, además de que un overhaul no implica una sustitución de piezas viejas sino que puede limitarse a acciones de limpieza, reparación o inspección.

4. *Tareas de Búsqueda de Fallos Ocultos.* Tal y como se definió en apartados precedentes, los modos de fallos ocultos no son evidentes bajo condiciones normales de operación, por lo que este tipo de fallos no tienen consecuencias directas, pero éstas consecuencias pueden propiciar la aparición de fallos múltiples dentro de un contexto operacional. Uno de los caminos que puede ayudar a minimizar los efectos de un fallo múltiple es tratar de disminuir la probabilidad de ocurrencia de fallos ocultos, chequeando periódicamente si la función oculta está trabajando correctamente.

6.3.4.2 Actividades de Mantenimiento Correctivas (Reactivas)

Cuando las actividades de prevención para un determinado modo de fallo, no son técnicamente factibles, o no son efectivas, el método MCC propone que se evalúen posibles acciones de mantenimiento correctivas (reactivas). Para la metodología de MCC, las actividades de mantenimiento correctivas se dividen en 2 categorías:

1. Rediseño. En el caso de no conseguir ningún tipo de actividad preventiva que ayude a reducir la posibilidad de ocurrencia de los modos de fallos que afecten a la seguridad o al ambiente a un nivel aceptable, es necesario desarrollar un rediseño o una modificación (de la estrategia de mantenimiento o del modo de fallo) que permita minimizar o eliminar las consecuencias de esos modos de fallos. Cuando las consecuencias del modo de fallo son de carácter operacional o no operacional; y no se logra conseguir una actividad de mantenimiento preventivo que sea efectiva, la opción de seleccionar una estrategia de rediseño, se convierte en un proceso de justificación económica.
2. Actividades de Mantenimiento No Programado (no realizar Mantenimiento Programado). En el caso de no conseguir actividades de prevención económicamente más baratas que los posibles efectos derivados de los modos de fallos con consecuencias operacionales o no operacionales, se podrá tomar la decisión de esperar que ocurra el fallo y actuar de forma reactiva (esperar que ocurra el fallo).

6.4 Modelo Weibull

El análisis de Weibull se utiliza para ajustar datos fiabilísticos a una representación o modelo formal matemático. Permite representar gráficamente los fallos utilizando escalas logarítmicas y representar el comportamiento del elemento en cuestión respecto al fallo. ⁴

⁴ Fuente: Luis Barberá Martínez, Vicente González Díaz, Carlos Parra Márquez, Adolfo Crespo Márquez / Universidad de Sevilla Escuela Superior de Ingenieros / Revisión y criterios para la evaluación de herramientas (softwares) que dan soporte a la implantación de la metodología RCM. /Sevilla, España / Tabla 3. Funciones complementarias a los análisis RCM

La distribución de Weibull es la distribución que más se utiliza para modelar datos de fiabilidad. Esta distribución es fácil de interpretar y muy versátil. En el análisis de fiabilidad, esta distribución se puede usar para responder a preguntas tales como:⁵

¿Qué porcentaje de los elementos se espera falle durante el período de quemado? Por ejemplo, ¿qué porcentaje de los fusibles se espera que falle durante el período de quemado de 8 horas?

¿Cuántos reclamos de garantía pueden esperarse durante la fase de vida útil? Por ejemplo, ¿cuántos reclamos de garantía se espera recibir durante la vida útil de 50,000 millas de este neumático?

¿Cuándo se espera que se produzca un desgaste rápido? Por ejemplo, ¿cuándo debe programarse mantenimiento regular para evitar que los motores entren en una fase de desgaste?

La distribución de Weibull puede modelar datos que son asimétricos hacia la derecha, asimétricos hacia la izquierda o simétricos. Por lo tanto, la distribución se utiliza para evaluar la fiabilidad en diversas aplicaciones, incluyendo tubos de vacío, condensadores, rodamientos de esferas, relés y resistencia de los materiales. La distribución de Weibull también puede modelar una función de riesgo que sea decreciente, creciente o constante, lo que le permite describir cualquier fase de la vida útil de un elemento.

La distribución de Weibull es muy flexible en cuanto a que contiene tres parámetros que permiten ajustar dicha distribución a toda clase de resultados experimentales:

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\gamma}{\eta} \right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta} \right)^\beta} \quad \text{con } \beta > 0, \eta > 0 \text{ y } t \geq \gamma$$

Donde β es el parámetro de forma, η es el parámetro de escala y γ es el parámetro de posición.

⁵ Fuente: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/reliability/supporting-topics/distribution-models/weibull-distribution/>

Este modelo sirve para los casos del sistema donde la tasa de fallos es variable, luego se adapta también a los periodos de infancia y vejez del sistema. Por tanto, con esta expresión de la fiabilidad se deduce que:⁶

$$T = W(\beta, \eta, \gamma)$$

$$F(t) = P(T < t) = 1 - e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta}$$

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta}$$

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1}$$

Con esta función de fallo T, el tiempo medio de buen funcionamiento bien dado por la siguiente expresión:

$$MTBF = E(T) = \gamma + \eta \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$$

Siendo Γ la función matemática Gamma

El parámetro de forma β , permite adaptar la forma de las curvas $\lambda(t)$ a las diferentes fases de la vida de un sistema:

- $\beta < 1$, $\lambda(t)$ decrece, lo que ajusta al periodo de infancia del sistema debido a su rodaje o desarrollo.
- $\beta = 1$, $\lambda(t)$ es constante, por lo que se vuela a encontrar la distribución exponencial para explicar la fase de vida con la tasa de fallos constante en un sistema.
- $\beta > 1$, $\lambda(t)$ crece, coincidencia con la fase de envejecimiento del sistema.

⁶ Fuente: Aproximación a la confiabilidad aplicaciones practicas / INGEMAN / Red Temática Nacional sobre Seguridad de Funcionamiento y Calidad de servicio de Sistemas Productivos / Sevilla, España /

Incluso sirven igualmente como indicador de un determinado tipo de fallo:

- $1.5 < \beta < 2.5$: fenómeno de fatiga
- $3 < \beta < 4$: fenómeno de desgaste, de corrosión iniciado en el tiempo $t = \gamma$
- $\beta \approx 3.5$, $f(t)$ es bastante simétrica pareciendo bastante a una distribución normal.

El parámetro η es un parámetro de escala que tiene unidades de tiempo y el parámetro de posición γ , también en unidades de tiempo, sirve para localizar la de inicios de fallos:

- $\gamma > 0$, indica que el sistema no falla entre $t=0$ y $t = \gamma$
- $\gamma = 0$, indica que los fallos comienzan desde el instante inicial, $t=0$
- $\gamma < 0$, los fallos han comenzado antes del origen del tiempo.

Para sistemas de tipo mecánico, desde la matemática más formal se considera más adecuada la distribución de Weibull.⁷

⁷ Fuente: Aproximación a la confiabilidad aplicaciones prácticas / INGEMAN / Red Temática Nacional sobre Seguridad de Funcionamiento y Calidad de servicio de Sistemas Productivos / Sevilla, España /

VII. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

7.1 Tipo de Investigación

La presente investigación es del tipo básica y de nivel descriptivo, nuestro fin es encontrar las causas de los modos de fallas que originan que el equipo quede inoperativo, para este caso realizaremos mediante la recopilación de datos del día a día, así determinar la solución de los modos de fallas y efectos de fallas en los sistemas de preparación de caña y manejo de bagazo.

7.2 Tecnicas de investigación

La técnica de investigación que se utilizara es la documental y empírica mediante la observación y recolección de datos con formatos que ya están establecidos para cada equipo.

7.3 Instrumentos de investigación

- Histórico de reporte de falla en los equipos.
- Inventario de equipos.
- Histórico de mantenimiento.
- Matriz de criticidad
- Análisis modal de fallas y efectos (AMEF)

VIII. PROPUESTA DEL PLAN

8.1 Matriz de Criticidad

Comenzaremos a aplicar el nuevo plan de mantenimiento definiendo los equipos a los que se les va a aplicar el método de MCC. Para esto se definen en una lista los equipos que conformar el sistema de transporte de caña y bagazo.

A continuación se presenta los criterios para la determinación de la criticidad de los equipos, con esto se busca identificar los equipos que son los más críticos para nuestro sistema productivo, ya que es de suma importancia saber enfocarnos que equipos son los candidatos a realizarles un plan de mantenimiento basado en confiabilidad.

- Criticidad Total = Frecuencia x Consecuencia
- Frecuencia = Número de fallas por año
- Consecuencia = (Impacto SHA, Calidad, Impacto en producción y Costos Mantto.)⁸

Frecuencia

5	A	A	MA	MA	MA
4	M	M	A	A	MA
3	M	M	M	A	MA
2	B	B	B	M	A
1	B	B	B	M	A
	1	2	3	4	5

Tabla 8. 1 Matriz de criticidad

Criterios de jerarquización de la criticidad de los equipos:

Frecuencia de fallas

1.- Excelente: menos de 0.5 evento en 6 meses de Zafra

2.- Bueno: entre 0.5 y 1 eventos en 6 meses de Zafra

⁸ Fuente: Carlos Alberto Parra Márquez / Archivo Excel / Criticidad-modificado-original-auto-09-v2 / Sevilla, España

- 3.- Promedio: entre 1 y 2 eventos en 6 meses de Zafra
- 4.- Pobre: entre 2 y 3 eventos en 6 meses de Zafra
- 5.- Muy pobre: más de 3 eventos en 6 meses de Zafra

Seguridad - Higiene - Ambiente (SHA)

- 5.- Evento catastrófico: muerte y/o Alto impacto ambiental)
- 4.- Evento genera: lesión incapacitante y/o afectación sensible al ambiente
- 3.- Evento genera: daños menores a la integridad física y/o afectación al ambiente controlable
- 2.- Evento genera: alarma potencial en seguridad y/o incidente ambiental sin repercusión sobre la normativa legal vigente
- 1.- No genera ningún impacto sobre la seguridad y el ambiente

Calidad (CA)

- 5.- Afectación en calidad (Reclamos externos legales)
- 4.- Afectación en calidad (Reclamos externos)
- 3.- Afectación en calidad (Reclamos internos legales)
- 2.- Afectación en calidad (Reclamos internos)
- 1.- No genera ningún impacto en calidad

Impacto en producción y costos de mantenimiento (IP-CM) durante el periodo de zafra

- 5.- Costos superiores a 4,050 \$ turbos fuera de red por más de 1 hora
- 4.- Costos entre 3,037 y 4,050 \$ paro de molida por más de 3 horas
- 3.- Costos entre 2,025 y 3,037 \$ paro de molida por más de 2 horas
- 2.- Costos entre 1012.5 y 2,025 \$ paro de molida por más de 1 hora
- 1.- Costos inferiores a 1012.5 \$ paro de molida por menos de una hora

A continuación se crea la matriz de criticidad (Anexo A)⁹ con todos los equipos. Los criterios que sigue la matriz de criticidad para decidir cuándo un equipo es de baja criticidad, media criticidad, alta criticidad o muy alta criticidad están definidos por la empresa. Además a la hora de analizar la

⁹ Fuente: Carlos Alberto Parra Márquez / Archivo Excel / Criticidad-modificado-original-auto-09-v2 / Sevilla, España

criticidad de cada componente se ha tenido en cuenta la experiencia de los responsables de la planta (Jefe de planta y oficial de mantenimiento).

Indicadores de mantenimiento de los equipo con mayor frecuencia de avería en el periodo 2016-2018

Sistema	Jerarquización
SISTEMA RODILLOS DE LIMPIEZA	Alta Criticidad
SISTEMA PICADORA DE CAÑA NO 1	Alta Criticidad
SISTEMA PICADORA DE CAÑA NO 2	Alta Criticidad
SISTEMA PICADORA DE CAÑA NO 3	Alta Criticidad
SISTEMA TRANSPORTADOR DE CAÑA NO 1	Alta Criticidad
SISTEMA TRANSPORTADOR DE CAÑA NO 2	Alta Criticidad
SISTEMA TRANSPORTADOR DE CAÑA NO 3	Alta Criticidad
SISTEMA ELEVADOR MOLINO NO 1	Alta Criticidad
SISTEMA ELEVADOR MOLINO NO 2	Alta Criticidad
SISTEMA ELEVADOR MOLINO NO 3	Alta Criticidad
SISTEMA ELEVADOR MOLINO NO 4	Alta Criticidad
SISTEMA ELEVADOR MOLINO NO 5	Alta Criticidad
SISTEMA TRANSPORTADOR NO 5 BAGAZO	Muy Alta Criticidad
SISTEMA TRANSPORTADOR NO 4 BAGAZO	Muy Alta Criticidad
SISTEMA TRANSPORTADOR RETORNO BAGAZO	Alta Criticidad
SISTEMA TRANSPORTADOR NO 2 (RETORNO)	Alta Criticidad

Tabla 8. 2 Equipos seleccionados para el plan MCC

Una vez ya seleccionados todos los equipos críticos, se procede a anotar las funciones, fallos funcionales, modos de fallo y efectos de los fallos en la Hoja de Trabajo de Información R.C.M

A continuación, una vez completada ya la Hoja de Trabajo de Información MCC se aplica, a cada modo de avería, el Diagrama de Decisión MCC Para finalizar, el resultado de aplicar el Diagrama de Decisión R.C.M se registra en la Hoja de Trabajo de Decisión MCC.

8.2 Desarrollo del AMEF

Luego de identificar los sistemas con mayor criticidad se procede a desarrollar los posibles modos de falla y sus efectos al proceso productivo.

- Describir el propósito del sistema
- Determinar los equipos principales del sistema
- Identificación de la función del sistema

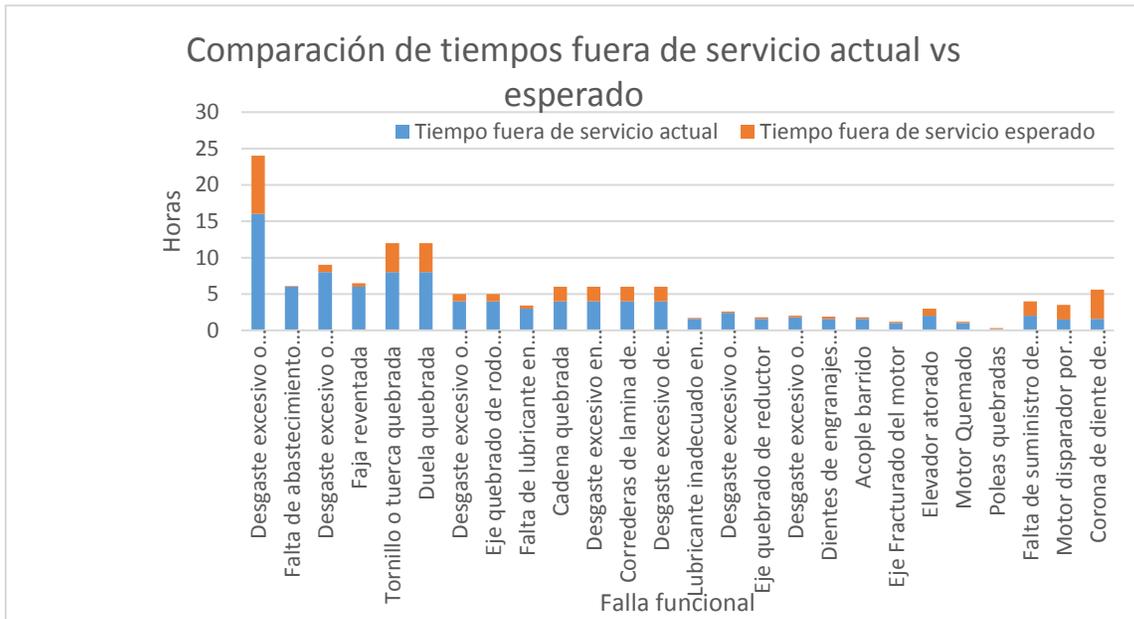
- Identificación de la falla funcional del sistema
- Para cada falla funcional se determinan los posibles modos de falla
- Con base al histórico de eventos se establece la frecuencia de falla al año de cada modo de falla
- Se realiza una identificación del efecto de la falla, así como también se determina si es evidente o no, para luego determinar cuáles son los síntomas y acción correctiva a ejecutar para el dicho modo de falla.
- Con base a la información del sistema de gestión del mantenimiento se determina cuánto es el tiempo promedio de reparación TPPR, impacto a la producción, costo directo por falla, impacto a la seguridad/medio ambiente y con una fórmula se calcula el riesgo en dólares al año por cada evento de falla.

El cálculo del riesgo se hace bajo la siguiente fórmula:

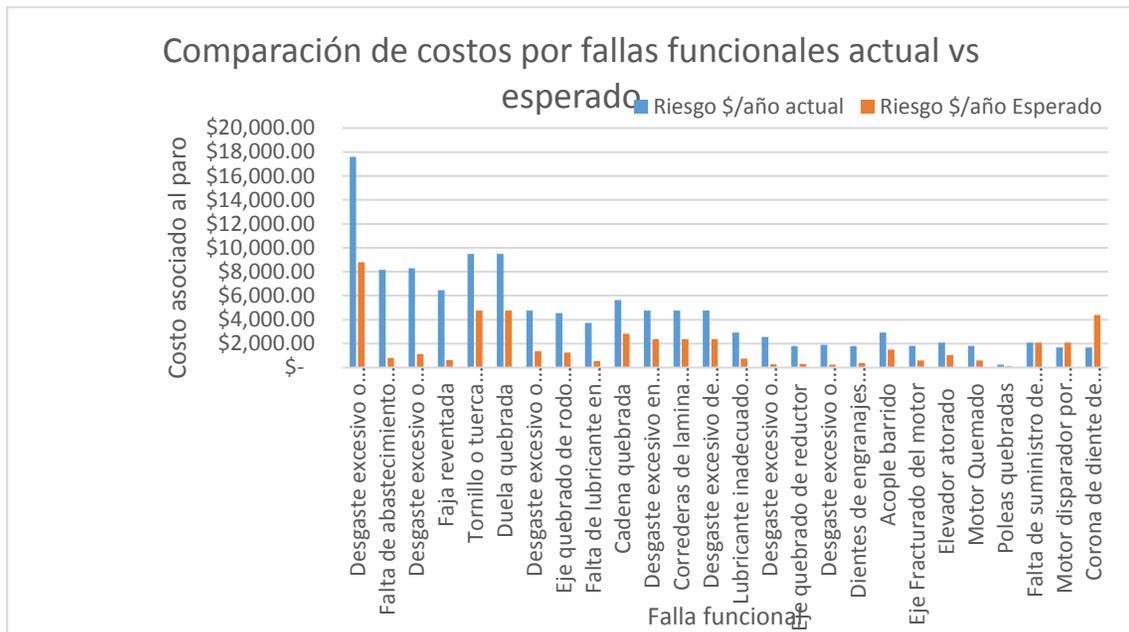
Riesgo \$/año = (Frecuencia de evento al año (TPPR x Impacto a producción \$/hora)) + costos directos por falla + impacto SHA, esta fórmula nos da como resultado el riesgo en dólares al año.

8.2.1 Análisis de modo de fallas de elevadores de caña

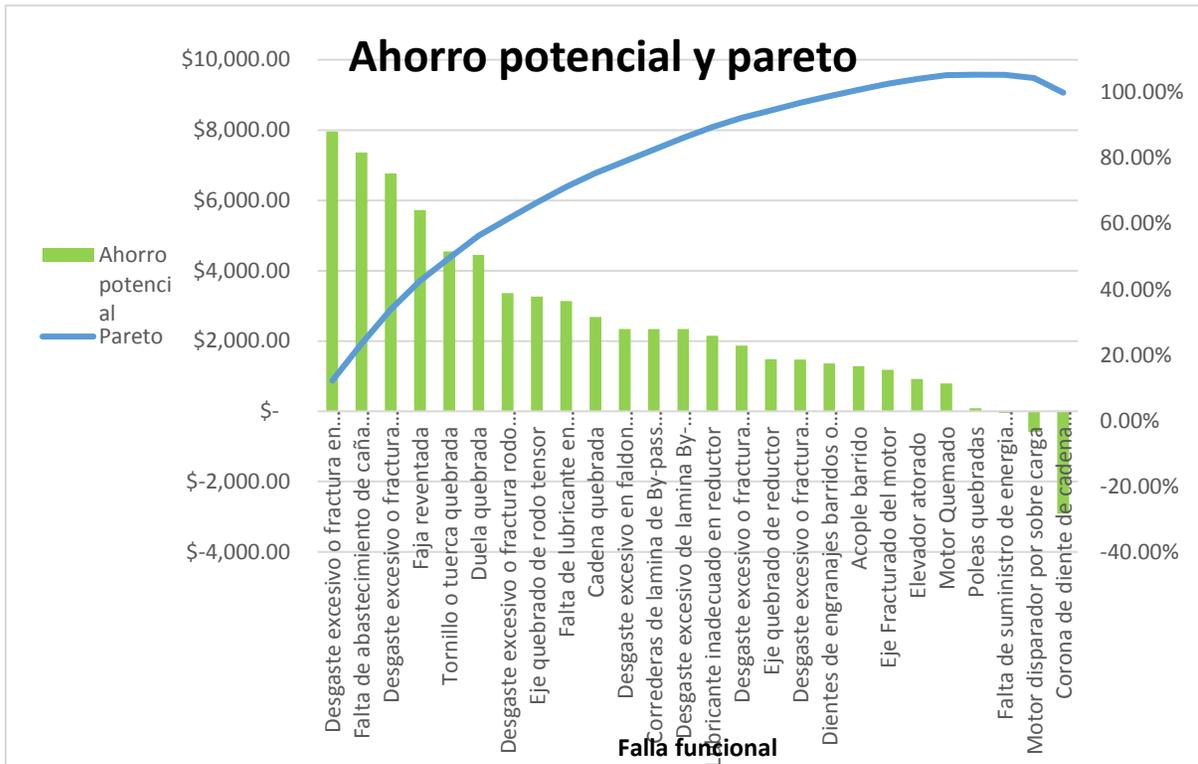
Descripción del equipo: Este sistema se encarga de transportar la caña procesada en fibra de un molino hacia la entrada del siguiente molino, el transporte se realiza a través de duelas que están instaladas en una cadena que se hacen correr a través de un riel recubierto por una corredera plástica para evitar el desgaste del riel, en la parte superior del elevador se encuentra un motor de potencia 50 HP que gira a 1780 rpm y este transmite energía mecánica a un reductor de con un ratio 76.86 y este está acoplado al eje motor que se encarga de hacer girar el mecanismo de cadenas y duelas para poder transportar la caña procesada tipo fibra.



Grafica 8. 1 Tiempos fuera de servicio actual vs esperado elevadores de caña.



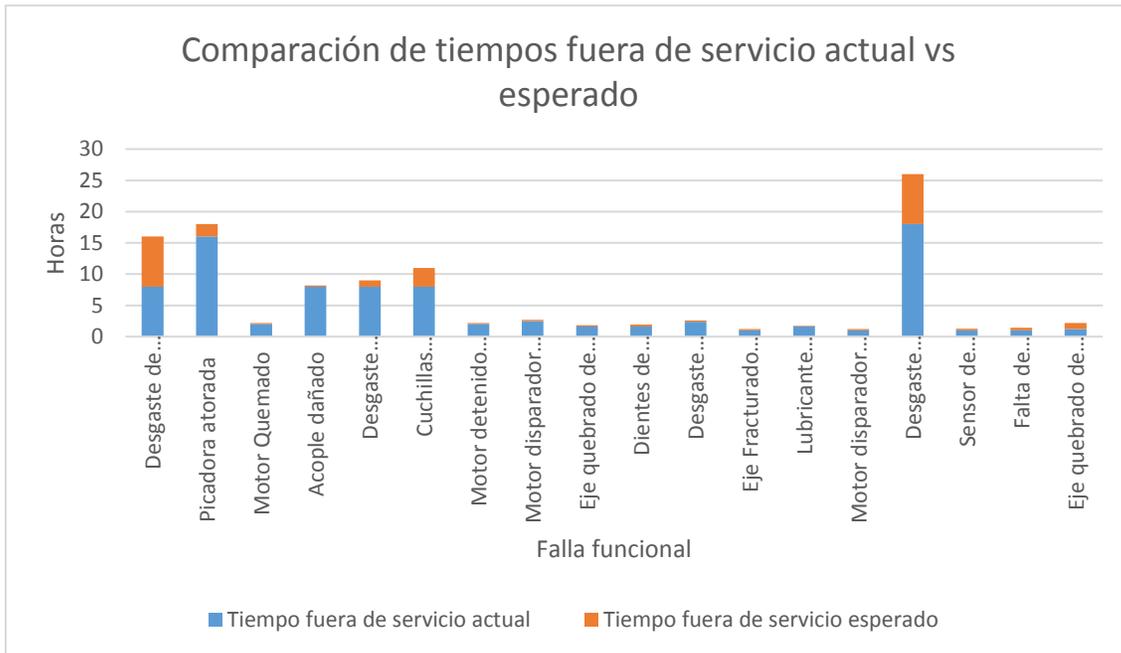
Grafica 8. 2 Costos por fallas funcionales actual vs esperado elevadores de caña.



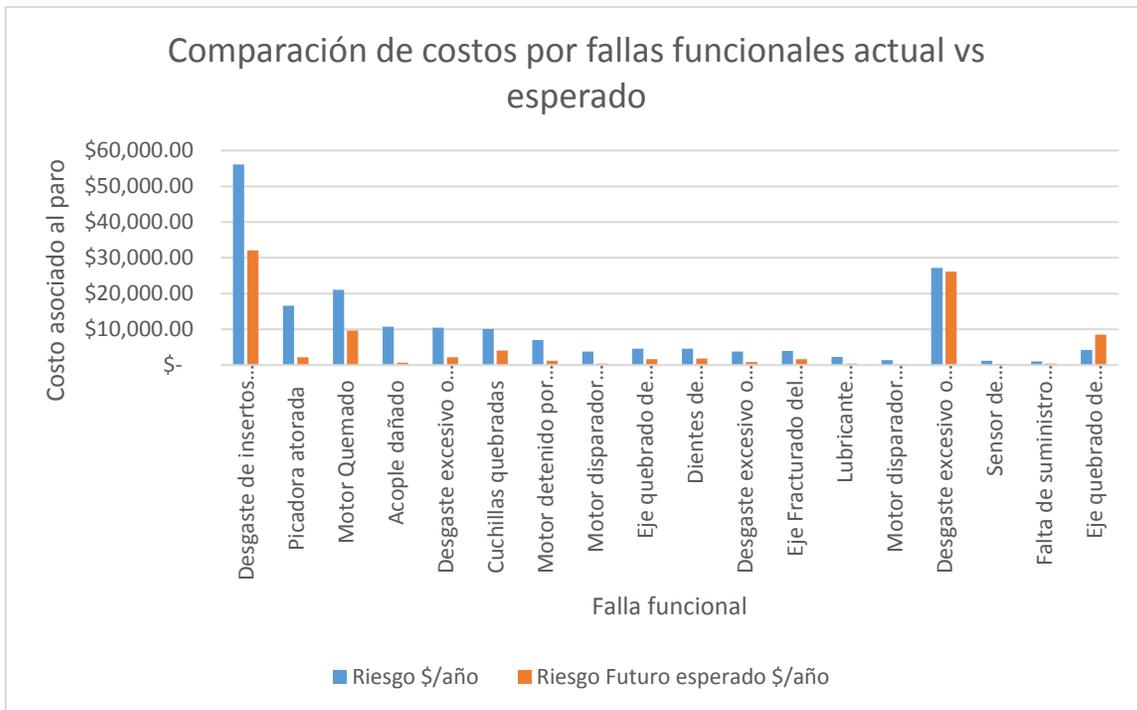
Grafica 8.3 Ahorro potencial y pareto elevadores de caña

8.2.2 Analisis de modo de fallas de picadora de caña

Descripción: La picadora permiten convertir las cañas enteras en caña desfibrada, con un índice de preparación mayor o igual a 85%, con lo que mejora la extracción de jugo en molienda. Este equipo consiste en un eje solido de sección cilíndrica montado en chumaceras con rodamientos de doble hilera rodillos a rotulas debidamente lubricados, en el cual están montados los portacuchillas que pueden ser chuchillas oscilantes o fijas. Las cuchillas son intercambiables y fabricadas en lamina de acero al carbon con un inserto endurecido un uno de sus extremos que evita el desgaste prematuro en en el desfibrado. La picadora se instala sobre el transportador de caña, de manera que los extremos de sus cuchillas queden separados de las duelas a una distancia denominada ajuste que es un factor importante que determina la preparación



Grafica 8. 4 Tiempos fuera de servicio actual vs esperado picadora de caña.



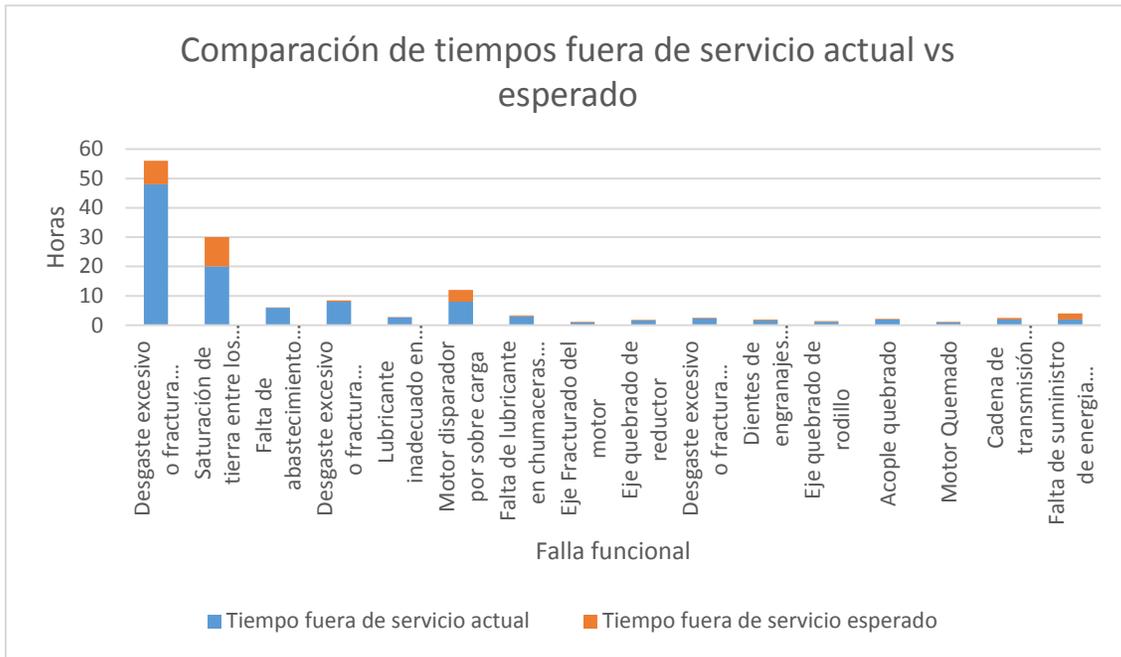
Grafica 8. 5 Costos por fallas funcionales actual vs esperado picadora de caña.



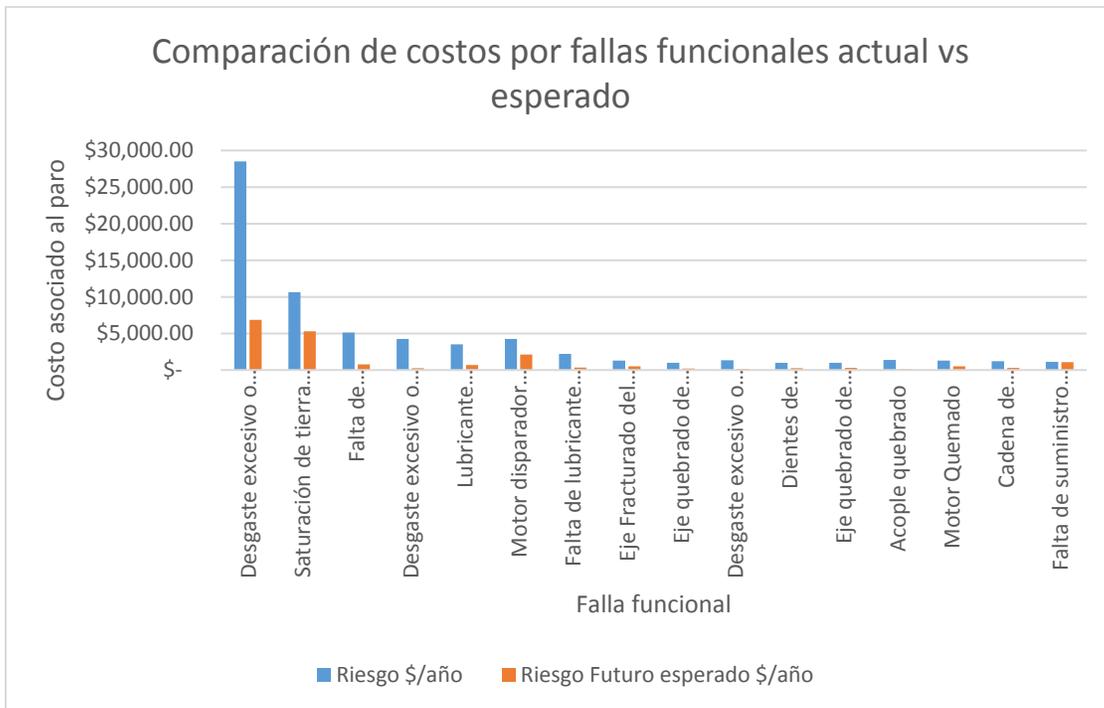
Grafica 8. 6 Ahorro potencial y pareto picadora de caña

8.2.3 Analisis de modo de fallas de rodillos de limpieza

Descripción: Este sistema se encarga de recibir la caña desmenuzada proveniente del pateador de caña que cae a los rodillos de limpieza, estos son 8 filas en serie cada una de 4 de rodillos que giran a 62 rpm en la misma direccion del flujo de caña, los cuales tienen discos entrelazados con una separacion de 6 mm entre discos, distancia suficiente para que la tierra y bajera pase a través de ellos y para a ser desalojada por el sistema recolección de basuras mesa No. 2. Luego la caña de azúcar es arrojada a un transportador de caña; los rodillos son accionados por 6 motores, 4 de 40hp, y 2 de 25hp, con reducción mecánica y acoplada a los ejes por cadenas de transmisión y acoples flexibles



Grafica 8. 7 Tiempos fuera de servicio actual vs esperado rodillos de limpieza.



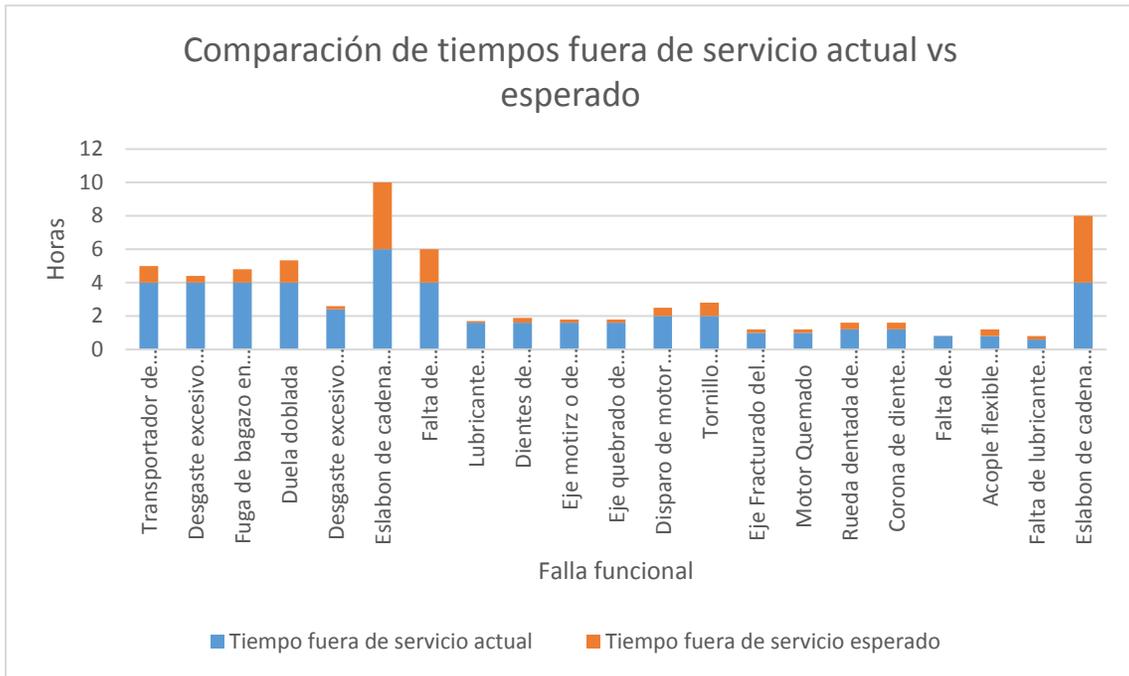
Grafica 8. 8 Costos por fallas funcionales actual vs esperado rodillos de limpieza.



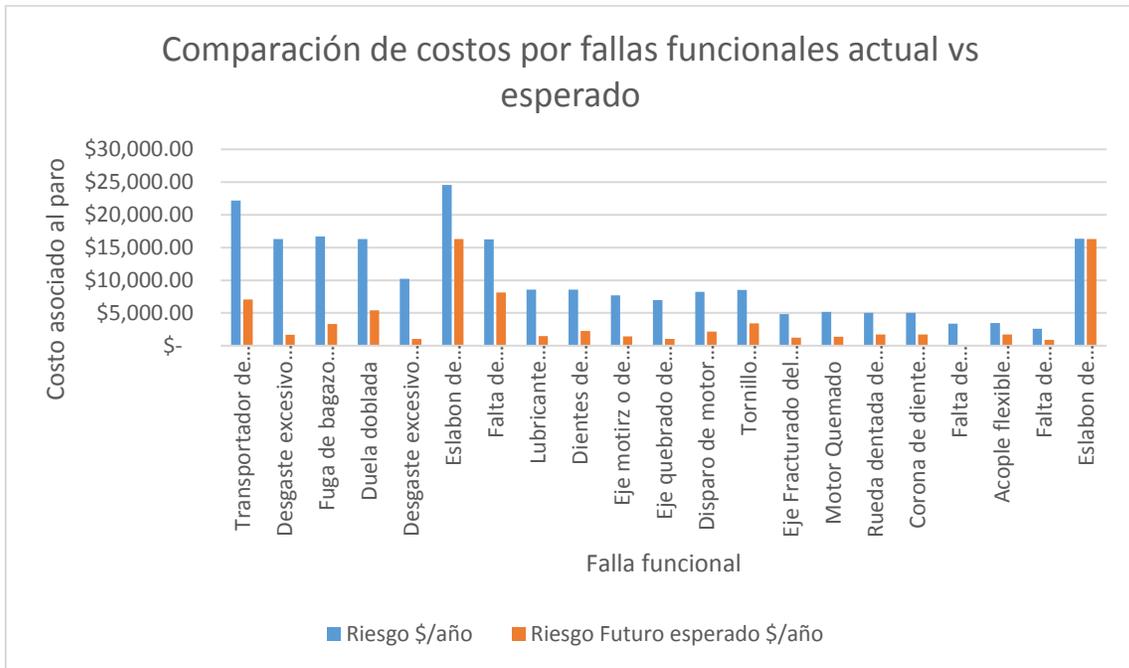
Grafica 8. 9 Ahorro potencial y pareto rodillos de limpieza

8.2.4 Analisis de modo de fallas de transportador de bagazo 4

Descripción: Este sistema se encarga de transportar bagazo de caña, hacia los alimentadores de caldera, este es alimentado por transportador de bagazo 2 y transportador de reclamo 2, los cuales depositan poco despues del eje conducido, tiene un largo total de 365 pies y un largo efectivo de 354 pies, es de tipo tablillas, esta ensamblado con cadena #9185 y duelas tipo "C", el cuerpo de este son laminas de acero al carbon de un espesor de 1/4", tiene para cada caldera 6 salidas de bagazo y una salida en el eje motriz que traslada el bagazo a transportador de baazo 5



Grafica 8. 10 Tiempos fuera de servicio actual vs esperado transportador de bagazo #4



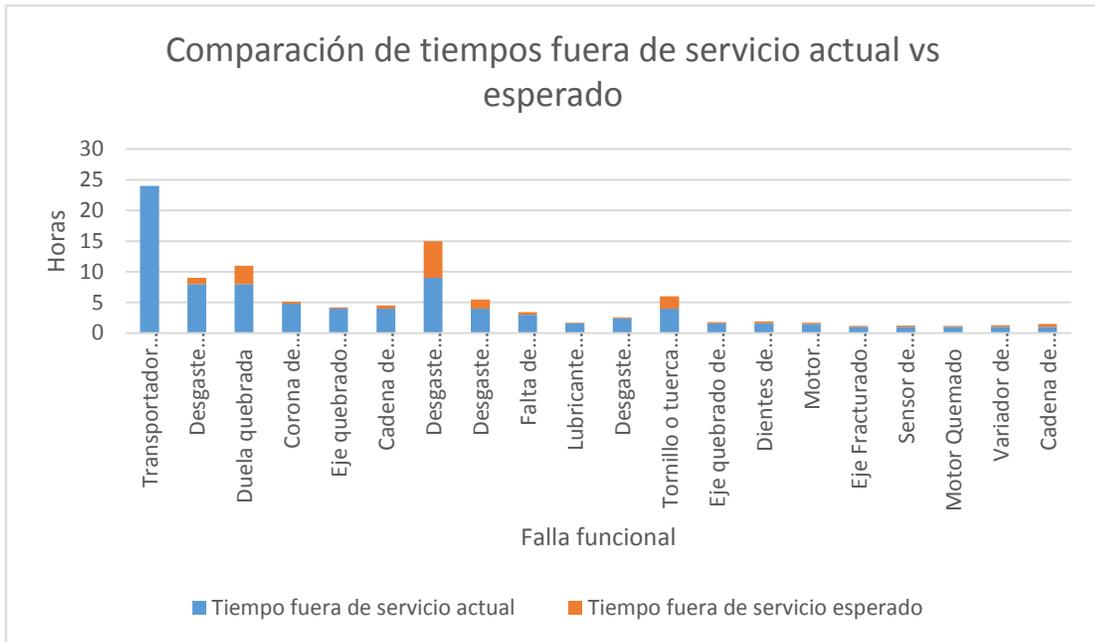
Grafica 8. 11 Costos por fallas funcionales actual vs esperado transportador de bagazo #4



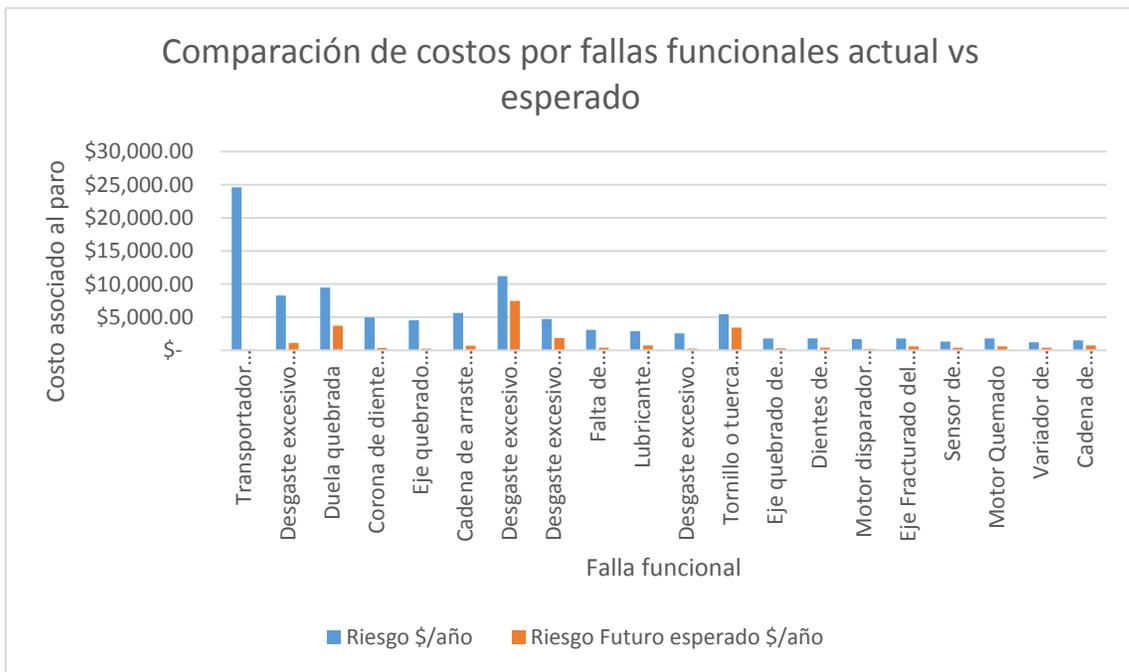
Grafica 8. 12 Ahorro potencial y pareto transportador de bagazo #4

8.2.5 Analisis de modo de fallas de transportador de caña 1 y 2

Este sistema se encarga de transportar la caña procesada en el area de patios y se encarga de hacerla pasar por las picadoras de caña para poderle dar una preparacion adecuada que facilita la extracción de jugo que se entregara al area de extraccion de jugo (Molinos), el transporte se realiza a traves de duelas que estan instaladas en cadenas que se hacen correr atraves de un riel recubierto por una corredera plastica para evitar el desgaste del riel metalico. Lo que hace poder realizar el desplazamiento de caña es un reductor de un ratio de 30.48 con un factor de servicio de 3.45, el motor que hace girar el reductor tiene una potencia de 100 HP y 1750 rpm, la velocidad del motor se controla a traves de un variador de frecuencia al cual se alimenta teniendo un punto de ajuste o ganancia para mantener una molida proyectada para el dia.



Grafica 8. 13 Tiempos fuera de servicio actual vs esperado transportadores de caña 1 y 2.



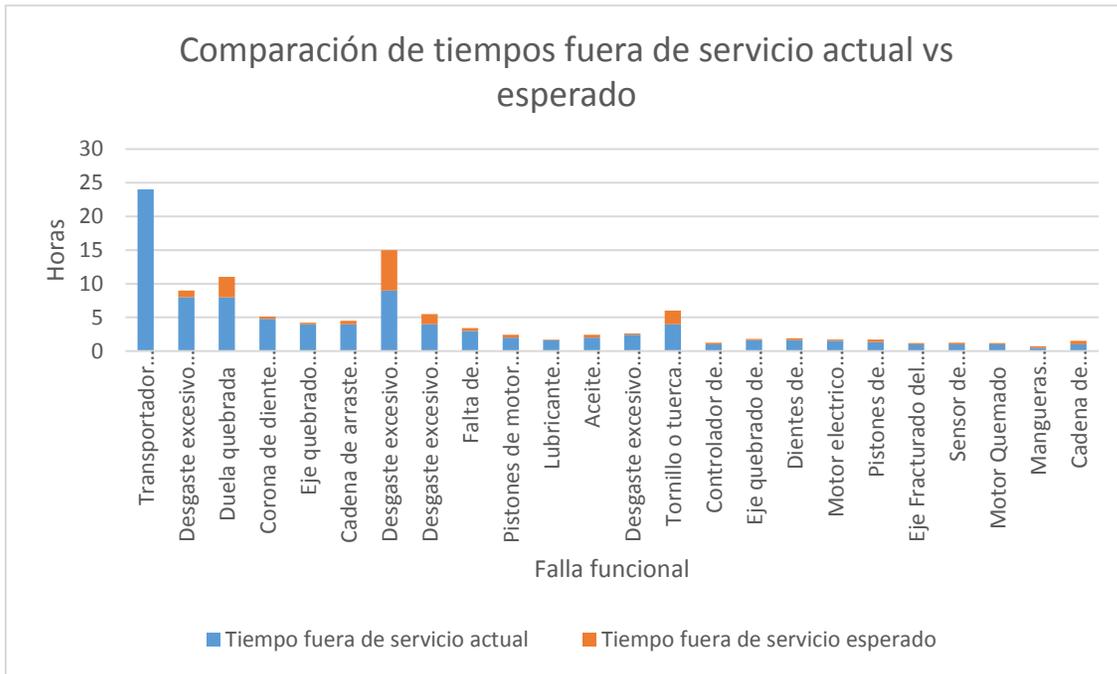
Grafica 8. 14 Costos por fallas funcionales actual vs esperado transportadores de caña 1 y 2.



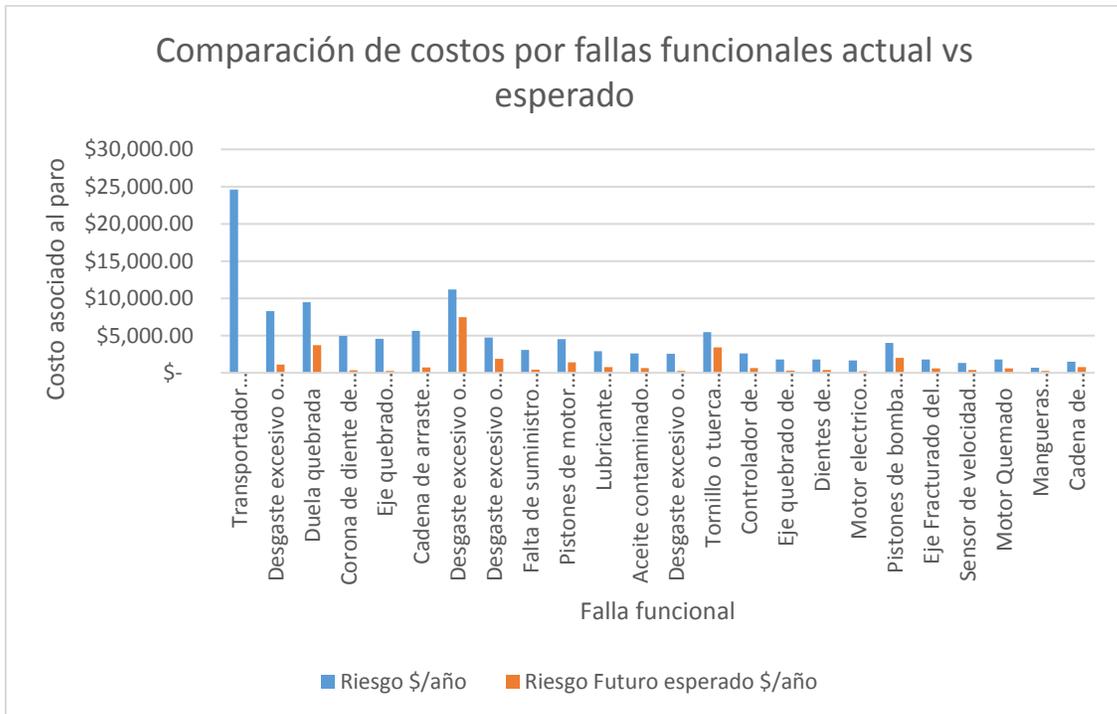
Grafica 8.15 Ahorro potencial y Pareto transportadores de caña 1 y 2.

8.2.6 Analisis de modo de fallas de transportador de caña 3

Descripción: Este sistema se encarga de transportar la caña procesada en el area de patios y se encarga de hacerla pasar por las picadoras de caña para poderle dar una preparacion adecuada que facilita la extracción de jugo que se entregara al area de extraccion de jugo (Molinos), el transporte se realiza a traves de duelas que estan instaladas en cadenas que se hacen correr atraves de un riel recubierto por una corredera plastica para evitar el desgaste del riel metalico. Lo que hace poder realizar el desplazamiento de caña es un reductor de un ratio de 31.82 con un factor de servicio de 2.25, el motor hidraulicoa que hace girar el reductor tiene una potencia de 50 HP y 1750 rpm, el motor electrico de 50 HP gira a una bomba hidraulica que contrala la velocidad del motor hidraulico atravez de una electro valvula la cual se controlas por mediode un punto de ajuste o ganancia para mantener una molida proyectada para el dia.



Grafica 8. 16 Tiempos fuera de servicio actual vs esperado transportador de caña #3



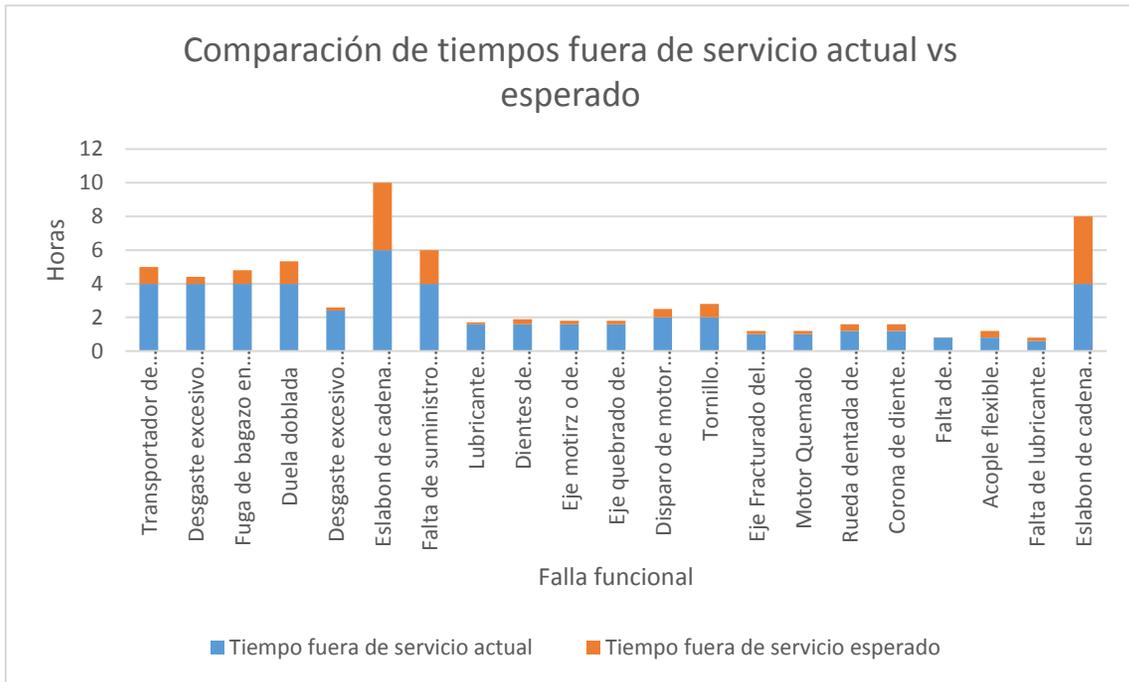
Grafica 8. 17 Costos por fallas funcionales actual vs esperado transportador de caña #3



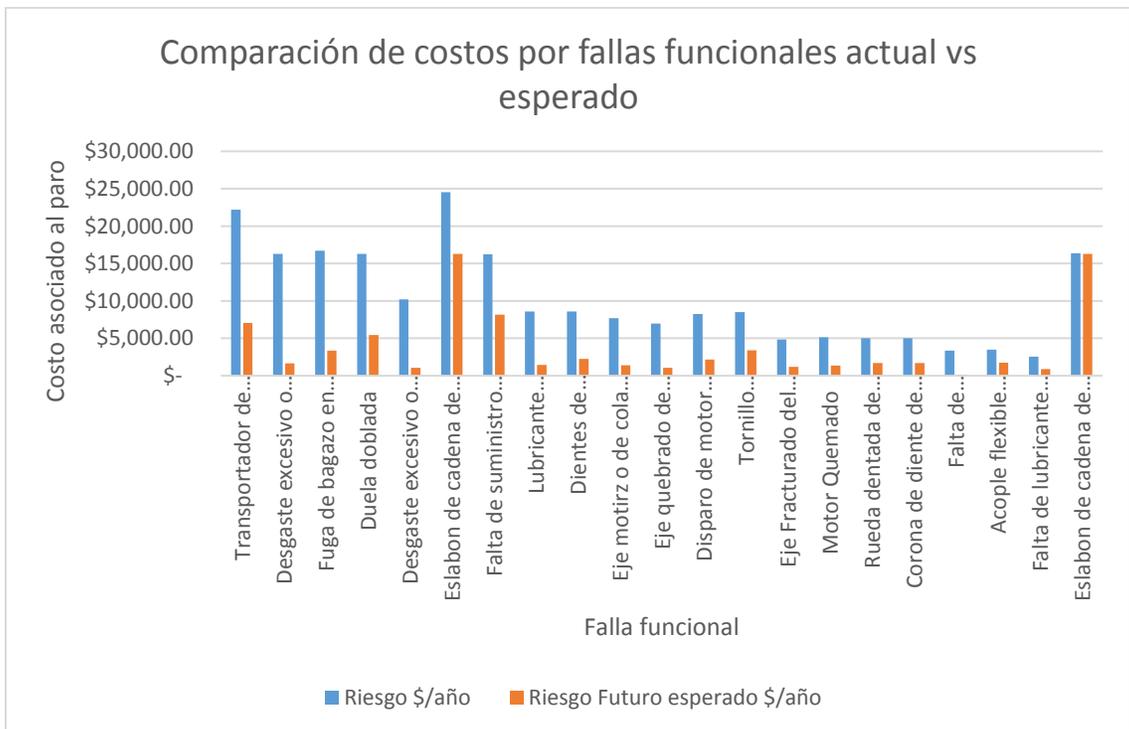
Grafica 8. 18 Ahorro potencial y Pareto transportador de caña #3

8.2.7 Analisis de modo de fallas de transportador 2 de retorno de bagazo

Este sistema se encarga de transportar bagazo de caña, hacia el transportador de bagazi 4, este es alimentado por banda de retorno de bagazo 2, el cual alimenta en el eje de cola, tiene un largo total de 4 m y un largo efectivo de 5m, es de tipo tablillas, esta ensamblado con cadena #9185 y duelas tipo "C", el cuerpo de este son laminas de acero al carbono de un espesor de 1/4.



Grafica 8. 19 Tiempos fuera de servicio actual vs esperado transportador 2 de retorno de bagazo



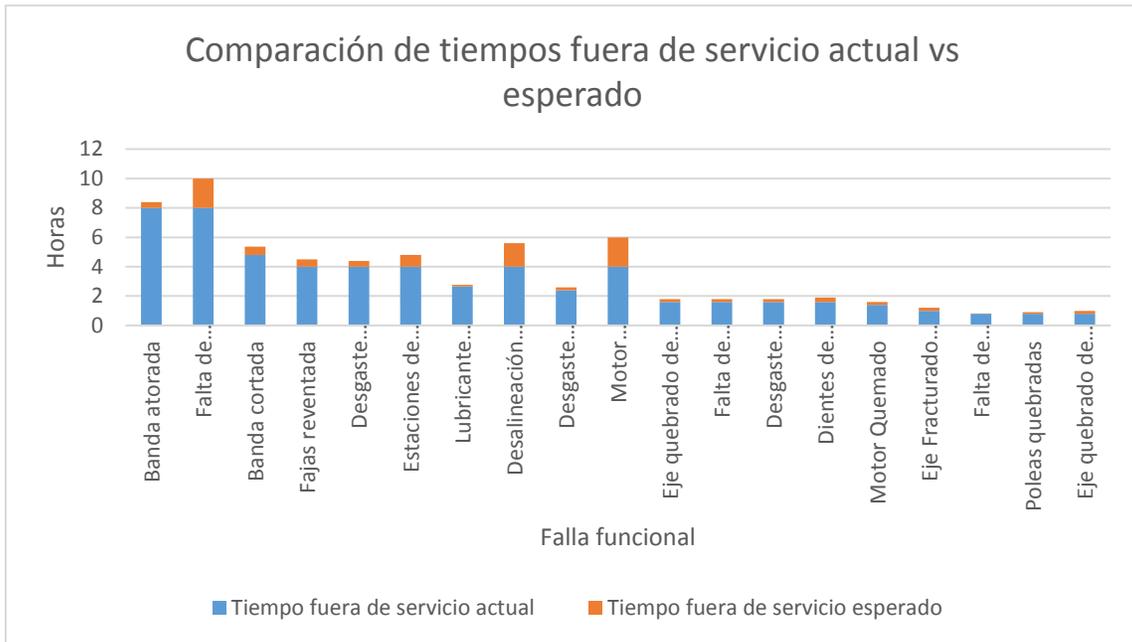
Grafica 8. 20 Costos por fallas funcionales actual vs esperado transportador 2 de retorno de bagazo



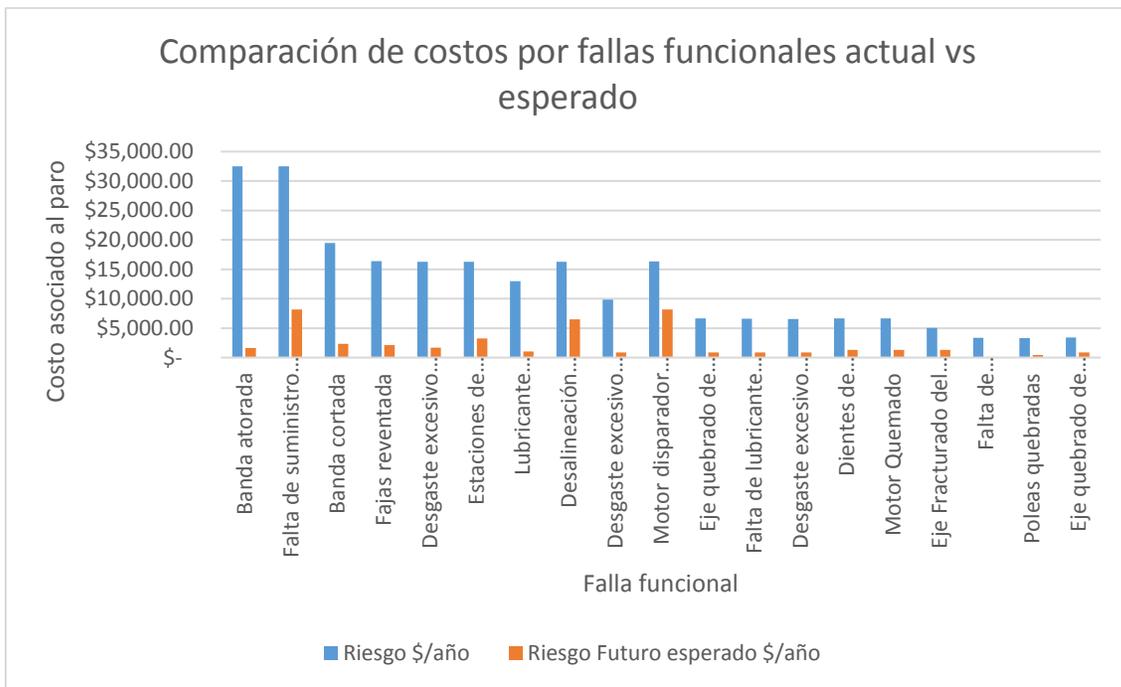
Grafica 8. 21 Ahorro potencial y Pareto transportador 2 de retorno de bagazo

8.2.8 Analisis de modo de fallas de transportador 5 de bagazo

Este sistema se encarga de transportar el bagazo que no se utilizo en la alimentación de las calderas de vapor y que se almacena en la bodega de bagazo, el transporte se realiza a través una banda de hule tipo conveyer que esta siendo movida por un motor electrico de 20 Hp que transfiere energia mecanica a un reductor de ratio 13.58 con factor de servicio 2 que va acoplado directamente a 1 rodo motriz que hace girar la banda que va soportada por estaciones de rodillos.



Grafica 8. 22 Tiempos fuera de servicio actual vs esperado transportador 5 de bagazo



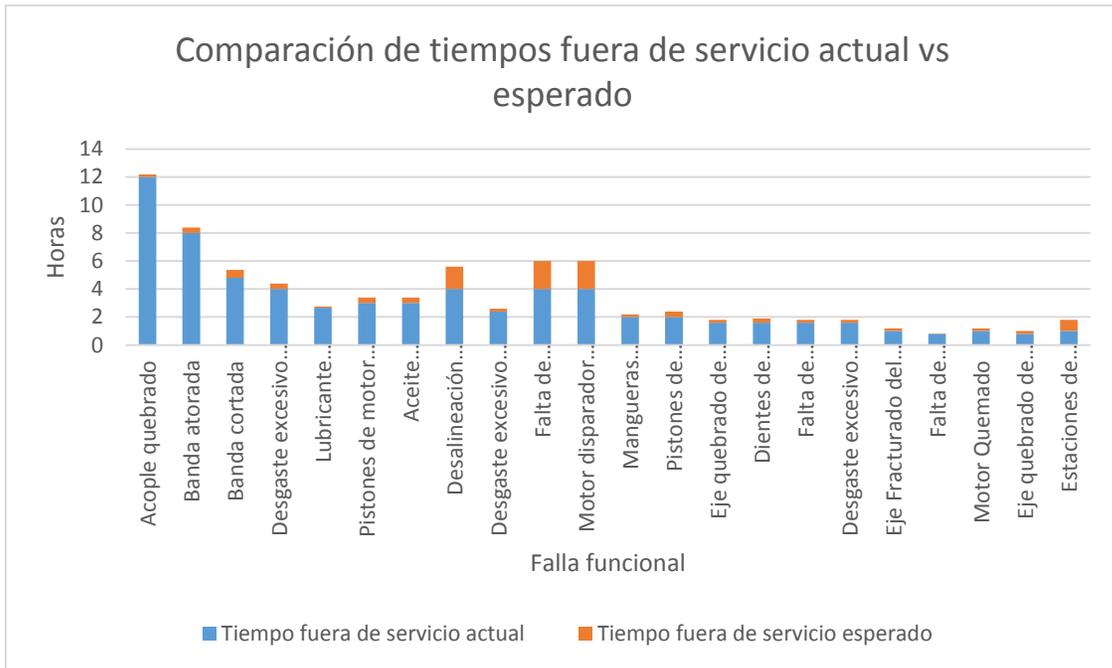
Grafica 8. 23 Costos por fallas funcionales actual vs esperado transportador 5 de bagazo



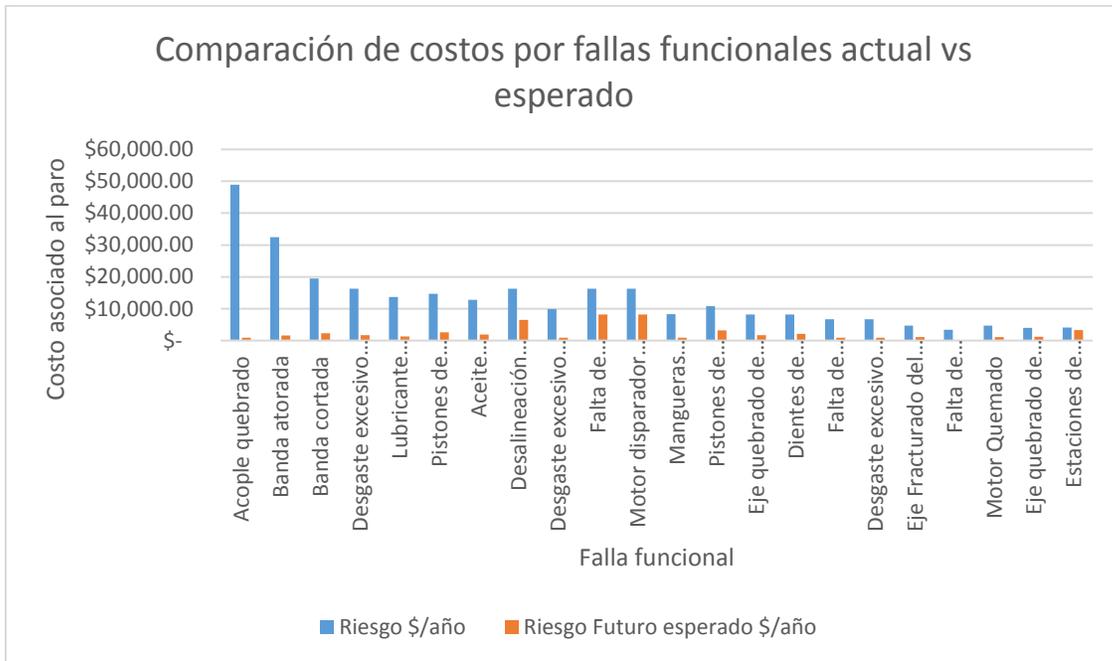
Grafica 8. 24 Ahorro potencial y Pareto transportador 5 de bagazo

8.2.9 Analisis de modo de fallas de transportador retorno bagazo

Este sistema se encarga de transportar el bagazo que esta almacenado en la bodega de bagazo al transportador N°2 de retorno para ser utilizado en alimentación de calderas, el transporte se realiza a través una banda de hule tipo conveyer que esta siendo movida por un motor electrico de 50 Hp que transfiere energia mecanica a una bomba hidraulica que a su vez mueve un motor hidraulico que esta acoplado a un reductor de ratio 30.42 con factor de servicio 2 que va transmite el movimiento al al rodo motriz que hace girar la banda que va soportada por estaciones de rodillos.



Grafica 8. 25 Tiempos fuera de servicio actual vs esperado transportador retorno bagazo



Grafica 8. 26 Costos por fallas funcionales actual vs esperado transportador retorno bagazo



Grafica 8.27 Ahorro potencial y Pareto transportador retorno bagazo

8.3 Analisis de Weibull.

La distribución de Weibull es la distribución que hemos decidido que se utilice para modelar datos de confiables. La distribución es fácil de interpretar y muy versátil. En el análisis de confiabilidad, esta distribución se ha usado para responder a la pregunta siguiente

¿Cuándo debe programarse mantenimiento regular para evitar que los equipos con mas riesgo económico impacten a nuestro proceso productivo?

La distribución de Weibull puede modelar datos que son asimétricos hacia la derecha, hacia la izquierda o simétricos. Es por eso, esta distribución es muy usada para evaluar la confiabilidad en muchas aplicaciones, condensadores, rodamientos, elemento electricos y resistencia de los materiales. La distribución de Weibull también puede modelar una función de riesgo que sea decreciente, creciente o constante, lo que le permite describir cualquier fase de la vida útil los elementos en estudio.

Relación entre los parámetros de la distribución de Weibull, la función de confiabilidad β .

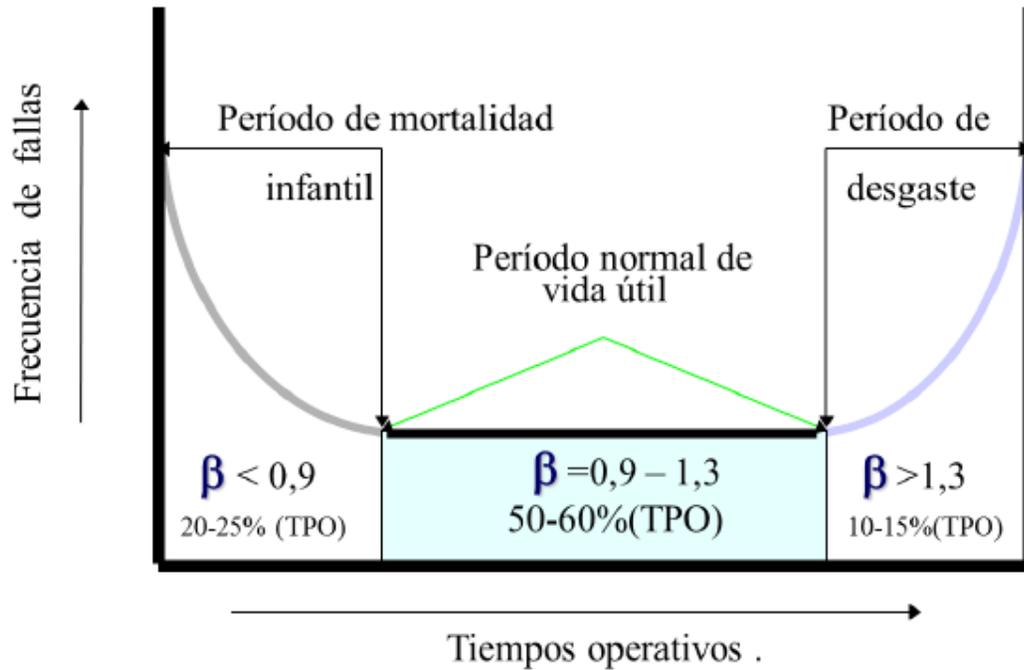


Figura 8. 1 Representación gráfica del parámetro β

En la Figura 8.1 podemos observar el comportamiento de un equipo visto desde el punto parámetro β , lo que se busca es mantener un parámetro β entre 0.9 y 1.3 para asegurar que el equipo se mantenga dentro del periodo de vida útil.

Partiendo de lo antes explicado se a realizado un análisis de Weibull a los modos de falla que mas impactan, por encima del 80 % de riesgo económico que representan los modos de fallas para los sistemas con alta criticidad criticidad y muy alta criticidad. Ver Tabla 8. 2

El calculo se desarrolla en una aplicación diceñada en un documento Excel, facilitada en la materia de Ingeniería en Confiabilidad impartida por el Dr. Carlos Parra.

En las tablas siguientes de cada uno de los sistemas se presentan los valores obtenidos para el parámetro β con el cual podemos identificar donde se encuentran cada unos de los componentes de cada sistema, también se puede observar parámetros tales como el tiempo promedio entre falla actual y objetivo, asi como también la comprobación a través del calculo de Weibull de los tiempos asignados para el programa de mantenimiento, teniendo como parámetro principal mantener una confiabilidad del 80 % de los equipos con el mantenimeinto sugerido según el plan (MCC).

Sistema	Modo de falla	MTBF	Programa de mantenimiento	Verificación del programa MCC según Weibull (Confiabilidad >80%)	MTBF Objetivo	Valor de Beta "β"
Sistema: Elevadores de caña 1, 2, 3, 4 y 5	Desgaste excesivo o fractura en corredera de plástico	39.6	Semanal	31	59.4	1.49
Sistema: Elevadores de caña 1, 2, 3, 4 y 5	Duela quebrada	77.5	Semestral	65	116.25	1.55
Sistema: Elevadores de caña 1, 2, 3, 4 y 5	Tornillo o tuerca quebrada	64.83	Semestral	54	97.245	1.61
Sistema: Elevadores de caña 1, 2, 3, 4 y 5	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de motor	118.8	Quincenal	102	178.125	1.73
Sistema: Elevadores de caña 1, 2, 3, 4 y 5	Falta de abastecimiento de caña	49.5	Diario	46	74.25	1.54
Sistema: Elevadores de caña 1, 2, 3, 4 y 5	Faja reventada	48.33	Mensual	41	72.495	1.37
Sistema: Elevadores de caña 1, 2, 3, 4 y 5	Cadena quebrada	42.6	Mensual	24	63.9	1.45
Sistema: Elevadores de caña 1, 2, 3, 4 y 5	Desgaste excesivo o fractura rodo tensor	125	Semestral	110	187.5	1.75
Sistema: Elevadores de caña 1, 2, 3, 4 y 5	Desgaste excesivo en faldon (zona laminar)	95.6	Semestral	63	143.4	1.29

Sistema	Modo de falla	MTBF	Programa de mantenimiento	Verificación del programa MCC según Weibull (Confiabilidad >80%)	MTBF Objetivo	Valor de Beta "β"
Sistema: Elevadores de caña 1, 2, 3, 4 y 5	Correderas de lamina de By-pass atoradas	142	Semestral	121	213	1.46
Sistema: Elevadores de caña 1, 2, 3, 4 y 5	Desgaste excesivo de lamina By-pass	115	Semestral	96	172.5	1.85
Sistema: Elevadores de caña 1, 2, 3, 4 y 5	Eje quebrado de rodo tensor	125.2	Semestral	102	187.8	1.67
Sistema: Elevadores de caña 1, 2, 3, 4 y 5	Falta de lubricante en chumaceras	111.8	Quincenal	83	167.7	1.8

Tabla 8. 3 Datos Weibull y factor β elevadores de caña

Sistema	Modo de falla	MTBF	Programa de mantenimiento	Verificación del programa MCC según Weibull (Confiabilidad >80%)	MTBF Objetivo	Valor de Beta "β"
Sistema: Picadoras de caña 1, 2 y 3.	Desgaste de insertos de cuchillas	38.14	Mensual	34	57.21	1.42
Sistema: Picadoras de caña 1, 2 y 3.	Desgaste excesivo o fractura rodamientos de chumacera	102.8	Quincenal	89	154.2	1.6
Sistema: Picadoras de caña 1, 2 y 3.	Picadora atorada	38.6	Mensual	21	57.9	1.08
Sistema: Picadoras de caña 1, 2 y 3.	Acople dañado	73.8	Mensual	62	110.7	1.55

Sistema	Modo de falla	MTBF	Programa de mantenimiento	Verificación del programa MCC según Weibull (Confiabilidad >80%)	MTBF Objetivo	Valor de Beta "β"
Sistema: Picadoras de caña 1, 2 y 3.	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de motor	61.6	Quincenal	53	92.4	1.59
Sistema: Picadoras de caña 1, 2 y 3.	Cuchillas quebradas	72.6	Mensual	56	108.9	1.67

Tabla 8. 4 Datos Weibull y factor β Picadoras de caña

Sistema	Modo de falla	MTBF	Programa de mantenimiento	Verificación del programa MCC según Weibull (Confiabilidad >80%)	MTBF Objetivo	Valor de Beta "β"
Sistema: Rodillos de limpieza mesa N°2	Desgaste excesivo o fractura rodamiento o chumacera de brida	26.5	Quincenal	23	39.75	1.71
Sistema: Rodillos de limpieza mesa N°2	Saturación de tierra entre los discos	12.8	Semanal	11	19.2	1.38
Sistema: Rodillos de limpieza mesa N°2	Falta de abastecimiento de caña en rodillos de limpieza	48.5	Diario	42	72.75	1.6
Sistema: Rodillos de limpieza mesa N°2	Motor disparador por sobre carga	61.16	Mensual	37	91.74	1.41
Sistema: Rodillos de limpieza mesa N°2	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de motor	91.2	Quincenal	69	136.8	2.01

Tabla 8. 5 Datos Weibull Rodillos de limpieza mesa #2

Sistema	Modo de falla	MTBF	Programa de mantenimiento	Verificación del programa MCC según Weibull (Confiabilidad >80%)	MTBF Objetivo	Valor de Beta "β"
Sistema: Transportador de Bagazo N°4	Eslabon de cadena de transmisión roto	61	Semestral	49	91.5	1.67
Sistema: Transportador de Bagazo N°4	Transportador de bagazo atorado	103.4	Mensual	75	155.1	1.77
Sistema: Transportador de Bagazo N°4	Fuga de bagazo en cuerpo de transportadores de bagazo	102	Semestral	85	153	1.63
Sistema: Transportador de Bagazo N°4	Eslabon de cadena de arrastre quebrado	61	Semestral	44	91.5	1.54
Sistema: Transportador de Bagazo N°4	Duela doblada	86.4	Semestral	42	129.6	1.99
Sistema: Transportador de Bagazo N°4	Falta de suministro de energia electrica	106.4	Trimestral	75	159.6	1.62
Sistema: Transportador de Bagazo N°4	Disparo de motor electrico	84.5	Mensual	44	126.75	1.49

Tabla 8. 6 Datos Weibull Transportador de bagazo #4

Sistema	Modo de falla	MTBF	Programa de mantenimiento	Verificación del programa MCC según Weibull (Confiabilidad >80%)	MTBF Objetivo	Valor de Beta "β"
Sistema: Transportador de caña N°1 y 2	Transportador atorado	43	Diario	33	64.5	1.44

Sistema	Modo de falla	MTBF	Programa de mantenimiento	Verificacion del programa MCC según Weibull (Confiabilidad >80%)	MTBF Objetivo	Valor de Beta "β"
Sistema: Transportador de caña N°1 y 2	Desgaste excesivo o fractura en corredera de plastico	47	Mensual	34	70.5	1.48
Sistema: Transportador de caña N°1 y 2	Duela quebrada	65.33	Mensual	41	97.995	1.54
Sistema: Transportador de caña N°1 y 2	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de motor	125.2	Quincenal	103	187.8	1.46
Sistema: Transportador de caña N°1 y 2	Cadena de arraste quebrada	35.5	Semanal	28	53.25	1.22
Sistema: Transportador de caña N°1 y 2	Tornillo o tuerca quebrada	47	Mensual	34	70.5	1.59
Sistema: Transportador de caña N°1 y 2	Desgaste excesivo o fractura rodo tensor	103.2	Semestral	63	154.8	1.27
Sistema: Transportador de caña N°1 y 2	Eje quebrado Motriz, intermedio o cola rodo tensor	105.2	Semestral	91	157.8	1.51
Sistema: Transportador de caña N°1 y 2	Falta de suministro de energia electrica	92.8	Trimestral	47	139.2	1.71

Tabla 8. 7 Datos Weibull Transportador de caña 1 y 2

Sistema	Modo de falla	MTBF	Programa de mantenimiento	Verificacion del programa MCC según Weibull (Confiabilidad >80%)	MTBF Objetivo	Valor de Beta "β"
Sistema: Transportador de caña N° 3	Transportador atorado	43	Diario	33	64.5	1.44
Sistema: Transportador de caña N° 3	Desgaste excesivo o fractura en corredera de plastico	47	Mensual	34	70.5	1.48
Sistema: Transportador de caña N° 3	Duela quebrada	65.33	Mensual	41	97.995	1.54
Sistema: Transportador de caña N° 3	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de motor	125.2	Quincenal	103	187.8	1.46
Sistema: Transportador de caña N° 3	Cadena de arraste quebrada	35.5	Semanal	28	53.25	1.22
Sistema: Transportador de caña N° 3	Tornillo o tuerca quebrada	47	Mensual	34	70.5	1.59
Sistema: Transportador de caña N° 3	Desgaste excesivo o fractura rodo tensor	103.2	Semestral	63	154.8	1.27
Sistema: Transportador de caña N° 3	Eje quebrado Motriz, intermedio o cola rodo tensor	105.2	Semestral	91	157.8	1.51
Sistema: Transportador de caña N° 3	Falta de suministro de energia electrica	92.8	Trimestral	47	139.2	1.71

Tabla 8. 8 Datos Weibull Transportador de caña 3

Sistema	Modo de falla	MTBF	Programa de mantenimiento	Verificación del programa MCC según Weibull (Confiabilidad >80%)	MTBF Objetivo	Valor de Beta "β"
Sistema: Transportador N°2 retorno de Bagazo	Eslabon de cadena de transmisión roto	54	Mensual	44	81	1.56
Sistema: Transportador N°2 retorno de Bagazo	Transportador de bagazo atorado	94.2	Mensual	65	141.3	1.85
Sistema: Transportador N°2 retorno de Bagazo	Fuga de bagazo en cuerpo de transportadores de bagazo	101.2	Semestral	79	151.8	1.48
Sistema: Transportador N°2 retorno de Bagazo	Eslabon de cadena de arrastre quebrado	51.33	Semestral	41	76.995	1.5
Sistema: Transportador N°2 retorno de Bagazo	Duela doblada	93.8	Semestral	69	140.7	1.56
Sistema: Transportador N°2 retorno de Bagazo	Falta de suministro de energia electrica	53.5	Trimestral	41	80.25	1.6
Sistema: Transportador N°2 retorno de Bagazo	Disparo de motor electrico	60.66	Mensual	29	90.99	1.25

Tabla 8. 9 Datos Weibull Transportador 2 retorno bagazo

Sistema	Modo de falla	MTBF	Programa de mantenimiento	Verificación del programa MCC según Weibull (Confiabilidad >80%)	MTBF Objetivo	Valor de Beta "β"
Sistema: Transportador N°5 de Bagazo	Falta de suministro de energia electrica	50.8	Trimestral	36	76.2	1.61

Sistema	Modo de falla	MTBF	Programa de mantenimiento	Verificación del programa MCC según Weibull (Confiabilidad >80%)	MTBF Objetivo	Valor de Beta "β"
Sistema: Transportador N°5 de Bagazo	Banda atorada	94.2	Semanal	64	141.3	1.85
Sistema: Transportador N°5 de Bagazo	Fajas reventada	63	Semestral	52	94.5	1.86
Sistema: Transportador N°5 de Bagazo	Motor disparador por sobre carga	58	Mensual	45	87	1.57
Sistema: Transportador N°5 de Bagazo	Desalineación excesiva de banda de hule	107.8	Quincenal	86	161.7	1.88
Sistema: Transportador N°5 de Bagazo	Estaciones de rodillos con rodamientos dañados y/o pines quebrados	77.2	Quincenal	52	115.8	1.25

Tabla 8. 10 Datos Weibull Transportador 5 de bagazo

Sistema	Modo de falla	MTBF	Programa de mantenimiento	Verificación del programa MCC según Weibull (Confiabilidad >80%)	MTBF Objetivo	Valor de Beta "β"
Sistema: Transportador Retorno Bagazo	Acople quebrado	65.66	Semestral	49	98.49	1.67
Sistema: Transportador Retorno Bagazo	Banda atorada	51.16	Semanal	35	76.74	1.45

Sistema	Modo de falla	MTBF	Programa de mantenimiento	Verificación del programa MCC según Weibull (Confiabilidad >80%)	MTBF Objetivo	Valor de Beta "β"
Sistema: Transportador Retorno Bagazo	Motor disparador por sobre carga	51.8	Mensual	33	77.7	1.28
Sistema: Transportador Retorno Bagazo	Falta de suministro de energía eléctrica	56.8	Trimestral	39	85.2	1.24
Sistema: Transportador Retorno Bagazo	Desalineación excesiva de banda de hule	106	Quincenal	88	159	1.59

Tabla 8. 11 Transportador de retorno bagazo 1

8.4 Plan de Mantenimiento

Para la selección adecuada de cada plan de mantenimiento se realizó basado en el árbol de decisión que consta en identificar primeramente si es evidente el tipo de falla, posterior a esto se establece la acción a ejecutar tomando en cuenta la frecuencia de aplicación del plan, dejando claro que personal será el responsable de ejecutar dicha actividad, luego de calcular el monto directo de la actividad sugerida en la cual se toma en cuenta mano de obra, instrumento a utilizar. Teniendo claro lo antes mencionado se establece una frecuencia esperada de fallas al año para poder justificar el ahorro de dicho plan de mantenimiento, en el cálculo comparativo del costo de la falla contra el costo del plan se toma en cuenta impacto a la producción y seguridad/medio ambiente. (Ver anexo B)

A continuación se presentan los planes de cada sistema con sus respectivas frecuencias y acciones de mantenimiento a ejecutar

Jefe de turno de mantenimiento

Semanal

Sistema	Subsistema	Acción de mantenimiento a ejecutar	Tipo de mantenimiento
ELEVADORES DE CAÑA N°1, 2, 3, 4 y 5 (Donelly)	Laminares estructuras	Verificación de tensión de cadena de arrastre por exceso de catenaria	Preventivo Programado
SISTEMA RODILLOS DE LIMPIEZA	Rodillo	Sacar de servicio rodillos de limpieza para hidrolavar discos e inspeccionar estado físico de discos	Preventivo Programado
SISTEMA RODILLOS DE LIMPIEZA	Reductor de velocidad	Sacar de servicio rodillos de limpieza para revisar estado físico y lubricación de tapaset y rejilla	Preventivo Programado
SISTEMA RODILLOS DE LIMPIEZA	Transmisión de potencia	Sacar de servicio rodillos de limpieza para revisar estado físico de componentes de cadena	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE CAÑA N° 3	Sistema hidráulico	Inspeccionar instalación correcta de mangueras, que no tengan roce con superficies con aristas vivas y chequear apreté de uniones roscadas	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE CAÑA N° 3	Transmisión de potencia	Sacar de servicio transportador de caña de limpieza para revisar estado físico de componentes de cadena	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE CAÑA N° 3	Cadena de arrastre	Sacar de servicio transportador de caña para revisar estado físico de componentes de cadena	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE CAÑA N°1 y 2	Transmisión de potencia	Sacar de servicio transportador de caña de limpieza para revisar estado físico de componentes de cadena	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE CAÑA N°1 y 2	Cadena de arrastre	Sacar de servicio transportador de caña para revisar estado físico de componentes de cadena	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR RETORNO BAGAZO	Sistema hidráulico	Inspeccionar instalación correcta de mangueras, que no tengan roce con superficies con aristas vivas y chequear apreté de uniones roscadas	Preventivo Programado

Tabla 8. 12 Mantenimiento semanal Jefe de turno de mantenimiento

Quincenal

Sistema	Subsistema	Acción de mantenimiento a ejecutar	Tipo de mantenimiento
ELEVADORES DE CAÑA N°1, 2, 3, 4 y 5 (Donelly)	Motor eléctrico	Revisión e inspección de interruptor termo magnético, relé de sobre carga, líneas de control y estado físico.	Preventivo Programado
PICADORAS DE CAÑA 1, 2, 3	Motor eléctrico	Revisión e inspección de interruptor termo magnético, relé de sobre carga, líneas de control y estado físico de picadora.	Preventivo Programado
SISTEMA RODILLOS DE LIMPIEZA	Motor eléctrico	Revisión e inspección de interruptor termo magnético, relé de sobre carga, líneas de control y estado físico de rodillos de limpieza.	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE CAÑA N° 3	Motor eléctrico	Revisión e inspección de interruptor termo magnético, relé de sobre carga, líneas de control y estado físico de picadora.	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE CAÑA N°1 y 2	Motor eléctrico	Revisión e inspección de interruptor termo magnético, relé de sobre carga, líneas de control y estado físico de picadora.	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE BAGAZO N°4	Motor eléctrico	Revisión e inspección de interruptor termo magnético, relé de sobre carga, líneas de control y estado físico.	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR N°2 RETORNO DE BAGAZO	Motor eléctrico	Revisión e inspección de interruptor termo magnético, relé de sobre carga, líneas de control y estado físico.	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR N°5 DE BAGAZO	Motor eléctrico	Revisión e inspección de interruptor termo magnético, relé de sobre carga, líneas de control y estado físico.	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR RETORNO BAGAZO	Motor eléctrico	Revisión e inspección de interruptor termo magnético, relé de sobre carga, líneas de control y estado físico.	Preventivo Programado

Tabla 8. 13 Mantenimiento quincenal Jefe de turno de mantenimiento

Mensual

Sistema	Subsistema	Acción de mantenimiento a ejecutar	Tipo de mantenimiento
ELEVADORES DE CAÑA N°1, 2, 3, 4 y 5 (Donelly)	Transmisión de potencia	En paro programado inspeccionar visualmente estado físico de fajas, verificar tensión de faja y alineamiento de poleas	Preventivo Oportunidad
ELEVADORES DE CAÑA N°1, 2, 3, 4 y 5 (Donelly)	Transmisión de potencia	Sacar de servicio a elevador para revisar estado físico de los acoples así como sus ajustes dado por fabricante	Preventivo Programado
ELEVADORES DE CAÑA N°1, 2, 3, 4 y 5 (Donelly)	Cadena de arrastre	Sacar de servicio a elevador para revisar estado físico de cadena, verificar estado de los candados y chavetas	Preventivo Programado
PICADORAS DE CAÑA 1, 2, 3	Rotor de picadora	En paros programados realizar inspecciones de estado de cuchillas y pernos sujetadores.	Preventivo Oportunidad
PICADORAS DE CAÑA 1, 2, 3	Transmisión de potencia	Sacar de servicio a elevador para revisar estado físico de los acoples así como sus ajustes dado por fabricante	Preventivo Oportunidad
PICADORAS DE CAÑA 1, 2, 3	Rotor de picadora	En paros programados realizar inspecciones de estado de cuchillas y pernos sujetadores.	Preventivo Oportunidad
PICADORAS DE CAÑA 1, 2, 3	Rotor de picadora	Sacar de servicio equipo e instalar cuchillas para aumentar la vida útil de las que se quitan, de manera que se puedan recuperar las que están desmontando.	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE CAÑA N° 3	Cadena de arrastre	Sacar de servicio transportador de caña para revisar estado físico de las duelas	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE CAÑA N° 3	Cadena de arrastre	Hacer inspecciones quincenales del estado de las correderas y de esa manera poder programar cambios de una manera preventiva.	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE CAÑA N° 3	Cadena de arrastre	Hacer inspecciones quincenales del estado de las correderas y de esa manera poder programar cambios de una manera preventiva.	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE CAÑA N°1 y 2	Cadena de arrastre	Sacar de servicio transportador de caña para revisar estado físico de las duelas	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE CAÑA N°1 y 2	Cadena de arrastre	Hacer inspecciones quincenales del estado de las correderas y de esa manera poder programar cambios de una manera preventiva.	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE CAÑA N°1 y 2	Cadena de arrastre	Hacer inspecciones quincenales del estado de las correderas y de esa manera poder programar cambios de una manera preventiva.	Preventivo Programado

Tabla 8. 14 Mantenimiento mensual Jefe de turno de mantenimiento

Trimestral

Sistema	Subsistema	Acción de mantenimiento a ejecutar	Tipo de mantenimiento
ELEVADORES DE CAÑA N°1, 2, 3, 4 y 5 (Donelly)	Motor eléctrico	Revisión e inspección de líneas de alimentación al equipo	Preventivo Programado
PICADORAS DE CAÑA 1, 2, 3	Motor eléctrico	Realizar mediciones de líneas con respecto a tierra para ver el estado de las líneas y hacer pruebas de aislamiento eléctrico del motor.	Preventivo Programado
PICADORAS DE CAÑA 1, 2, 3	Motor eléctrico	Revisión e inspección de líneas de alimentación al equipo	Preventivo Programado
SISTEMA RODILLOS DE LIMPIEZA	Motor eléctrico	Revisión e inspección de líneas de alimentación al equipo	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE CAÑA N° 3	Motor eléctrico	Revisión e inspección de líneas de alimentación al equipo	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE CAÑA N°1 y 2	Motor eléctrico	Revisión e inspección de líneas de alimentación al equipo	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE BAGAZO N°4	Motor eléctrico	Revisión e inspección de líneas de alimentación al equipo	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR N°2 RETORNO DE BAGAZO	Motor eléctrico	Revisión e inspección de líneas de alimentación al equipo	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR N°5 DE BAGAZO	Motor eléctrico	Revisión e inspección de líneas de alimentación al equipo	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR N°5 DE BAGAZO	Transmisión de potencia	Inspección de polea con líquidos penetrantes y alineación de poleas	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR RETORNO BAGAZO	Motor eléctrico	Revisión e inspección de líneas de alimentación al equipo	Preventivo Programado

Tabla 8. 15 Mantenimiento trimestral Jefe de turno de mantenimiento

Anual

Sistema	Subsistema	Acción de mantenimiento a ejecutar	Tipo de mantenimiento
ELEVADORES DE CAÑA N°1, 2, 3, 4 y 5 (Donelly)	Transmisión de potencia	Inspección de polea con líquidos penetrantes y alineación de poleas	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE BAGAZO N°4	Cadena de arrastre	Sacar de servicio a transportador de bagazo para revisar estado físico de cadena, verificar estado de los eslabones y chavetas	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE BAGAZO N°4	Cadena de arrastre	Sacar de servicio a transportador de bagazo para revisar estado físico de cadena, verificar estado de los eslabones y chavetas	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE BAGAZO N°4	Transmisión de potencia	Sacar de servicio transportador de bagazo para revisar estado físico y lubricación de tapaset y rejilla	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR N°2 RETORNO DE BAGAZO	Cadena de arrastre	Sacar de servicio a transportador de bagazo para revisar estado físico de cadena, verificar estado de los eslabones y chavetas	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR N°2 RETORNO DE BAGAZO	Cadena de arrastre	Sacar de servicio a transportador de bagazo para revisar estado físico de cadena, verificar estado de los eslabones y chavetas	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR N°2 RETORNO DE BAGAZO	Transmisión de potencia	Sacar de servicio transportador de bagazo para revisar estado físico y lubricación de tapaset y rejilla	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR N°5 DE BAGAZO	Transmisión de potencia	Inspeccionar visualmente estado físico de fajas, verificar tensión de faja y alineamiento de poleas	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR RETORNO BAGAZO	Sistema hidráulico	Sacar de servicio para revisar estado físico y lubricación de tapaset y rejilla	Preventivo Programado

Tabla 8. 16 Mantenimiento Anual Jefe de turno de mantenimiento

Jefe de turno producción

Diario

Sistema	Subsistema	Acción de mantenimiento a ejecutar	Tipo de mantenimiento
ELEVADORES DE CAÑA N°1, 2, 3, 4 y 5 (Donelly)	Cadena de arrastre	Comunicación con torre de control abastecimiento de caña	Operación de equipo
SISTEMA RODILLOS DE LIMPIEZA	Rodillo	Comunicación con torre de control abastecimiento de caña	Operación de equipo
TRANSPORTADOR DE CAÑA N° 3	Transportador de caña	Comunicación con torre de control abastecimiento de caña	Operación de equipo
TRANSPORTADOR DE CAÑA N°1 y 2	Transportador de caña	Comunicación con torre de control abastecimiento de caña	Operación de equipo
TRANSPORTADOR DE BAGAZO N°4	Transportador de bagazo	Comunicación de operador de cuarto control calderas con operador de bodega de bagazo	Operación de equipo
TRANSPORTADOR N°2 RETORNO DE BAGAZO	Transportador de bagazo	Comunicación de operador de cuarto control calderas con operador de bodega de bagazo	Operación de equipo
TRANSPORTADOR N°5 DE BAGAZO	Banda transportadora de bagazo	Comunicación de operador de cuarto control calderas con operador de bodega de bagazo	Operación de equipo
TRANSPORTADOR RETORNO BAGAZO	Banda transportadora de bagazo	Comunicación de operador de cuarto control calderas con operador de bodega de bagazo	Operación de equipo

Tabla 8. 17 Mantenimiento diario Jefe de turno producción

Responsable de mantenimiento mecánico

Semanal

Sistema	Subsistema	Acción de mantenimiento a ejecutar	Tipo de mantenimiento
TRANSPORTADOR N°5 DE BAGAZO	Banda transportadora de bagazo	Con aire comprimido realizar limpieza en estaciones de rodillos, revisar guarderas y revisar tensión de banda por medio de revisión de catenaria entre estaciones	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR N°5 DE BAGAZO	Banda transportadora de bagazo	Verificar paralelismos de rodillos con equipo infrarrojo, apreté de tornillos de sujeción de estaciones y limpieza de rodillos auto alineantes	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR N°5 DE BAGAZO	Banda transportadora de bagazo	Verifica estado físico de empalme vulcanizado y caras de contactos para evaluar superficies irregulares, rasgaduras, grietas y limpieza	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR N°5 DE BAGAZO	Banda transportadora de bagazo	Verificar paralelismos de rodillos con equipo infrarrojo, apreté de tornillos de sujeción de estaciones, limpieza de rodillos y lubricación	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR RETORNO BAGAZO	Banda transportadora de bagazo	Con aire comprimido realizar limpieza en estaciones de rodillos, revisar guarderas y revisar tensión de banda por medio de revisión de catenaria entre estaciones	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR RETORNO BAGAZO	Banda transportadora de bagazo	Verificar paralelismos de rodillos con equipo infrarrojo, apreté de tornillos de sujeción de estaciones y limpieza de rodillos auto alineantes	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR RETORNO BAGAZO	Banda transportadora de bagazo	Verifica estado físico de empalme vulcanizado y caras de contactos para evaluar superficies irregulares, rasgaduras, grietas y limpieza	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR RETORNO BAGAZO	Banda transportadora de bagazo	Verificar paralelismos de rodillos con equipo infrarrojo, apreté de tornillos de sujeción de estaciones, limpieza de rodillos y lubricación	Preventivo Programado

Tabla 8. 18 Mantenimiento semanal Responsable de mantenimiento mecánico

Responsable de instrumentación

Semanal

Sistema	Subsistema	Acción de mantenimiento a ejecutar	Tipo de mantenimiento
TRANSPORTADOR DE CAÑA N° 3	Sistema hidráulico	Hacer un cheque de corriente de control señal de 4 a 20 ma, para ver cómo responde el convertidor analógico corriente/presión y verificar que presión lado fuerza responda de manera lineal a la señal de control.	Preventivo Programado

Tabla 8. 19 Mantenimiento semanal Responsable de instrumentación

Mensual

Sistema	Subsistema	Acción de mantenimiento a ejecutar	Tipo de mantenimiento
PICADORAS DE CAÑA 1, 2, 3	Sistema de lubricación	Realizar inspecciones pre establecidas para ver el funcionamiento de los equipos de instrumentación	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE CAÑA N° 3	Sistema hidráulico	Realizar inspecciones pre establecidas para ver el funcionamiento de los equipos de instrumentación	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE CAÑA N°1 y 2	Motor eléctrico	Realizar inspecciones pre establecidas para ver el funcionamiento de los equipos de instrumentación	Preventivo Programado

Tabla 8. 20 Mantenimiento mensual Responsable de instrumentación

Responsable mantenimiento eléctrico

Mensual

Sistema	Subsistema	Acción de mantenimiento a ejecutar	Tipo de mantenimiento
TRANSPORTADOR DE CAÑA N°1 y 2	Motor eléctrico	Verificar estado de tarjetas electrónicas de comunicación y control de los IGBT's, así como también pruebas en vacío de variador para determinar posibles daños.	Preventivo Programado

Tabla 8. 21 Mantenimiento mensual Responsable mantenimiento eléctrico

Trimestral

Sistema	Subsistema	Acción de mantenimiento a ejecutar	Tipo de mantenimiento
PICADORAS DE CAÑA 1, 2, 3	Motor eléctrico	Conectarse con la computadora para descargar los eventos historizados del equipo y hacer pruebas de disparo.	Preventivo Programado

Tabla 8. 22 Mantenimiento trimestral Responsable mantenimiento eléctrico

Responsable de mantenimiento molinos

Mensual

Sistema	Subsistema	Acción de mantenimiento a ejecutar	Tipo de mantenimiento
ELEVADORES DE CAÑA N°1, 2, 3, 4 y 5 (Donelly)	Elevador de caña	En paros programados realizar inspecciones de estado de duelas, correderas, rodo motriz, rodo de cola y pernos sujetadores.	Preventivo Oportunidad
TRANSPORTADOR DE BAGAZO N°4	Cadena de arrastre	En paros programados realizar inspecciones de estado de duelas, correderas, rodo motriz, rodo de cola y pernos sujetadores.	Preventivo Oportunidad
TRANSPORTADOR N°2 RETORNO DE BAGAZO	Transportador de bagazo	En paros programados realizar inspecciones de estado de duelas, correderas, rodo motriz, rodo de cola y pernos sujetadores.	Preventivo Oportunidad

Tabla 8. 23 Mantenimiento mensual Responsable de mantenimiento molinos

Analista de predictivo

Semanal

Sistema	Subsistema	Acción de mantenimiento a ejecutar	Tipo de mantenimiento
ELEVADORES DE CAÑA N°1, 2, 3, 4 y 5 (Donelly)	Motor eléctrico	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motores de rodillos.	Preventivo Predictivo
ELEVADORES DE CAÑA N°1, 2, 3, 4 y 5 (Donelly)	Motor eléctrico	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motor	Preventivo Predictivo
ELEVADORES DE CAÑA N°1, 2, 3, 4 y 5 (Donelly)	Reductor de velocidad	Rutas quincenales de monitoreo de condición en reductor y extracción muestra de aceite.	Preventivo Predictivo
ELEVADORES DE CAÑA N°1, 2, 3, 4 y 5 (Donelly)	Cadena de arrastre	Rutas quincenales de monitoreo de condición en chumaceras al momento de sacar la mesa de servicio	Preventivo Predictivo
ELEVADORES DE CAÑA N°1, 2, 3, 4 y 5 (Donelly)	Cadena de arrastre	Rutas quincenales de monitoreo de condición en chumaceras al momento de sacar la mesa de servicio	Preventivo Predictivo
PICADORAS DE CAÑA 1, 2, 3	Motor eléctrico	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motores de rodillos.	Preventivo Predictivo
PICADORAS DE CAÑA 1, 2, 3	Motor eléctrico	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motor	Preventivo Predictivo
PICADORAS DE CAÑA 1, 2, 3	Reductor de velocidad	Rutas quincenales de monitoreo de condición en reductor y extracción muestra de aceite.	Preventivo Predictivo
PICADORAS DE CAÑA 1, 2, 3	Rotor de picadora	Rutas quincenales de monitoreo de condición en chumaceras al momento de sacar la mesa de servicio	Preventivo Predictivo
SISTEMA RODILLOS DE LIMPIEZA	Motor eléctrico	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motores de rodillos.	Preventivo Predictivo
SISTEMA RODILLOS DE LIMPIEZA	Motor eléctrico	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motores de rodillos.	Preventivo Predictivo
SISTEMA RODILLOS DE LIMPIEZA	Reductor de velocidad	Rutas quincenales de monitoreo de condición en reductor y extracción muestra de aceite.	Preventivo Predictivo
SISTEMA RODILLOS DE LIMPIEZA	Rodillo	Rutas quincenales de monitoreo de condición en chumaceras al momento de sacar la mesa de servicio	Preventivo Predictivo
SISTEMA RODILLOS DE LIMPIEZA	Rodillo	Rutas quincenales de monitoreo de condición en chumaceras al momento de sacar la mesa de servicio	Preventivo Predictivo
TRANSPORTADOR DE CAÑA N° 3	Sistema hidráulico	Rutas quincenales de monitoreo de vibraciones mecánicas , toma de lectura termografía y análisis de aceite de sistemas hidráulico	Preventivo Predictivo
TRANSPORTADOR DE CAÑA N° 3	Sistema hidráulico	Rutas quincenales de monitoreo de vibraciones mecánicas , toma de lectura termografía y análisis de aceite de sistemas hidráulico	Preventivo Predictivo
TRANSPORTADOR DE CAÑA N° 3	Motor eléctrico	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motores de cada transportador	Preventivo Predictivo
TRANSPORTADOR DE CAÑA N° 3	Motor eléctrico	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motor	Preventivo Predictivo
TRANSPORTADOR DE CAÑA N° 3	Reductor de velocidad	Rutas quincenales de monitoreo de condición en reductor y extracción muestra de aceite.	Preventivo Predictivo
TRANSPORTADOR DE CAÑA N°1 y 2	Motor eléctrico	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motores de cada transportador	Preventivo Predictivo
TRANSPORTADOR DE CAÑA N°1 y 2	Motor eléctrico	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motor	Preventivo Predictivo
TRANSPORTADOR DE CAÑA N°1 y 2	Reductor de velocidad	Rutas quincenales de monitoreo de condición en reductor y extracción muestra de aceite.	Preventivo Predictivo
TRANSPORTADOR DE BAGAZO N°4	Reductor de velocidad	Rutas quincenales de monitoreo de condición en reductor y extracción muestra de aceite.	Preventivo Predictivo
TRANSPORTADOR DE BAGAZO N°4	Motor eléctrico	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motores de rodillos.	Preventivo Predictivo

TRANSPORTADOR DE BAGAZO N°4	Motor eléctrico	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motor	Preventivo Predictivo
TRANSPORTADOR DE BAGAZO N°4	Cadena de arrastre	Rutas quincenales de monitoreo de condición en chumaceras al momento de sacar la mesa de servicio	Preventivo Predictivo
TRANSPORTADOR N°2 RETORNO DE BAGAZO	Reductor de velocidad	Rutas quincenales de monitoreo de condición en reductor y extracción muestra de aceite.	Preventivo Predictivo
TRANSPORTADOR N°2 RETORNO DE BAGAZO	Motor eléctrico	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motores de rodillos.	Preventivo Predictivo
TRANSPORTADOR N°2 RETORNO DE BAGAZO	Motor eléctrico	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motor	Preventivo Predictivo
TRANSPORTADOR N°2 RETORNO DE BAGAZO	Cadena de arrastre	Rutas quincenales de monitoreo de condición en chumaceras al momento de sacar la mesa de servicio	Preventivo Predictivo
TRANSPORTADOR N°5 DE BAGAZO	Motor eléctrico	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motores de rodillos.	Preventivo Predictivo
TRANSPORTADOR N°5 DE BAGAZO	Motor eléctrico	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motores de rodillos.	Preventivo Predictivo
TRANSPORTADOR N°5 DE BAGAZO	Reductor de velocidad	Rutas quincenales de monitoreo de condición en reductor y extracción muestra de aceite.	Preventivo Predictivo
TRANSPORTADOR N°5 DE BAGAZO	Banda transportadora de bagazo	Rutas quincenales de monitoreo de condición en chumaceras al momento de sacar la mesa de servicio	Preventivo Predictivo
TRANSPORTADOR N°5 DE BAGAZO	Banda transportadora de bagazo	Rutas quincenales de monitoreo de condición en chumaceras al momento de sacar la mesa de servicio	Preventivo Predictivo
TRANSPORTADOR RETORNO BAGAZO	Motor eléctrico	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motores de rodillos.	Preventivo Predictivo
TRANSPORTADOR RETORNO BAGAZO	Motor eléctrico	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motores de rodillos.	Preventivo Predictivo
TRANSPORTADOR RETORNO BAGAZO	Reductor de velocidad	Rutas quincenales de monitoreo de condición en reductor y extracción muestra de aceite.	Preventivo Predictivo
TRANSPORTADOR RETORNO BAGAZO	Banda transportadora de bagazo	Rutas quincenales de monitoreo de condición en chumaceras al momento de sacar la mesa de servicio	Preventivo Predictivo
TRANSPORTADOR RETORNO BAGAZO	Banda transportadora de bagazo	Rutas quincenales de monitoreo de condición en chumaceras al momento de sacar la mesa de servicio	Preventivo Predictivo
TRANSPORTADOR RETORNO BAGAZO	Sistema hidráulico	Rutas quincenales de monitoreo de vibraciones mecánicas , toma de lectura termografía y análisis de aceite de sistemas hidráulico	Preventivo Predictivo
TRANSPORTADOR RETORNO BAGAZO	Sistema hidráulico	Rutas quincenales de monitoreo de vibraciones mecánicas , toma de lectura termografía y análisis de aceite de sistemas hidráulico	Preventivo Predictivo

Tabla 8. 24 Mantenimiento semanal Analista de predictivo

Anual

Sistema	Subsistema	Acción de mantenimiento a ejecutar	Tipo de mantenimiento
ELEVADORES DE CAÑA N°1, 2, 3, 4 y 5 (Donelly)	Motor eléctrico	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas	Preventivo Programado
ELEVADORES DE CAÑA N°1, 2, 3, 4 y 5 (Donelly)	Reductor de velocidad	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas	Preventivo Programado
ELEVADORES DE CAÑA N°1, 2, 3, 4 y 5 (Donelly)	Reductor de velocidad	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas. Sacra muestra de aceite hacer análisis fisicoquímico	Preventivo Programado
ELEVADORES DE CAÑA N°1, 2, 3, 4 y 5 (Donelly)	Cadena de arrastre	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas	Preventivo Programado
ELEVADORES DE CAÑA N°1, 2, 3, 4 y 5 (Donelly)	Cadena de arrastre	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas	Preventivo Programado
ELEVADORES DE CAÑA N°1, 2, 3, 4 y 5 (Donelly)	Cadena de arrastre	Inspección con ultrasonido medidor de espesores para determinar espesores mínimos requeridos según célula y especificación de tubo	Preventivo Programado
ELEVADORES DE CAÑA N°1, 2, 3, 4 y 5 (Donelly)	Cadena de arrastre	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas	Preventivo Programado
ELEVADORES DE CAÑA N°1, 2, 3, 4 y 5 (Donelly)	Laminares estructuras	Inspección con ultrasonido medidor de espesores para determinar espesores mínimos requeridos según especificación de lamina	Preventivo Programado
ELEVADORES DE CAÑA N°1, 2, 3, 4 y 5 (Donelly)	Cadena de arrastre	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas	Preventivo Programado
ELEVADORES DE CAÑA N°1, 2, 3, 4 y 5 (Donelly)	Laminares estructuras	Inspección con ultrasonido medidor de espesores para determinar espesores mínimos requeridos según especificación de lamina	Preventivo Programado
ELEVADORES DE CAÑA N°1, 2, 3, 4 y 5 (Donelly)	Picadora de caña	Inspección con ultrasonido medidor de espesores para determinar espesores mínimos requeridos según especificación de lamina	Preventivo Programado
PICADORAS DE CAÑA 1, 2, 3	Motor eléctrico	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas	Preventivo Programado
PICADORAS DE CAÑA 1, 2, 3	Reductor de velocidad	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas	Preventivo Programado
PICADORAS DE CAÑA 1, 2, 3	Reductor de velocidad	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas. Sacra muestra de aceite hacer análisis fisicoquímico	Preventivo Programado
PICADORAS DE CAÑA 1, 2, 3	Rotor de picadora	Sacar de servicio a elevador y realizar inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas	Preventivo Programado
SISTEMA RODILLOS DE LIMPIEZA	Motor eléctrico	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas	Preventivo Programado
SISTEMA RODILLOS DE LIMPIEZA	Reductor de velocidad	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas	Preventivo Programado
SISTEMA RODILLOS DE LIMPIEZA	Reductor de velocidad	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas. Sacra muestra de aceite hacer análisis fisicoquímico	Preventivo Programado
SISTEMA RODILLOS DE LIMPIEZA	Rodillo	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido medición de espesores	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE CAÑA N° 3	Sistema hidráulico	Realizar prueba hidrostática de enfriador de aceite una vez al año y hacer análisis de aceite	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE CAÑA N° 3	Motor eléctrico	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE CAÑA N° 3	Reductor de velocidad	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE CAÑA N° 3	Reductor de velocidad	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas. Sacra muestra de aceite hacer análisis fisicoquímico	Preventivo Programado

Sistema	Subsistema	Acción de mantenimiento a ejecutar	Tipo de mantenimiento
TRANSPORTADOR DE CAÑA N° 3	Cadena de arrastre	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido medición de espesores	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE CAÑA N° 3	Cadena de arrastre	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas. Sacra muestra de aceite hacer análisis fisicoquímico	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE CAÑA N° 3	Cadena de arrastre	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas. Sacra muestra de aceite hacer análisis fisicoquímico	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE CAÑA N°1 y 2	Motor eléctrico	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE CAÑA N°1 y 2	Reductor de velocidad	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE CAÑA N°1 y 2	Reductor de velocidad	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas. Sacra muestra de aceite hacer análisis fisicoquímico	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE CAÑA N°1 y 2	Cadena de arrastre	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido medición de espesores	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE CAÑA N°1 y 2	Cadena de arrastre	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas. Sacra muestra de aceite hacer análisis fisicoquímico	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE CAÑA N°1 y 2	Cadena de arrastre	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas. Sacra muestra de aceite hacer análisis fisicoquímico	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE BAGAZO N°4	Cadena de arrastre	Inspección con ultrasonido medidor de espesores para determinar espesores mínimos requeridos según célula y especificación de lamina	Preventivo Predictivo
TRANSPORTADOR DE BAGAZO N°4	Cadena de arrastre	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE BAGAZO N°4	Laminares estructuras	Inspección con ultrasonido medidor de espesores para determinar espesores mínimos requeridos según especificación de lamina	Preventivo Predictivo
TRANSPORTADOR DE BAGAZO N°4	Reductor de velocidad	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE BAGAZO N°4	Reductor de velocidad	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas. Sacra muestra de aceite hacer análisis fisicoquímico	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE BAGAZO N°4	Cadena de arrastre	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE BAGAZO N°4	Transmisión de potencia	Inspección de eje con líquidos penetrantes	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE BAGAZO N°4	Cadena de arrastre	Inspección de eje con líquidos penetrantes	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR DE BAGAZO N°4	Motor eléctrico	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR N°2 RETORNO DE BAGAZO	Cadena de arrastre	Inspección con ultrasonido medidor de espesores para determinar espesores mínimos requeridos según célula y especificación de lamina	Preventivo Predictivo
TRANSPORTADOR N°2 RETORNO DE BAGAZO	Cadena de arrastre	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR N°2 RETORNO DE BAGAZO	Laminares estructuras	Inspección con ultrasonido medidor de espesores para determinar espesores mínimos requeridos según especificación de lamina	Preventivo Predictivo
TRANSPORTADOR N°2 RETORNO DE BAGAZO	Reductor de velocidad	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas	Preventivo Programado

TRANSPORTADOR N°2 RETORNO DE BAGAZO	Reductor de velocidad	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas. Sacar muestra de aceite hacer análisis fisicoquímico	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR N°2 RETORNO DE BAGAZO	Cadena de arrastre	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR N°2 RETORNO DE BAGAZO	Transmisión de potencia	Inspección de eje con líquidos penetrantes	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR N°2 RETORNO DE BAGAZO	Cadena de arrastre	Inspección de eje con líquidos penetrantes	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR N°2 RETORNO DE BAGAZO	Motor eléctrico	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR N°5 DE BAGAZO	Motor eléctrico	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR N°5 DE BAGAZO	Reductor de velocidad	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR N°5 DE BAGAZO	Reductor de velocidad	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas. Sacar muestra de aceite hacer análisis fisicoquímico	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR N°5 DE BAGAZO	Banda transportadora de bagazo	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido medición de espesores	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR RETORNO BAGAZO	Motor eléctrico	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR RETORNO BAGAZO	Reductor de velocidad	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR RETORNO BAGAZO	Reductor de velocidad	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas. Sacar muestra de aceite hacer análisis fisicoquímico	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR RETORNO BAGAZO	Banda transportadora de bagazo	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido medición de espesores	Preventivo Programado
TRANSPORTADOR RETORNO BAGAZO	Sistema hidráulico	Realizar prueba hidrostática de enfriador de aceite una vez al año y hacer análisis de aceite	Preventivo Predictivo

Tabla 8. 25 Mantenimiento anual Analista de predictivo

8.5 Procedimientos de Mantenimiento

8.5.1 Procedimiento de alineación de poleas y tensión de correas

1. OBJETIVO

Validar y verificar eficazmente si las poleas y sus transmisiones por correas están perfectamente alineadas y tensadas.

2. ALCANCE

Reducir fallas por el desgaste prematuro de las poleas y correas, vibración causada por desalineamiento y falta de atención, fallos en rodamientos y engranajes.

3. RESPONSABILIDAD:

3.1. Mecánico: Persona encargada de realizar el alineado de poleas y tensión de correas..

3.2. Responsable de Mantenimiento Mecánico: Persona encargada de supervisar/validar que el alineado y tensión estén dentro de las tolerancias.

4. DEFINICIONES:

4.1. EQUIPO DE ALINEACIÓN DE POLEAS LASER:

El alineador alinea las poleas para correas en v en las ranuras. Sus guías en v y sus potentes imanes permiten la instalación en las ranuras de la polea. Tiene dos componentes, una unidad emisora de láser y una unidad receptora, permite detectar fácilmente la desalineación y también su naturaleza (si es horizontal, vertical, paralela, o una combinación de las tres).

4.2. EQUIPO MEDIDOR DE TENSIÓN O FRECUENCIA DE CORREAS.

Sistema de dos componentes que proporciona una medición de la tensión sin contacto para distintos tipos de correas, consta de un medidor portátil conectado a un sensor óptico.

5. INSTRUCCIÓN

5.1. PASOS DE ALINEAMIENTO LASER DE POLEAS.

- Instalar unidad receptora en polea de maquina fija.
- Instalar unidad emisora en polea de maquina móvil.
- Verificar si la desalineación es angular vertical, angular horizontal o paralela.
- Mover maquina móvil según se requiera para dejar una alineación correcta.

5.2. PASOS DE MEDICIÓN DE TENSIÓN O FRECUENCIA EN CORREAS.

- Introduzca en el equipo la longitud del tramo y los datos de la correara.
- Conectar el sensor
- Apunte con el sensor hacia el centro del tramo de correa y luego tire de ella o dele un golpecito con una llave.
- Observe la frecuencia medida en la pantalla, que puede mostrar los valores en newtons o libras. (ver catalogo la frecuencia según número de correas y si es nueva o usada).
- Reajuste la tensión de la correa y realice una nueva medición en caso necesario.
- Nota: Se recomienda que las 8 horas se verifique de nuevo la tensión en correas nuevas

6. MATERIALES , EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Equipo de alineación Laser TKBA 40
- Medidor de tensión o frecuencia PHL FM 10/400

7. SEGURIDADES

- Según normas y políticas de seguridad de la empresa

8. COORDINACIONES

- Con personal de mantenimiento mecánico y eléctrico.

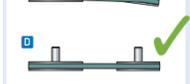
9. SISTEMAS Y MODO DE FALLAS

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
Sistema: Elevadores de caña 1, 2, 3, 4 y 5	Faja reventada	2	Revisión de tensión en fajas con tensiómetro digital y alineación de poleas con equipo laser	En paro programado inspeccionar visualmente estado físico de fajas, verificar tensión de faja y alineamiento de poleas	4	Mensual
Sistema: Transportador N°5 de Bagazo	Fajas reventada	1	Revisión de tensión en fajas con tensiómetro digital y alineación de poleas con equipo laser	Inspeccionar visualmente estado físico de fajas, verificar tensión de faja y alineamiento de poleas	1	Semestral

10. FORMATO DE INSPECCIÓN

FORMATO DE ALIENACIÓN DE POLEAS Y TENSIÓN DE CORREAS

FECHA : ___/___/____ EJECUTOR : MANTENIMIENTO PREDICTIVO: _____
 ACTIVIDAD No.: _____ GRAFO : _____ CÓDIGO _____
 DE GRAFO : _____

TIPO DE DESALINEACIÓN	OBSERVACIONES
	
	
	
 <p data-bbox="553 940 743 1003"> A Desalineación angular vertical. B Desalineación paralela. C Desalineación angular horizontal. D Alineación correcta. </p>	

TENSIÓN O FRECUENCIA DE CORREAS		OBSERVACIONES
TIPO DE CORREA		
NUMERO DE CORREA		
CORREA NUEVA		
CORREA USADA		
FRECUENCIA DE CORREAS SEGÚN TABLA		
TENSIÓN DE CORREAS SEGÚN TABLA		
VALOR DE FRECUENCIA DE CORREAS		
VALOR DE CORREAS SEGÚN TABLA		

USO DE PLANIFICACION					
EJECUTOR	No. AVISO	No. O. T.	PEDIDO	ST AT US	OBSERVACIONES

ANALISTA DE PREDICTIVO _____ NOMBRE	RESPONSABLE DE AREA _____ NOMBRE	JEFE DE AREA _____ NOMBRE
---	--	-------------------------------------

8.5.2 Procedimiento de inspección con ultrasonido

1. OBJETIVO

Detectar instantáneamente defectos escondidos en materiales como ejes, para localizar discontinuidades u otras indicaciones (grietas).

2. ALCANCE

La inspección de grietas o indicaciones utilizando equipo de ultrasonido es únicamente para ejes metálicos de motores, reductores, bombas, etc. (excepto los de materiales con alto contenido de carbono) con una longitud máxima de 200 pulgadas. La actividad se ejecutará por personal analista de mantenimiento predictivo con los conocimientos sobre el manejo adecuado del equipo de medición y del tema de grietas en ejes.

3. RESPONSABILIDAD:

- a. Analista predictivo: Persona encargada de realizar la inspección de grietas con el equipo de ultrasonido.
- b. Responsable de predictivo: Persona encargada de supervisar/validar la inspección.

4. DEFINICIONES:

4.1 EQUIPO DE MEDICION:

Equipo para realizar inspección de grietas en ejes por medio del ultrasonido. Emite un pulso de vibraciones longitudinales producido por un transductor electro-acústico que permanece en contacto con el material a inspeccionar, con la ayuda de un segundo transductor y circuitos electrónicos el equipo convierte el pulso a señal eléctrica con la cual se puede determinar la existencia de grietas.

4.2 TRANSDUCTOR.

Es una parte del equipo de medición que se utiliza como detector (sensor) e instrumento de medición.

4.3 ACOPLANTE.

Es un gel industrial que se utiliza para mejorar la transmisión del sonido desde el transductor hasta la pieza sometida, a fin de producir resultados confiables en la inspección de grietas.

4.4 DECIBEL.

Es la unidad de medición de la intensidad del sonido.

5 INSTRUCCIÓN

5.1 ACTIVIDADES PRELIMINARES A LA INSPECCIÓN.

- Poseer el plano/diagrama con dimensiones del equipo o zona a inspeccionar (opcional).
- Una vez listo el eje, asegurar que la superficie donde se colocará el transductor se encuentre limpia (libre de polvo y oxido) y sea completamente lisa (no posea ninguna irregularidad).
- Verificar que no estén realizando ningún trabajo de soldadura al eje a inspeccionar, debido a que podría ocasionar interferencias o daños al equipo de medición.
- Poseer el plano con dimensiones del eje a inspeccionar (opcional).
- Colocar gel acoplante en la superficie donde se colocará el transductor.

5.2 CONFIGURACIONES DEL EQUIPO DE MEDICIÓN.

- Verificar que el equipo de medición cuente con la carga suficiente en la batería para lograr realizar la inspección.
- Colocar los parámetros de Velocidad, Zero, Angulo, Rango de acuerdo al material y longitud del eje a inspeccionar.
- Ajustar el valor de decibeles, garantizando que la gráfica en el equipo de medición muestre al menos 80% en la longitud total.

5.3 ACTIVIDADES DE MEDICIÓN Y TOMA DE DATOS.

- Colocar el transductor sobre la superficie con gel acoplante y comenzar la medición.
- Realizar un barrido con el transductor sobre toda la superficie y anotar las señales que muestra el equipo de medición gráficamente de: Distancia (in), Amplitud (%), Decibeles (dB), Ángulo (°), Rango (in) y Referencia.

6 MATERIALES , EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Equipo de ultrasonido EPOCH 4B
- Wipper
- Gel Acoplante

7 SEGURIDADES

- Según normas y políticas de seguridad de la empresa

8 COORDINACIONES

- Con personal de mantenimiento mecánico , eléctrico y producción

9 SISTEMAS Y MODO DE FALLAS

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
Sistema: Elevadores de caña 1, 2, 3, 4 y 5	Desgaste excesivo o fractura rodo tensor	1	Pruebas no destructivas	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas	1	Semestral
Sistema: Elevadores de caña 1, 2, 3, 4 y 5	Eje quebrado de rodo tensor	1	Pruebas no destructivas	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas	1	Semestral
Sistema: Transportador de Bagazo N°4	Tornillo deporta duela quebrado	0.5	Pruebas no destructivas	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas	1	Semestral
Sistema: Transportador de caña N°1 y 2	Corona de diente de cadena quebrado	0.2	Pruebas No destructivas y análisis de aceite	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas. Sacra muestra de aceite hacer análisis fisicoquímico	1	Semestral

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
Sistema: Transportador de caña N°1 y 2	Desgaste excesivo o fractura rodo tensor	1	Pruebas No destructivas y análisis de aceite	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas. Sacra muestra de aceite hacer análisis fisicoquímico	1	Semestral
Sistema: Transportador de caña N°1 y 2	Eje quebrado Motriz, intermedio o cola rodo tensor	1	Pruebas No destructivas	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido medición de espesores	1	Semestral
Sistema: Transportador de caña N° 3	Corona de diente de cadena quebrado	0.2	Pruebas No destructivas y análisis de aceite	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas. Sacra muestra de aceite hacer análisis fisicoquímico	1	Semestral
Sistema: Transportador de caña N° 3	Desgaste excesivo o fractura rodo tensor	1	Pruebas No destructivas y análisis de aceite	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido	1	Semestral

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
				detector de fallas. Sacra muestra de aceite hacer análisis fisicoquímico		
Sistema: Transportador de caña N° 3	Eje quebrado Motriz, intermedio o cola rodo tensor	1	Pruebas No destructivas	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido medición de espesores	1	Semestral
Sistema: Transportador N°2 retorno de Bagazo	Tornillo deporta duela quebrado	0.5	Pruebas no destructivas	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas	1	Semestral

10 FORMATO DE INSPECCIÓN

EVALUACIÓN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO- LUBRICACIÓN	
FECHA : ___/___/_____ EJECUTOR : MANTENIMIENTO	
PREDICTIVO:	
ACTIVIDAD No.: ___ ___ ___	GRAFO : _____
_____ CÓDIGO DE GRAFO : ___ ___	

PARTE O COMPONENTE	DESGASTE			TIPO DE INSPECCIÓN				OBSERVACIONES
				ULTRA SONIDO	MEDICIÓN DE ESPESORES	LÍQUIDOS PENETRANTES	VISUAL	
ZONA LAMINAR	S	L	N					
TUBERÍA	S	L	N					
EJES	S	L	N					
ASPAS	S	L	N					
ENGRANAJES	S	L	N					
CORONAS	S	L	N					

USO DE PLANIFICACION					
EJECUTOR	No. AVISO	No. O. T.	PEDIDO	STATUS	OBSERVACIONES

ANALISTA DE PREDICTIVO	RESPONSABLE DE AREA	JEFE DE AREA
_____	_____	_____
NOMBRE	NOMBRE	NOMBRE

8.5.3 Procedimiento de monitoreo de vibraciones mecánicas

1. OBJETIVO

Mantener en la época de zafra un programa de monitoreo de vibraciones mecánicas en la maquinaria rotativa de la planta como motores eléctricos, reductores, bombas, chumaceras, etc. y establecer los indicadores de condición en base a la norma ISO 10816-3.

2. ALCANCE

Pronosticar en base a tendencias y análisis de espectros el punto futuro de falla de un componente de la maquinaria rotativa en base a los indicadores de condición de la norma ISO 10816-3; de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse con base a un plan si es necesario, para evitar fallas o paros no programados en la época de zafra.

3. RESPONSABILIDAD:

- 3.1 Analista predictivo: Persona encargada de realizar el monitoreo de vibraciones con el equipo portátil (Dispositivo de adquisición de datos en campo) y Software de análisis.
- 3.2 Responsable de predictivo: Persona encargada de supervisar/validar los análisis de los datos recolectados.

4. DEFINICIONES:

4.1 EQUIPO DE MEDICION:

Analizadores de vibración para inspección, fabricación, producción y laboratorio. Los analizadores de vibración se usan para medir vibraciones y oscilaciones en muchas máquinas e instalaciones, así como para el desarrollo de productos

4.2 TRANSDUCTOR.

El transductor es el elemento que transforma la vibración mecánica en una señal eléctrica analógica, para ser procesada, medida y analizada. Atendiendo a su principio constructivo, hay transductores de vibración de desplazamiento, velocidad y aceleración, cada uno de ellos más o menos idóneo a cada aplicación industrial.

4.3 VIBRACIÓN

- Consisten en una oscilación de partículas alrededor de su punto de equilibrio de referencia en un cuerpo sólido, un líquido o un gas.

5 INSTRUCCIÓN

5.1 ACTIVIDADES PRELIMINARES AL MONITOREO.

- Tener los datos y las características de los componentes del equipo a monitorear.
- Configurar los datos y características de los equipos en el software.
- Asegurarse de tener un equipo adecuado para hacer transferencia de datos, un software que sea compatible al equipo portátil, para bajar y subir información.
- Crear los puntos de medición en base a la norma ISO y direcciones a monitorear.
- Debe haber un nombre único para cada equipo, para que la transferencia de datos llegue a dicho equipo.

5.2 CONFIGURACIONES DEL EQUIPO DE MONITOREO.

- Verificar que el equipo de medición cuente con la carga suficiente en la batería para lograr realizar el monitoreo en campo.
- Verificar que transductor y sensor este en buen estado(sin daños físico)
- Verificar que la fecha y hora este actualizada

5.3 ACTIVIDADES DE TRANSFERENCIA Y MEDICIÓN Y TOMA DE DATOS.

- Se enlaza a través de cable comunicador USB, la computadora con el equipo portátil.
- Se busca equipo en jerarquía(aptitude) de acuerdo al nombre y se realiza la descarga en el equipo portátil
- Se verifica que la descarga sea efectiva en equipo portátil
- Se utiliza un transductor y un sensor para la toma de mediciones.
- Verificar tendencias y datos en tiempo real, para diagnostico preliminar(cuando solicitan monitoreo por algo anormal)
- Verificar las condiciones del lugar antes de medir

- Se ubica el sensor (moderadamente al poner o quitar) en los puntos a medir (vertical, horizontal y axial), en caso de motor se mide primero la parte trasera y posterior la delantera, y así los otros componentes, ej.: bombas reductores etc.
- Poner el sensor en mismo lugar (posición del sensor), asegurarse que acople bien, no patojo.
- Se mide vibraciones, envolvente en rodamientos, aceleración, gear, temperatura etc.
- Al momento de estar recolectando los datos verificar el equipo que se está monitoreando para haber si no hay alguna anomalía (ruido, temperatura, correas flojas, fuga de lubricante etc.)
- Remedir si los datos son atípicos, asegurarse que el sensor este bien adherido.
- Si hay variable de velocidad (RPM), pedir la consigna para modificar punto y hacer el análisis.
- Si la vibración es atípica, programar análisis de fase.
- Al monitorear tomar en cuenta tipo de rodamiento(existe diferencia de ruido)
- Al finalizar la recolección de datos se lleva a cargar desde el equipo portátil a la computadora para ser analizados por el analista.
- Se revisa mediciones recolectadas para hacer el reporte (microlog/apititude).
- Adicionar lista de equipos que no se encuentran trabajando

6 MATERIALES , EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Equipo de para vibraciones Microlog CMXA 80
- Software @ptitude SKF
- Acelerómetro CMSS 2200

7 SEGURIDADES

- Según normas y políticas de seguridad de la empresa

8 COORDINACIONES

- Con personal de mantenimiento mecánico, eléctrico y producción

9 SISTEMAS Y MODO DE FALLAS

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
Sistema: Elevadores de caña 1, 2, 3, 4 y 5	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de motor	1	Monitoreo de condición. Termografía y Vibraciones mecánicas	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motor	12	Quincenal
Sistema: Elevadores de caña 1, 2, 3, 4 y 5	Falta de lubricante en chumaceras	1	Monitoreo de condición. Termografía e inspección mecánica en tuberías de lubricación	Rutas quincenales de monitoreo de condición en chumaceras al momento de sacar la mesa de servicio	12	Quincenal
Sistema: Picadoras de caña 1, 2 y 3.	Desgaste excesivo o fractura rodamientos de chumacera	2	Monitoreo de condición. Termografía e inspección mecánica	Rutas quincenales de monitoreo de condición en chumaceras al momento de sacar la mesa de servicio	12	Quincenal
Sistema: Picadoras de caña 1, 2 y 3.	Motor Quemado	0.2	Monitoreo de condición. Termografía y Vibraciones mecánicas	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motores de rodillos.	12	Quincenal

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
Sistema: Picadoras de caña 1, 2 y 3.	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de motor	1	Monitoreo de condición. Termografía y Vibraciones mecánicas	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motor	12	Quincenal
Sistema: Rodillos de limpieza mesa N°2	Desgaste excesivo o fractura rodamiento o chumacera de brida	6	Monitoreo de condición. Termografía e inspección mecánica	Rutas quincenales de monitoreo de condición en chumaceras al momento de sacar la mesa de servicio	12	Quincenal
Sistema: Rodillos de limpieza mesa N°2	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de motor	1	Monitoreo de condición. Termografía y Vibraciones mecánicas	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motores de rodillos.	12	Quincenal
Sistema: Transportador de Bagazo N°4	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de motor	0.5	Monitoreo de condición. Termografía y Vibraciones mecánicas	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motor	12	Quincenal
Sistema: Transportador de Bagazo N°4	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de reductor	0.2	Monitoreo de condición. Termografía, Vibraciones mecánicas y	Rutas quincenales de monitoreo de condición en reductor y extracción	12	Quincenal

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
			análisis de aceite	muestra de aceite.		
Sistema: Transportador de caña N°1 y 2	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de motor	1	Monitoreo de condición. Termografía y Vibraciones mecánicas	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motor	12	Quincenal
Sistema: Transportador de caña N° 3	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de motor	1	Monitoreo de condición. Termografía y Vibraciones mecánicas	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motor	12	Quincenal
Sistema: Transportador de caña N° 3	Pistones de motor hidráulico dañados	0.5	Monitoreo de condición. Termografía, análisis de aceite e inspección mecánica	Rutas quincenales de monitoreo de vibraciones mecánicas , toma de lectura termografía y análisis de aceite de sistemas hidráulico	12	Quincenal
Sistema: Transportador de caña N° 3	Pistones de bomba hidráulica dañado	0.333333333	Monitoreo de condición. Termografía, análisis de aceite e	Rutas quincenales de monitoreo de vibraciones mecánicas , toma de lectura	12	Quincenal

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
			inspección mecánica	termografía y análisis de aceite de sistemas hidráulico		
Sistema: Transportador N°2 retorno de Bagazo	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de motor	0.5	Monitoreo de condición. Termografía y Vibraciones mecánicas	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motor	12	Quincenal
Sistema: Transportador N°2 retorno de Bagazo	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de reductor	0.2	Monitoreo de condición. Termografía, Vibraciones mecánicas y análisis de aceite	Rutas quincenales de monitoreo de condición en reductor y extracción muestra de aceite.	12	Quincenal
Sistema: Transportador N°5 de Bagazo	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de motor	0.5	Monitoreo de condición. Termografía y Vibraciones mecánicas	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motores de rodillos.	12	Quincenal
Sistema: Transportador N°5 de Bagazo	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de reductor	0.2	Monitoreo de condición. Termografía, Vibraciones mecánicas y	Rutas quincenales de monitoreo de condición en reductor y extracción	12	Quincenal

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
			análisis de aceite	muestra de aceite.		
Sistema: Transportador Retorno Bagazo	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de motor	0.5	Monitoreo de condición. Termografía y Vibraciones mecánicas	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motores de rodillos.	12	Quincenal
Sistema: Transportador Retorno Bagazo	Pistones de motor hidráulico dañados	0.5	Monitoreo de condición. Termografía, análisis de aceite e inspección mecánica	Rutas quincenales de monitoreo de vibraciones mecánicas , toma de lectura termografía y análisis de aceite de sistemas hidráulico	12	Quincenal
Sistema: Transportador Retorno Bagazo	Pistones de bomba hidráulica dañado	0.333333333	Monitoreo de condición. Termografía, análisis de aceite e inspección mecánica	Rutas quincenales de monitoreo de vibraciones mecánicas , toma de lectura termografía y análisis de aceite de	12	Quincenal

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
				sistemas hidráulico		
Sistema: Transportador Retorno Bagazo	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de reductor	0.2	Monitoreo de condición. Termografía, Vibraciones mecánicas y análisis de aceite	Rutas quincenales de monitoreo de condición en reductor y extracción muestra de aceite.	12	Quincenal

10 FORMATO DE INSPECCIÓN

POINT	Date/Time	Operator	Results
Engine Check 1 Of Debris - SI	7/15/2002 7:57:11 AM	FLUNKY	Mach Sctrs (Bagaz)

8.5.4 Procedimiento de inspección con líquidos penetrantes

1. OBJETIVO

Técnica empleada para la detección de defectos superficiales (y no para los defectos subsuperficiales) tales como grietas, roturas, pliegues, inclusiones, porosidad, etc.. Que se presentan en cualquier tipo de superficie de materiales.

2. ALCANCE

Las pruebas con líquido penetrante son ensayos no destructivos para detectar e identificar discontinuidades en la superficie en tipos de materiales ferrosos y no ferrosos. La actividad se ejecutará por analista de mantenimiento predictivo con los conocimientos sobre el manejo adecuado técnica.

3. RESPONSABILIDAD:

3.1 Analista predictivo: Persona encargada de realizar la inspección de soldadura y reporte de resultados.

3.2 Responsable de predictivo: Persona encargada de supervisar/validar el reporte de la inspección.

4. DEFINICIONES:

4.1 LÍQUIDO PENETRANTE:

Líquido especial con la capacidad de penetrar orificios y aberturas muy pequeñas en las superficies de cualquier material, generalmente son de colores fuertes para su fácil identificación.

4.2 LÍQUIDO LIMPIADOR.

Es un líquido base solvente para realizar limpieza en el material antes de las pruebas no destructivas, y remover el exceso de líquido penetrante superficial.

4.3 LÍQUIDO REVELADOR.

Es un líquido que contiene partículas de revelado suspendidas en un solvente de secado rápido que producen un recubrimiento blanco opaco para un fondo de contraste alrededor de las indicaciones del líquido penetrante.

5 INSTRUCCIÓN

5.1 ACTIVIDADES PRELIMINARES A LA INSPECCIÓN.

- Poseer el plano/diagrama con dimensiones del equipo o zona a inspeccionar (opcional).

5.2 ACTIVIDADES DE INSPECCIÓN Y TOMA DE DATOS.

- Realizar limpieza de la superficie a inspeccionar con líquido limpiador y la ayuda de wiper. Asegurarse que quede libre de polvo, grasa, etc.
- Aplicar líquido penetrante sobre toda la superficie desde una distancia de 10 a 15 cm entre el aerosol y la superficie.
- Esperar 15 min para que el líquido penetre en cualquiera discontinuidad penetre.
- Limpiar superficie con wiper seco para remover el exceso de líquido penetrante en la superficie.
- Humedecer wiper con líquido limpiador y proceder a remover el exceso de líquido penetrante en la superficie.
- Aplicar líquido revelador sobre toda la superficie desde una distancia de 10 a 15 cm entre el aerosol y la superficie.
- Inspeccionar todas las manchas que quedaron por el líquido penetrante en la superficie y marcar si estas son debido a alguna indicación como grietas o poros.
- Reportar todas las anomalías encontradas para su posterior reparación.

6 MATERIALES , EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Bote de penetrante SKL-SP2
- Bote de revelador SKD-S2
- Bote de limpiador SKC-S
- Wipper
- Solvente

7 SEGURIDADES

- Según normas y políticas de seguridad de la empresa

8 COORDINACIONES

- Con personal de mantenimiento mecánico y eléctrico

9 SISTEMAS Y MODO DE FALLAS

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
Sistema: Elevadores de caña 1, 2, 3, 4 y 5	Desgaste excesivo o fractura rodo tensor	1	Pruebas no destructivas	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas	1	Semestral
Sistema: Elevadores de caña 1, 2, 3, 4 y 5	Eje quebrado de rodo tensor	1	Pruebas no destructivas	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas	1	Semestral
Sistema: Transportador de Bagazo N°4	Tornillo de porta duela quebrado	0.5	Pruebas no destructivas	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas	1	Semestral
Sistema: Transportador de caña N°1 y 2	Corona de diente de cadena quebrado	0.2	Pruebas No destructivas y análisis de aceite	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas. Sacra muestra de aceite hacer análisis fisicoquímico	1	Semestral
Sistema: Transportador de caña N°1 y 2	Desgaste excesivo o fractura rodo tensor	1	Pruebas No destructivas y análisis de aceite	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido	1	Semestral

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
				detector de fallas. Sacra muestra de aceite hacer análisis fisicoquímico		
Sistema: Transportador de caña N°1 y 2	Eje quebrado Motriz, intermedio o cola rodo tensor	1	Pruebas No destructivas	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido medición de espesores	1	Semestral
Sistema: Transportador de caña N° 3	Corona de diente de cadena quebrado	0.2	Pruebas No destructivas y análisis de aceite	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas. Sacra muestra de aceite hacer análisis fisicoquímico	1	Semestral
Sistema: Transportador de caña N° 3	Desgaste excesivo o fractura rodo tensor	1	Pruebas No destructivas y análisis de aceite	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas. Sacra muestra de aceite hacer	1	Semestral

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
				análisis fisicoquímico		
Sistema: Transportador de caña N° 3	Eje quebrado Motriz, intermedio o cola rodo tensor	1	Pruebas No destructivas	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido medición de espesores	1	Semestral
Sistema: Transportador N°2 retorno de Bagazo	Tornillo deporta duela quebrado	0.5	Pruebas no destructivas	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detector de fallas	1	Semestral

10 FORMATO DE INSPECCIÓN

EVALUACIÓN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO- LUBRICACIÓN
--

FECHA : ___/___/_____ EJECUTOR : MANTENIMIENTO PREDICTIVO: _____
ACTIVIDAD No.: _____ GRAFO : _____
CÓDIGO DE GRAFO : _____

PARTE O COMPONENTE	DESGASTE			TIPO DE INSPECCIÓN				OBSERVACIONES
				ULTRA SONIDO	MEDICIÓN DE ESPESORES	LÍQUIDOS PENETRANTES	VISUAL	
ZONA LAMINAR	S	L	N					
TUBERÍA	S	L	N					
EJES	S	L	N					
ASPAS	S	L	N					
ENGRANAJES	S	L	N					
CORONAS	S	L	N					

USO DE PLANIFICACION					
EJECUTOR	No. AVISO	No. O. T.	PEDIDO	STATUS	OBSERVACIONES

ANALISTA DE PREDICTIVO	RESPONSABLE DE AREA	JEFE DE AREA
_____	_____	_____
NOMBRE	NOMBRE	NOMBRE

8.5.5 Procedimiento para lubricación general de equipos

1. Objetivo

Establecer los pasos secuenciales para el establecimiento de control de drenajes, aplicaciones y cambios de lubricantes en los equipos.

2. Alcance

Lubricación de toda la maquinaria que se encuentran en la planta.

3. Responsabilidad:

- Lubricadores: Realizar los drenajes, cambios y aplicaciones de los lubricantes en la maquinaria de la planta.
- Responsable de Mantenimiento Predictivo: Coordinar los drenajes, cambios y aplicaciones de los lubricantes de la maquinaria de la planta y llevar los registros [R-1MP-002].

4. Definiciones:

- Lubricante: Es toda sustancia sólida, semisólida o líquida de origen animal, vegetal, mineral o sintético que pueda utilizarse para reducir el rozamiento entre piezas y mecanismos en movimiento.
- Mapa de Lubricantes: Documento en el que se detallan los puntos de aplicación de lubricantes, en el que se identifican todos aquellos puntos donde podrá haber contacto del lubricante con azúcar.

5. Instrucción

5.1 El Responsable de Predictivo - Lubricación, coordina los drenajes y aplicaciones de los lubricantes de la maquinaria con cada Jefe y Responsable del Área respectiva para poder verificar el estado físico del lubricante, informar si se ha encontrado alguna anomalía, para realizar el mantenimiento respectivo.

5.2 El Responsable de Predictivo - lubricación, lleva el control de los cambios de lubricantes programados por total horas de trabajo o por resultados de análisis de aceites para maquinaria.

5.3 El Responsable de Predictivo – Lubricación, pasa in situ un check list, para verificar que toda la maquinaria tenga su respectivo lubricante para que pueda iniciar su giro.

5.4 El Responsable de Predictivo - Lubricación debe actualizar el control de drenajes, aplicación y check list por cada mantenimiento, garantizando que se incluyan las maquinarias que se instalaron como nuevas.

5.5 Se debe llevar registros de los drenajes, cambios, aplicaciones y check list de los lubricantes de la maquinaria de la planta [R-1MP-002].

6 MATERIALES , EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Lubricantes (Aceites y Grasas)
- Wipper
- Recipientes
- Embudos

7 SEGURIDADES

- Según normas y políticas de seguridad de la empresa

8 COORDINACIONES

- Con personal de mantenimiento mecánico

9 SISTEMAS Y MODO DE FALLAS

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
Sistema: Elevadores de caña 1, 2, 3, 4 y 5	Lubricante inadecuado en reductor	0.2	Búsqueda de falla oculta para verificar características técnicas del lubricante (viscosidad y tipo de lubricante)	Verificar por medio de mapa de lubricantes y lista de chequeo que las características técnicas de lubricante correspondan a la sugerida por el fabricante del reductor.	1	Semestral
Sistema: Rodillos de limpieza mesa N°2	Lubricante inadecuado en reductor	0.333333333	Búsqueda de falla oculta para verificar características técnicas del lubricante (viscosidad y tipo de lubricante)	Verificar por medio de mapa de lubricantes y lista de chequeo que las características técnicas de lubricante correspondan a la sugerida por el fabricante del reductor.	1	Semestral
Sistema: Transportador de Bagazo N°4	Lubricante inadecuado en reductor	0.2	Búsqueda de falla oculta para verificar características técnicas del	Verificar por medio de mapa de lubricantes y lista de chequeo que las	1	Semestral

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
			lubricante (viscosidad y tipo de lubricante)	características técnicas de lubricante correspondan a la sugerida por el fabricante del reductor.		
Sistema: Transportador N°2 retorno de Bagazo	Lubricante inadecuado en reductor	0.2	Búsqueda de falla oculta para verificar características técnicas del lubricante (viscosidad y tipo de lubricante)	Verificar por medio de mapa de lubricantes y lista de chequeo que las características técnicas de lubricante correspondan a la sugerida por el fabricante del reductor.	1	Semestral
Sistema: Transportador N°5 de Bagazo	Lubricante inadecuado en reductor	0.333333333	Búsqueda de falla oculta para verificar características técnicas del lubricante (viscosidad y tipo de lubricante)	Verificar por medio de mapa de lubricantes y lista de chequeo que las características técnicas de lubricante correspondan a la sugerida por	1	Semestral

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
				el fabricante del reductor.		
Sistema: Transportador Retorno Bagazo	Lubricante inadecuado en reductor	0.333333333	Búsqueda de falla oculta para verificar características técnicas del lubricante (viscosidad y tipo de lubricante)	Verificar por medio de mapa de lubricantes y lista de chequeo que las características técnicas de lubricante correspondan a la sugerida por el fabricante del reductor.	1	Semestral

10 DOCUMENTOS RELACIONADOS

- Control de drenajes, aplicaciones y check list.
- Resultados de análisis de aceite externos.

8.5.6 Procedimiento medición de espesores en zonas laminares y tuberías

1. OBJETIVO

Por medio de la medición medir precisamente el espesor real de un material y compararlo con el espesor original para determinar si dicho material, aún está en condiciones de confiables para lo que fue diseñado.

2. ALCANCE

Evitar fallas por desgates, poros o grietas no programados en maquinaria de la planta. La medición de espesores en zonas laminares y tuberías utilizando equipo de ultrasonido es únicamente para materiales ferrosos de un espesor máximo de 1.000 in. La actividad se ejecutará por personal de mantenimiento predictivo con los conocimientos sobre el manejo adecuado del equipo de medición y del tema de espesores permisibles en los materiales.

3. RESPONSABILIDAD:

3.1 Analista predictivo: Persona encargada de realizar la medición de espesores y reporte de resultados.

3.2 Responsable de predictivo: Persona encargada de supervisar/validar el reporte de la medición.

4 DEFINICIONES:

4.1 Equipo de medición de espesores:

Equipo de ultrasonido para realizar mediciones de espesores sobre zonas laminares, tuberías, tanques y otros materiales ferrosos. La medición se realiza colocando el transductor únicamente sobre una cara de la superficie.

4.2 Transductor.

Es una parte del equipo de medición que se utiliza como detector (sensor) e instrumento de medición.

4.3 Acoplante.

Es un gel industrial que se utiliza para mejorar la transmisión del sonido desde el transductor hasta la pieza sometida, a fin de producir resultados confiables en la inspección de grietas.

4.4 Decibel.

Es la unidad de medición de la intensidad del sonido.

5 INSTRUCCIÓN

5.1 Actividades preliminares a la inspección.

- Poseer el plano con dimensiones del equipo o zona a inspeccionar (opcional).

5.2 Configuraciones del equipo de medición.

- Verificar que el equipo de medición cuente con la carga suficiente en la batería para lograr realizar la inspección.
- Calibrar el equipo de medición con su respectivo juego para calibrar y según material.

5.3 Actividades de medición y toma de datos.

- Determinar el número de puntos a medir:
Para zonas laminares por cada área de $\frac{1}{2}$ ft x $\frac{1}{2}$ ft (aproximadamente) se realizará un punto de medición.
Para tuberías por cada 1 $\frac{1}{2}$ ft lineal se realizará un punto de medición.
- Realizar limpieza de la superficie a medir, asegurándose que esta lisa y sin pintura.
Cuando se realiza mediciones sobre la pintura al valor mostrado por el equipo se le restara de 15 a 19 milésimas de pulgadas dependiendo del grosor de la pintura.
- Colocar gel acoplante sobre la superficie lisa a medir.
- Realizar la medición correspondiente con el equipo.
- Comparar valores obtenidos de la medición con tablas de referencias de espesores mínimos aceptables para cada tipo de láminas y tuberías.
- Anotar los valores físicamente en las zonas medidas.
- De obtener valores menores a los de la tabla de referencia se debe de realizar una medición a los alrededores de la zona y marcar todo lo que se encuentre con bajo espesor para solicitar el cambio de tubería o zona laminar.

6 MATERIALES , EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Equipo de ultrasonido 26 MG Olympus
- Wipper
- Gel Acoplante
- Lima media caña de 1"
- Amolador con lija de abanico

7 SEGURIDADES

- Según normas y políticas de seguridad de la empresa

8 COORDINACIONES

- Con personal de mantenimiento mecánico y eléctrico

9 SISTEMAS Y MODO DE FALLAS

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
Sistema: Elevadores de caña 1, 2, 3, 4 y 5	Duela quebrada	2	Pruebas no destructivas	Inspección con ultrasonido medidor de espesores para determinar espesores mínimos requeridos según celula y especificación de tubo	1	Semestral
Sistema: Elevadores de caña 1, 2, 3, 4 y 5	Desgaste excesivo en faldón (zona laminar)	1	Pruebas no destructivas	Inspección con ultrasonido medidor de espesores para determinar espesores mínimos requeridos según especificación de lamina	1	Semestral

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
Sistema: Elevadores de caña 1, 2, 3, 4 y 5	Correderas de lamina de By-pass atoradas	1	Pruebas no destructivas	Inspección con ultrasonido medidor de espesores para determinar espesores mínimos requeridos según especificación de lamina	1	Semestral
Sistema: Elevadores de caña 1, 2, 3, 4 y 5	Desgaste excesivo de lamina By-pass	1	Pruebas no destructivas	Inspección con ultrasonido medidor de espesores para determinar espesores mínimos requeridos según especificación de lamina	1	Semestral
Sistema: Transportador de Bagazo N°4	Fuga de bagazo en cuerpo de transportadores de bagazo	1	Pruebas no destructivas	Inspección con ultrasonido medidor de espesores para determinar espesores mínimos requeridos	1	Semestral

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
				según especificación de lamina		
Sistema: Transportador de Bagazo N°4	Duela doblada	1	Pruebas no destructivas	Inspección con ultrasonido medidor de espesores para determinar espesores mínimos requeridos según celula y especificación de lamina	1	Semestral
Sistema: Transportador de caña N°1 y 2	Eje quebrado Motriz, intermedio o cola rodo tensor	1	Pruebas No destructivas	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido medición de espesores	1	Semestral
Sistema: Transportador de caña N° 3	Eje quebrado Motriz, intermedio o cola rodo tensor	1	Pruebas No destructivas	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido medición de espesores	1	Semestral
Sistema: Transportador N°2 retorno de Bagazo	Fuga de bagazo en cuerpo de	1	Pruebas no destructivas	Inspección con ultrasonido medidor de espesores para	1	Semestral

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
	transportadores de bagazo			determinar espesores mínimos requeridos según especificación de lamina		
Sistema: Transportador N°2 retorno de Bagazo	Duela doblada	1	Pruebas no destructivas	Inspección con ultrasonido medidor de espesores para determinar espesores mínimos requeridos según celula y especificación de lamina	1	Semestral

10 FORMATO DE INSPECCIÓN

EVALUACIÓN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO- LUBRICACIÓN

FECHA : ___/___/___ EJECUTOR : MANTENIMIENTO

PREDICTIVO:

ACTIVIDAD No.: ___ - ___ - ___ GRAFO : _____

_____ CÓDIGO DE GRAFO : ___ - ___

___ - ___

PARTE O COMPONENTE	DESGASTE			TIPO DE INSPECCIÓN				OBSERVACIONES
				ULTRA SONIDO	MEDICIÓN DE ESPESORES	LÍQUIDOS PENETRANTES ANTES	VISUAL	
ZONA LAMINAR	S	L	N					
TUBERÍA	S	L	N					
EJES	S	L	N					
ASPAS	S	L	N					
ENGRANAJES	S	L	N					
CORONAS	S	L	N					

USO DE PLANIFICACION

EJECUTOR	No. AVISO	No. O. T.	PEDIDO	STATUS	OBSERVACIONES

ANALISTA DE PREDICTIVO

RESPONSABLE DE AREA

JEFE DE AREA

NOMBRE

NOMBRE

NOMBRE

8.5.7 Procedimiento de análisis de aceite usado en cajas reductoras

1. OBJETIVO

Técnica empleada para detectar las tendencias en el desgaste de los equipos así como determinar el estado del aceite para optimizar los períodos de cambio y evitar daños por degradación de aceite.

2. ALCANCE

Para que el servicio funcione, es importante tener en cuenta los siguientes factores: identificación de equipos a monitorear, tiempo de respuesta del laboratorio externo y manejo de los resultados obtenidos.

3. RESPONSABILIDAD:

- a. Analista predictivo: Persona encargada de extraer muestra de aceite e identificar muestra según equipo.
- b. Responsable de predictivo: Persona encargada de supervisar, validar y llevar bitácora de muestras y resultados de aceite enviadas al laboratorio externo.

4. DEFINICIONES:

4.1 MUESTRA DE ACEITE:

Porción de aceite extraída de caja reductora para enviar a analizar al laboratorio.

4.2 VISCOSIDAD.

Resistencia de un líquido a fluir. La viscosidad para el área industrial mecánica se habla de Viscosidad Cinemática, medida en Centistokes (cSt)

4.3 TAN.

Numero ácido básico.

5 INSTRUCCIÓN

5.1 ACTIVIDADES PARA EXTRAER MUESTRA DE ACEITE.

- Hacer limpieza y remover la varilla de nivel del aceite.
- La manguera para la succión debe de ser de ¼” y el largo recomendado debe ser de 6 pulgadas más larga que la varilla de nivel de aceite y cortada en su parte inferior a un ángulo de 45, para evitar que se atasque en la tubería.

- Remover la tapa del bote de muestra y colocarlo en la bomba de succión, asegurándose que quede bien apretado evitando así derrames y contaminación.
- Introducir la manguera en la bomba de succión por uno de los lados y el resto de la manguera lo introducimos en el ducto de la varilla de nivel hasta que llegue al abajo del nivel de aceite a muestrear.
- Cuando el bote este en lleno, remover cuidadosamente la manguera y desconectar de la succión de la bomba, sellando el sistema con el bote. Inmediatamente se quita el bote de la bomba y se tapa para mantener la muestra libre de contaminantes.
- Posteriormente llenar la boleta la cual llevara todos los datos importantes acerca de la unidad donde se extrajo la muestra, tales como marca, modelo y año; así mismo datos del aceite, marca, viscosidad, etc.

6 MATERIALES , EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Bote para muestra de aceite
- Bomba de vacío con manguera de ¼"
- Boleta de identificación de muestra
- Wipper

7 SEGURIDADES

- Según normas y políticas de seguridad de la empresa

8 COORDINACIONES

- Con personal de mantenimiento mecánico
- Laboratorio externo

9 SISTEMAS Y MODO DE FALLAS

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
Sistema: Transportador de Bagazo N°4	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de reductor	0.2	Monitoreo de condición. Termografía, Vibraciones mecánicas y análisis de aceite	Rutas quincenales de monitoreo de condición en reductor y extracción muestra de aceite.	12	Quincenal
Sistema: Transportador de Bagazo N°4	Dientes de engranajes barridos o quebrados.	0.2	Pruebas No destructivas y análisis de aceite	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido defectos de fallas. Sacra muestra de aceite hacer análisis fisicoquímico	1	Semestral
Sistema: Transportador de caña N°1 y 2	Corona de diente de cadena quebrado	0.2	Pruebas No destructivas y análisis de aceite	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido defectos de fallas. Sacar muestra de aceite hacer análisis fisicoquímico	1	Semestral

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
Sistema: Transportador de caña N°1 y 2	Desgaste excesivo o fractura rodo tensor	1	Pruebas No destructivas y análisis de aceite	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido defectos de fallas. Sacar muestra de aceite hacer análisis fisicoquímico	1	Semestral
Sistema: Transportador de caña N° 3	Corona de diente de cadena quebrado	0.2	Pruebas No destructivas y análisis de aceite	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido defectos de fallas. Sacar muestra de aceite hacer análisis fisicoquímico	1	Semestral
Sistema: Transportador de caña N° 3	Desgaste excesivo o fractura rodo tensor	1	Pruebas No destructivas y análisis de aceite	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido defectos de fallas. Sacar muestra de aceite hacer análisis fisicoquímico	1	Semestral

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
Sistema: Transportador de caña N° 3	Pistones de motor hidráulico dañados	0.5	Monitoreo de condición. Termografía, análisis de aceite e inspección mecánica	Rutas quincenales de monitoreo de vibraciones mecánicas , toma de lectura termografía y análisis de aceite de sistemas hidráulico	12	Quincenal
Sistema: Transportador de caña N° 3	Pistones de bomba hidráulica dañado	0.333333333	Monitoreo de condición. Termografía, análisis de aceite e inspección mecánica	Rutas quincenales de monitoreo de vibraciones mecánicas , toma de lectura termografía y análisis de aceite de sistemas hidráulico	12	Quincenal
Sistema: Transportador N°2 retorno de Bagazo	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de reductor	0.2	Monitoreo de condición. Termografía, Vibraciones mecánicas y análisis de aceite	Rutas quincenales de monitoreo de condición en reductor y extracción muestra de aceite.	12	Quincenal

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
Sistema: Transportador N°2 retorno de Bagazo	Dientes de engranajes barridos o quebrados.	0.2	Pruebas No destructivas y análisis de aceite	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido defectos de fallas. Sacra muestra de aceite hacer análisis fisicoquímico	1	Semestral
Sistema: Transportador N°5 de Bagazo	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de reductor	0.2	Monitoreo de condición. Termografía, Vibraciones mecánicas y análisis de aceite	Rutas quincenales de monitoreo de condición en reductor y extracción muestra de aceite.	12	Quincenal
Sistema: Transportador Retorno Bagazo	Pistones de motor hidráulico dañados	0.5	Monitoreo de condición. Termografía, análisis de aceite e inspección mecánica	Rutas quincenales de monitoreo de vibraciones mecánicas , toma de lectura termografía y análisis de aceite de sistemas hidráulico	12	Quincenal

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
Sistema: Transportador Retorno Bagazo	Aceite contaminado con agua	0.5	Prueba hidrostática de enfriador de aceite y análisis de aceite	Realizar prueba hidrostática de enfriador de aceite una vez al año y hacer análisis de aceite	1	Semestral
Sistema: Transportador Retorno Bagazo	Pistones de bomba hidráulica dañado	0.333333333	Monitoreo de condición. Termografía, análisis de aceite e inspección mecánica	Rutas quincenales de monitoreo de vibraciones mecánicas , toma de lectura termografía y análisis de aceite de sistemas hidráulico	12	Quincenal
Sistema: Transportador Retorno Bagazo	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de reductor	0.2	Monitoreo de condición. Termografía, Vibraciones mecánicas y análisis de aceite	Rutas quincenales de monitoreo de condición en reductor y extracción muestra de aceite.	12	Quincenal

10 FORMATO DE RESULTADO DE LABORATORIO



Reporte de Análisis de
Lubricante
+1-317-396-4413



Severidad General del Reporte

Información de Cuenta	Información del Componente	Información de muestra
Número de Cuenta: SHCN11-0007-0000 Nombre de cuenta: INGENIO CENTRAL IZALCO Compañía: Contacto: Dirección: Teléfono:	ID de TURBO GENERADOR 5 25 Componente: MW NORTE ID Secundaria: Filtro de tipo de componente: STEAM TURBINE Fabricante: Falta de Información Modelo: Falta de Información Aplicación: PLANT/INDUSTRIAL Capacidad de zumidero: 0 galón	Número de Huella: Número de laboratorio: G-041769 Localización de Laboratorio: Guatemala City Analista de Datos: RNP Tomada: 05-sep-2013 Recibido: 10-sep-2013 Completado: 11-sep-2013
Información de filtro	Información Miscelánea	Información del Producto
Tipo de filtro: Falta de Información Índice de Micrón: 0		Fabricante del SHELL Producto: Nombre del Producto: TURBO T Grado de Viscosidad: ISO 68
Comentarios: Debido al resultado del análisis de CONTEO DE PARTICULAS, se sugiere filtrar el sistema para mejorar la limpieza del mismo, y/o Cambio del filtro es sugerido si no hecho en el tiempo del muestreo (como aplicable). El conteo de partículas se encuentra a NIVEL SEVERO. Por favor de proveer la unidad del Fabricante/Modelo para comparar los datos a los estándares apropiados para esta unidad. Proves por favor la capacidad del colector de aceite (carter) de la unidad en la siguiente muestra: ¿Se filtra este sistema? Si es así por favor de informar sobre el tamaño del micrón del filtro. Esto nos ayudara a evaluar apropiadamente el conteo de partículas:		

Muestra #	Metales de Desgaste (ppm)								Metales Contaminantes		Fuente de Varios Metales (ppm)				Metales Aditivos (ppm)									
	Hierro	Cromo	Niquel	Aluminio	Cobre	Plomo	Estroncio	Cadmio	Plata	Vanadio	Silice	Sodio	Potasio	Titanio	Molibdeno	Antimonio	Manganeso	Litio	Boro	Magnesio	Calcio	Bario	Fósforo	Zinc
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0

Muestra #	Información de muestra						Contaminantes			Propiedades de liquido					
	Fecha de toma	Fecha de recibo	Tiempo de Aceite h	Tiempo de unidad h	Cambio de Aceite galón	Aceite Agregado Cambio de filtro	Dilución de Combustible % de Vol	Hollín % de Vol	Agua % de Vol	Viscosidad 40 °C cSt	Viscosidad 100 °C cSt	Número de Acido mg KOH/g	Número Básico mg KOH/g	Oxidación abaj/cm	Nitración abaj/0.1 mm
1	05-sep-2013	10-sep-2013	12768	0	Unk	0	Unk		<.1 - Crackle	86.7		0.01			

Muestra #	Conteo de Particulas (particulas/mL)									Método de prueba
	Código ISO	> 4 µm	> 6 µm	> 10 µm	> 14 µm	> 21 µm	> 38 µm	> 70 µm	> 100 µm	
1	23/19/03	90992	3990	668	243	97	10	4	2	Líber

Los comentarios son un consultivo y se basan el supuesto de que la muestra y los datos presentados son válidos. Lubricante o ausencia de tiempo del componente limita la evaluación. Ninguna garantía expresada o implícita.

Comentarios Históricos

8.5.8 Procedimiento de inspección de rodillos de limpieza

1. OBJETIVO

Realizar mantenimiento preventivo en componentes mecánicos y eléctricos de rodillos de limpieza para evaluación de estado físico de piezas y renovar o cambiar de ser necesario.

2. ALCANCE

Inspección preventiva de piezas mecánicas y eléctricas de elevador de caña para garantizar la disponibilidad del equipo cuando se requiera su utilización.

3. RESPONSABILIDAD:

3.1 Mecánico: Persona encargada de realizar la inspección de piezas y componentes.

3.2 Responsable de Mantenimiento Mecánico: Persona encargada de supervisar/validar la inspección.

3.3 Electricista: Persona encargada de realizar la inspección de piezas y componentes eléctricos.

3.4 Responsable de Mantenimiento Eléctrico: Persona encargada de supervisar/validar la inspección.

4 DEFINICIONES:

4.1 RODILLOS DE LIMPIEZA DE CAÑA:

Equipo que se utiliza para separar la tierra y bajera de la caña de rollo o mecanizada.

5 INSTRUCCIÓN

5.1 LIMPIEZA DE RODILLOS:

- Limpieza con presión de agua 3000 psi de hidrolavadora
- Girar rodillos
- Limpieza de zona de acoples y chumaceras

5.2 REVISIÓN DE RODILLOS:

- Revisión tubo de rodillos
- Revisión de soldaduras de discos
- Revisión de chumaceras y acoples
- Revisión de tubería de lubricación
- Lubricación de chumaceras y acoples

5.3 REVISIÓN DE COMPONENTES ELECTRICOS:

- Revisión de interruptor termo marginico
- Revisión de Relé
- Regulación de Relé
- Verificar el aislamiento del motor con un megóhmetro, medir a la salida del CCM verificar la integridad de los cables de alimentación del motor y posteriormente debe ser medido directamente en la caja de bornes del motor y sólo después de estas pruebas, el motor debe ser energizado y liberado para su funcionamiento.

6 MATERIALES , EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Hidrolavadora
- Caja de herramienta de mecánico
- Caja de herramienta de electricista
- Megóhmetro
- Wipper

7 SEGURIDADES

- Según normas y políticas de seguridad de la empresa

8 COORDINACIONES

- Con personal de mantenimiento mecánico y eléctrico

9 SISTEMAS Y MODO DE FALLAS

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
Sistema: Rodillos de limpieza mesa N°2	Saturación de tierra entre los discos	10	Limpieza semanal de rodillos con hidrolavadora	Sacar de servicio rodillos de limpieza para hidrolavar discos e inspeccionar estado físico de discos	24	Semanal
Sistema: Rodillos de limpieza mesa N°2	Motor disparador por sobre carga	4	Búsqueda de falla oculta para determinar disparo de motor	Revisión e inspección de interruptor termo magnético, relé de sobre carga, líneas de control y estado físico de rodillos de limpieza.	8	Mensual

10 FORMATO DE INSPECCIÓN

ESTÁNDAR DE EJECUCIÓN DE MANTENIMIENTO						
ORDEN: _____		EJECUTOR: MECÁNICO		FECHA: __/__/2018		
CODIGO DE ESTÁNDAR:		NOMBRE DE ESTÁNDAR: 81 ELEVADORES DE CAÑA				
PARTE O COMPONENTE	DESGASTE	ESTADO				OBSERVACIONES
	S - L - N	BUENO		MALO		
EJE DE RODILLOS						
DISCO DE RODILLOS						
CHUMACERAS		O	P	O	P	
ACOPLE						
CADENA						
PIÑONES						
TUBERIAS DE LUBRICACIÓN						
TORNILLOS DE SUJECIÓN						
ESTRUCTURA LAMINAS						
DESGASTE	S: SEVERO	L: LEVE	N: NORMAL	N/A: NO APLICA		

EJECUTOR	AVISOS	OBSERVACIONES

F. _____

OPERARIO

F. _____

JEFATURA

F. _____

RESPONSABLE

8.5.9 Procedimiento de inspección de picadoras de caña

1. OBJETIVO

Realizar mantenimiento preventivo en componentes mecánicos de picadoras de caña para evaluación de estado físico de piezas y renovar o cambiar de ser necesario.

2. ALCANCE

Inspección preventiva de piezas mecánicas de picadoras de caña para garantizar la preparación de caña y disponibilidad del equipo cuando se requiera su utilización.

3. RESPONSABILIDAD:

3.1 Mecánico: Persona encargada de realizar la inspección de piezas y componentes.

3.2 Responsable de Mantenimiento Mecánico: Persona encargada de supervisar/validar la inspección.

4 DEFINICIONES:

4.1 PICADORA DE CAÑA:

Equipo que se utiliza para desfibrar la caña hasta un punto de preparación óptimo, para facilitar la extracción de jugo en los molinos

5 INSTRUCCIÓN

5.1 ACOPLA MOTOR - REDUCTOR

- Quitar pernos de cubierta de acople y separarlas
- Remover rejillas de su alojamiento

5.1.1 REVISAR

- Alineación y nivelación
- Separación entre medios platos
- Estado físico de rejillas
- Fijación medios platos al eje de motor y reductor
- Desgaste de dientes medios platos
- Empaques y sellos de hule
- Estado físico de las cubiertas del coupling

5.1.2 REDUCTOR DE LA MAQUINA REVISAR

- Limpieza exterior y contornos

- Limpieza y estado físico de filtro respirador
- A través de puerta de registro, en grandes y demás componentes internos

5.1.3 SISTEMA DE LUBRICACIÓN REVISAR

- Taponamientos de las tuberías de succión de bombas
- Taponamientos en tuberías de agua enfriamiento aceite

5.2 EN ACOPLAMIENTO ENTRE REDUCTOR Y PICADORA

- Quitar pernos de cubierta coupling y separarlas
- Remover rejillas de su alojamiento

5.2.1 REVISAR

- Alineación y nivelación
- Separación entre medios platos
- Desgastes de rejillas
- Estado físico de rejillas
- Fijación de medios platos al eje reductor-máquina
- Desgaste de dientes de medios platos
- Empaque y sellos de hule
- Estado físico de las cubiertas del coupling
- Pernos, tuercas, arandelas de la cubierta

5.3 EN ROTOR REVISAR

- Piezas flojas o sueltas
- Desgaste de disco
- Desgaste de barras
- Desgaste de cuchillas y quebraduras
- Desgaste de postigos
- Desgaste de los cuellos del rotor
- Fijación tuercas de discos con eje
- Nota: las cuchillas se cambian cada 420,000 toneladas métricas

6 MATERIALES , EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Grúa móvil de 75T
- Caja de herramienta de mecánico
- Torquímetro
- Calibrador
- Llaves de impacto de 1.1/2"
- Wipper
- Solventes

7 SEGURIDADES

- Según normas y políticas de seguridad de la empresa

8 COORDINACIONES

- Con personal de producción

9 SISTEMAS Y MODO DE FALLAS

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
Sistema: Picadoras de caña 1, 2 y 3.	Desgaste de insertos de cuchillas	4	Cambio de posición de cuchillas	Sacar de servicio equipo e instalar cuchillas para aumentar la vida útil de las que se quitan, de manera que se puedan recuperar las que están desmontando.	4	Mensual
Sistema: Picadoras de caña 1, 2 y 3.	Picadora atorada	2	Revisión o cambio de picadora o cambio de cuchillas dañadas.	En paro programados realizar inspecciones de estado de cuchillas y pernos sujetadores.	4	Mensual
Sistema: Picadoras de caña 1, 2 y 3.	Acople dañado	1	Búsqueda de falla oculta para verificar si el tapaset o rejilla están quebrados	Sacar de servicio a elevador para revisar estado físico de los acoples así como sus ajustes dado por fabricante	4	Mensual

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
Sistema: Picadoras de caña 1, 2 y 3.	Cuchillas quebradas	2	Revisión o cambio de picadora o cambio de cuchillas dañadas.	En paros programados realizar inspecciones de estado de cuchillas y pernos sujetadores.	4	Mensual

10 FORMATO DE INSPECCIÓN

ESTÁNDAR DE EJECUCIÓN DE MANTENIMIENTO

ORDEN: _____		EJECUTOR: MECÁNICO		FECHA: __/__/2018		
CODIGO DE ESTÁNDAR: 107		NOMBRE DE ESTÁNDAR: 107 PICADORA DE CAÑA				
PARTE O COMPONENTE	DESGASTE	ESTADO				OBSERVACIONES
	S - L - N	BUENO		MALO		
RODAMIENTOS LATERALES		A	L	A	L	
RODAMIENTOS CENTRALES		A	L	A	L	
MANGUITO DE SUJECCION						
COUPLING						
REJILLA PARA COUPLING						
TAPA SET						
TUERCAS PARA MANGUITO						
SEGUROS PARA TUERCAS TIPO ARAÑA						
EJE						
TUERCA PARA EJE						
REGISTROS LATERALES						
SEGUROS PARA TUERCAS TIPO ARAÑA						
BARRAS PARA CUCHILLAS						
CUCHILLAS DE ACERO						
SEPARADORES DE DISCOS						
DISCOS						
BUJES PORTABARRA						
CAJA DE RODAMIENTOS		A	L	A	L	
RETENEDOR						
ORING						
SEGUROS PARA BARRAS DE						
SOPORTES DE CUCHILLAS						
DESGASTE	S: SEVERO	L: LEVE	N: NORMAL	N/A: NO APLICA		
EJECUTOR	AVISOS	OBSERVACIONES				

F. _____

F. _____

F. _____

OPERARIO

JEFATURA

RESPONSABLE

8.5.10 Procedimiento de inspección elevadores de caña

1. OBJETIVO

Realizar mantenimiento preventivo en componentes mecánicos de elevadores de caña para evaluación de estado físico de piezas y renovar o cambiar de ser necesario.

2. ALCANCE

Inspección preventiva de piezas mecánicas de elevador de caña para garantizar la disponibilidad del equipo cuando se requiera su utilización.

3. RESPONSABILIDAD:

3.1 Mecánico: Persona encargada de realizar la inspección de piezas y componentes.

3.2 Responsable de Mantenimiento Mecánico: Persona encargada de supervisar/validar la inspección.

4 DEFINICIONES:

4.1 ELEVADOR DE CAÑA:

Equipo que se utiliza para transportar la caña preparada de un molino hacia otro molino.

5 INSTRUCCIÓN

5.1 DESACOPLAR MOTOR-REDUCTOR Y REVISAR:

- Limpieza exterior y sus contornos
- Estado físico DE POLEAS Y CORREAS
- Estado físico y desgaste dientes medios platos
- Holgura entre EJE Y MAGUITO
- Estado físico de pernos, tuercas arandelas y sellos de hule
- Piezas flojas o sueltas
- Estado de apriete, pernos anclaje, reductor y motor.
- Estado físico de la estructura donde esta montado reductor y motor

5.2 REVISAR:

- Estado físico de rodamientos
- Estado físico de piñones y eje transmisión
- Estado físico de rodos conducidos
- Estado físico de holgura de buje bronce con eje rodo conducido
- Estado físico de cadena transmisión, chavetas, pasadores y eslabones
- estado físico de la cadena del elevador, chavetas, pasadores y eslabones
- Estado físico y desgaste de las duelas
- Estado físico y desgaste de las correderas de arguto y soportes

- Estado de pernos, tuercas y arandelas
- Pieza flojas o sueltas
- Estado físico de la estructura del elevador
- Estado físico de piñones transmisión

6 MATERIALES , EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Caja de herramienta de mecánico
- Wipper
- Solventes

7 SEGURIDADES

- Según normas y políticas de seguridad de la empresa

8 COORDINACIONES

- Con personal de mantenimiento mecánico y eléctrico

9 SISTEMAS Y MODO DE FALLAS

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
Sistema: Elevadores de caña 1, 2, 3, 4 y 5	Desgaste excesivo o fractura en corredera de plástico	4	Revisión de Tensión cadenas de arrastre	Verificación de tensión de cadena de arrastre por exceso de catenaria	24	Semanal
Sistema: Elevadores de caña 1, 2, 3, 4 y 5	Cadena quebrada	4	Búsqueda de falla oculta para verificar si la cadena esta quebrada	Sacar de servicio a elevador para revisar estado físico de cadena, verificar estado de los candados y chavetas	4	Mensual

10 FORMATO DE INSPECCIÓN

ESTÁNDAR DE EJECUCIÓN DE MANTENIMIENTO						
ORDEN: _____		EJECUTOR: MECÁNICO		FECHA: ___/___/2018		
CODIGO DE ESTÁNDAR: 81		NOMBRE DE ESTÁNDAR: 81 ELEVADORES DE CAÑA				
PARTE O COMPONENTE	DESGASTE	ESTADO				OBSERVACIONES
	S - L - N	BUENO		MALO		
POLEAS						
CORREAS						
CHUMACERAS SUPERIOR		N	S	N	S	
RODETE SOPORTE						
CADENA						
RODETE INFERIOR						
COLLARINES						
CHUMACERA INFERIOR		N	S	N	S	
RODOS DE COLA						
ESTRUCTURA LAMINAS						
DESGASTE	S: SEVERO	L: LEVE	N: NORMAL	N/A: NO APLICA		

EJECUTOR	AVISOS	OBSERVACIONES

F. _____

F. _____

F. _____

OPERARIO

JEFATURA

RESPONSABLE

8.5.11 Procedimiento de inspección en transportadores de caña

1. OBJETIVO

Realizar mantenimiento preventivo en componentes mecánicos de Transportadores de caña para evaluación de estado físico de piezas y renovar o cambiar de ser necesario.

2. ALCANCE

Inspección preventiva de piezas mecánicas de transportadores de caña para garantizar la preparación de caña y disponibilidad del equipo cuando se requiera su utilización.

3. RESPONSABILIDAD:

3.1 Mecánico: Persona encargada de realizar la inspección de piezas y componentes.

3.2 Responsable de Mantenimiento Mecánico: Persona encargada de supervisar/validar la inspección.

4 DEFINICIONES:

4.1 TRANSPORTADOR DE CAÑA:

Equipo que se utiliza para transportar la caña procesada por las picadoras de caña en el área de patios al área de molinos para facilitar la extracción de jugo

5 INSTRUCCIÓN

5.1 EN TRANSMISIÓN REVISAR

- Desacoplar motor-bomba hidraulica
- Desacoplar motor y reductor
- Sujeción de medios platos al eje
- Estado físico y desgaste del amortiguador
- Desgaste de deintes medios platos

5.2 EN ESTACION HIDRÁULICA REVISAR

- Desacoplar motor hidráulico-reductor
- Sujeción en medios platos con eje
- Desgaste dientes medios plato
- Estado de empaques y sellos de hule
- Estado de cubiertas, pernos y arandelas
- Estado de tanque, mangueras y acoples

5.3 TRANSMISIÓN DE EJE MOTRIZ REVISAR

- Estado cadenas de transmisión
- Estado cadenas de arrastre
- Estado de correderas de arguto
- Tensión cadenas
- Estado físico de zonas laminares
- Estado físico y desgaste piñones
- Pernos de anclaje
- Chumaceras de bronce

5.4 EJE MOTRIZ REVISAR

- Desgaste y estado físico piñones
- Sijecion piñones a ejes
- Apriete prisioneros allen
- Estado de cuñeros

5.5 EJE CONDUCIDO REVISAR

- Desgaste y estado físico piñones
- Sujecion piñones al eje
- Apriete prisioneros allen
- Estado de cuneros

6 MATERIALES , EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Grúa móvil de 75T
- Cilindro hidráulico de 20 T
- Caja de herramienta de mecánico
- Torqui metro
- Calibrador
- Llaves de impacto de 3/4"
- Wipper
- Solventes

7 SEGURIDADES

- Según normas y políticas de seguridad de la empresa

8 COORDINACIONES

- Con personal de producción

9 SISTEMAS Y MODO DE FALLAS

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
Sistema: Transportador de caña N°1 y 2	Desgaste excesivo o fractura en corredera de plástico	3	Inspección de estado de correderas	Hacer inspecciones quincenales del estado de las correderas y de esa manera poder programar cambios de una manera preventiva.	4	Mensual
Sistema: Transportador de caña N°1 y 2	Duela quebrada	2	Búsqueda de falla oculta para verificar estado de duelas	Sacar de servicio transportador de caña para revisar estado físico de las duelas	6	Mensual
Sistema: Transportador de caña N°1 y 2	Cadena de arrastre quebrada	4	Búsqueda de falla oculta para verificar si la cadena está quebrada	Sacar de servicio transportador de caña para revisar estado físico de componentes de cadena	24	Semanal
Sistema: Transportador de caña N°1 y 2	Tornillo o tuerca quebrada	2	Inspección de estado de correderas	Hacer inspecciones quincenales del estado de las correderas y de esa manera poder programar cambios de una	4	Mensual

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
				manera preventiva.		
Sistema: Transportador de caña N°1 y 2	Falta de suministro de energía eléctrica	1	Búsqueda de falla oculta para determinar falta de suministro de energía eléctrica	Revisión e inspección de líneas de alimentación al equipo	2	Trimestral
Sistema: Transportador de caña N° 3	Desgaste excesivo o fractura en corredera de plástico	3	Inspección de estado de correderas	Hacer inspecciones quincenales del estado de las correderas y de esa manera poder programar cambios de una manera preventiva.	4	Mensual
Sistema: Transportador de caña N° 3	Duela quebrada	2	Búsqueda de falla oculta para verificar estado de duelas	Sacar de servicio transportador de caña para revisar estado físico de las duelas	6	Mensual
Sistema: Transportador de caña N° 3	Cadena de arrastre quebrada	4	Búsqueda de falla oculta para verificar si la cadena esta quebrada	Sacar de servicio transportador de caña para revisar estado físico de componentes de cadena	24	Semanal

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
Sistema: Transportador de caña N° 3	Tornillo o tuerca quebrada	2	Inspección de estado de correderas	Hacer inspecciones quincenales del estado de las correderas y de esa manera poder programar cambios de una manera preventiva.	4	Mensual
Sistema: Transportador de caña N° 3	Falta de suministro de energía eléctrica	1	Búsqueda de falla oculta para determinar falta de suministro de energía eléctrica	Revisión e inspección de líneas de alimentación al equipo	2	Trimestral

10 FORMATO DE INSPECCIÓN

ESTÁNDAR DE EJECUCIÓN DE MANTENIMIENTO						
ORDEN: _____		EJECUTOR: MECÁNICO		FECHA: ___/___/2018		
CODIGO DE ESTÁNDAR:		NOMBRE DE ESTÁNDAR: TRANSPORTADORES DE CAÑA				
PARTE O COMPONENTE	DESGASTE	ESTADO				OBSERVACIONES
	S - L - N	BUENO		MALO		
CADENA						
PIÑON MOTRIZ						
CATARINA						
PIÑON/ RODO TENSOR						
DUELAS						
EJE MOTRIZ						
SPROCKET MOTRIZ						
SPROCKET INTERMEDIO						
SPROCKET / RODO CONDUCTIDO						
CHUMACERA DE BABITO						
TOLERANCIA						
RODAMIENTOS		O	P	O	P	
RODAMIENTO EJE MOTRIZ						
PERNOS DE ANCLAJE						
ESPARRAGOS						
CORREDERAS						
GUARDERAS						
CADENA DE ARRASTRE						
RODOS						
PINES DE ADITAMIENTO						
BUJES						
BARRAS IZQUIERDAS EXTERNAS						
BARRAS DERECHAS EXTERNAS						
BARRA INTERNA DERECHA						
BARRA INTERNA IZQUIERDA						
ESLABON COMPLETO (MESAS)						

ESTÁNDAR DE EJECUCIÓN DE MANTENIMIENTO				
ORDEN: _____		EJECUTOR: MECÁNICO		FECHA: __/__/2018
CODIGO DE ESTÁNDAR:		NOMBRE DE ESTÁNDAR: TRANSPORTADORES DE CAÑA		
PARTE O COMPONENTE	DESGASTE	ESTADO		OBSERVACIONES
	S - L - N	BUENO	MALO	
ADITAMIENTOS				
DUELAS				
CHAVETAS PARA ADITAMIENTOS				
CHAVETAS				
PERNOS				
TUERCAS				
ARANDELAS				
DESGASTE	S: SEVERO	L: LEVE	N: NORMAL	N/A: NO APLICA
EJECUTOR	AVISOS	OBSERVACIONES		

F. _____

OPERARIO

F. _____

JEFATURA

F. _____

RESPONSABLE

8.5.12 Procedimiento de inspección en transportadores de bagazo

1. OBJETIVO

Realizar mantenimiento preventivo en componentes mecánicos de Transportadores de bagazo para evaluación de estado físico de piezas y renovar o cambiar de ser necesario.

2. ALCANCE

Inspección preventiva de piezas mecánicas de transportadores de bagazo para garantizar la preparación de caña y disponibilidad del equipo cuando se requiera su utilización.

3. RESPONSABILIDAD:

3.1 Mecánico: Persona encargada de realizar la inspección de piezas y componentes.

3.2 Responsable de Mantenimiento Mecánico: Persona encargada de supervisar/validar la inspección.

4 DEFINICIONES:

4.1 TRANSPORTADOR DE BAGAZI:

Equipo que se utiliza para transportar el bagazo para alimentar a calderas de vapor y el sobrante almacenarlo en bodega de bagazo y retornar bagazo a calderas cuando hay paro de molid.

5 INSTRUCCIÓN

5.1 EN TRANSMISIÓN REVISAR

- Desacoplar motor-bomba hidraulica
- Desacoplar motor y reductor
- Sujeción de medios platos al eje
- Estado físico y desgaste del amortiguador
- Desgaste de dientes medios platos

5.2 EN ESTACION HIDRÁULICA REVISAR

- Desacoplar motor hidráulico-reductor
- Sujeción en medios platos con eje
- Desgaste dientes medios plato
- Estado de empaques y sellos de hule
- Estado de cubiertas, pernos y arandelas
- Estado de tanque, mangueras y acoples

5.3 TRANSMISIÓN DE EJE MOTRIZ REVISAR

- Estado cadenas de transmisión
- Estado cadenas de arrastre
- Estado de duelas
- Tensión cadenas
- Estado físico de zonas laminares
- Estado físico y desgaste piñones
- Pernos de anclaje
- Chumaceras de rodamientos

5.4 EJE MOTRIZ REVISAR

- Desgaste y estado físico piñones
- Sujeción piñones a ejes
- Apriete prisioneros allen
- Estado de cuñeros

5.5 EJE CONDUCIDO REVISAR

- Desgaste y estado físico piñones
- Sujeción piñones al eje
- Apriete prisioneros allen
- Estado de cuneros

5.6 BANDA DE HULE

- Empalme de banda
- Estado físico de banda
- Estaciones de rodillos
- Tensor

6 MATERIALES , EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- Grúa móvil de 75T
- Cilindro hidráulico de 20 T
- Caja de herramienta de mecánico
- Vulcanizadora en caliente
- Torquí metro
- Calibrador
- Llaves de impacto de 3/4"
- Wipper
- Solventes

7 SEGURIDADES

- Según normas y políticas de seguridad de la empresa

8 COORDINACIONES

- Con personal de producción

9. SISTEMAS Y MODO DE FALLAS

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
Sistema: Transportador de Bagazo N°4	Eslabón de cadena de transmisión roto	3	Búsqueda de falla oculta para verificar si la cadena está quebrada	Sacar de servicio a transportador de bagazo para revisar estado físico de cadena, verificar estado de los eslabones y chavetas	1	Semestral
Sistema: Transportador de Bagazo N°4	Transportador de bagazo atorado	1	Revisión de tensión de cadena, cambio de duelas desgastadas y cambio de tornillos desgastados.	En paros programados realizar inspecciones de estado de duelas, correderas, rodo motriz, rodo de cola y pernos sujetadores.	4	Mensual

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
Sistema: Transportador de Bagazo N°4	Eslabón de cadena de arrastre quebrado	2	Búsqueda de falla oculta para verificar si la cadena esta quebrada	Sacar de servicio a transportador de bagazo para revisar estado físico de cadena, verificar estado de los eslabones y chavetas	1	Semestral
Sistema: Transportador de Bagazo N°4	Falta de suministro de energía eléctrica	1	Búsqueda de falla oculta para determinar falta de suministro de energía eléctrica	Revisión e inspección de líneas de alimentación al equipo	2	Trimestral
Sistema: Transportador de Bagazo N°4	Disparo de motor eléctrico	1	Búsqueda de falla oculta para determinar disparo de motor	Revisión e inspección de interruptor termo magnético, relé de sobre carga, líneas de control y estado físico de rodillos de limpieza.	8	Mensual

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
Sistema: Transportador N°2 retorno de Bagazo	Eslabón de cadena de transmisión roto	3	Búsqueda de falla oculta para verificar si la cadena está quebrada	Sacar de servicio a transportador de bagazo para revisar estado físico de cadena, verificar estado de los eslabones y chavetas	4	Mensual
Sistema: Transportador N°2 retorno de Bagazo	Transportador de bagazo atorado	1	Revisión de tensión de cadena, cambio de duelas desgastadas y cambio de tornillos desgastados.	En paros programados realizar inspecciones de estado de duelas, correderas, rodo motriz, rodo de cola y pernos sujetadores.	4	Mensual
Sistema: Transportador N°2 retorno de Bagazo	Eslabón de cadena de arrastre quebrado	2	Búsqueda de falla oculta para verificar si la cadena está quebrada	Sacar de servicio a transportador de bagazo para revisar estado físico de cadena, verificar estado	1	Semestral

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
				de los eslabones y chavetas		
Sistema: Transportador N°2 retorno de Bagazo	Falta de suministro de energía eléctrica	1	Búsqueda de falla oculta para determinar falta de suministro de energía eléctrica	Revisión e inspección de líneas de alimentación al equipo	3	Trimestral
Sistema: Transportador N°2 retorno de Bagazo	Disparo de motor eléctrico	1	Búsqueda de falla oculta para determinar disparo de motor	Revisión e inspección de interruptor termo magnético, relé de sobre carga, líneas de control y estado físico de rodillos de limpieza.	8	Mensual
Sistema: Transportador N°5 de Bagazo	Falta de suministro de energía eléctrica	2	Búsqueda de falla oculta para determinar falta de suministro de energía eléctrica	Revisión e inspección de líneas de alimentación al equipo	2	Trimestral
Sistema: Transportador N°5 de Bagazo	Banda atorada	2	Limpieza semanal de estaciones de rodillos y	Con aire comprimido realizar limpieza en	24	Semanal

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
			tención adecuada de banda	estaciones de rodillos, revisar guarderas y revisar tensión de banda por medio de revisión de catenaria entre estaciones		
Sistema: Transportador N°5 de Bagazo	Banda cortada	0.2	Revisión visual de estado empalme vulcanizado y ambas caras de contacto	Verifica estado físico de empalme vulcanizado y caras de contactos para evaluar superficies irregulares, rasgaduras, grietas y limpieza	24	Semanal
Sistema: Transportador N°5 de Bagazo	Motor disparador por sobre carga	2	Búsqueda de falla oculta para determinar disparo de motor	Revisión e inspección de interruptor termo magnético, relé de sobre carga, líneas de control y estado físico de	8	Mensual

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
				rodillos de limpieza.		
Sistema: Transportador N°5 de Bagazo	Desalineación excesiva de banda de hule	1	Revisión de alineación de rodillos de limpieza y Limpieza semanal de estaciones de rodillos	Verificar paralelismos de rodillos con equipo infrarrojo, apreté de tornillos de sujeción de estaciones y limpieza de rodillos auto alineantes	12	Quincenal
Sistema: Transportador N°5 de Bagazo	Estaciones de rodillos con rodamientos dañados y/o pines quebrados	1	Revisión de alineación de rodillos de limpieza y Limpieza semanal de estaciones de rodillos	Verificar paralelismos de rodillos con equipo infrarrojo, apreté de de tornillos de sujeción de estaciones, limpieza de rodillos y lubricación	12	Quincenal

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
Sistema: Transportador Retorno Bagazo	Acople quebrado	2	Búsqueda de falla oculta para verificar si el tapaset o rejilla están quebrados	Sacar de servicio rodillos de limpieza para revisar estado físico y lubricación de tapaset y rejilla	1	Semestral
Sistema: Transportador Retorno Bagazo	Banda atorada	2	Limpieza semanal de estaciones de rodillos y tensión adecuada de banda	Con aire comprimido realizar limpieza en estaciones de rodillos, revisar guarderas y revisar tensión de banda por medio de revisión de catenaria entre estaciones	24	Semanal
Sistema: Transportador Retorno Bagazo	Banda cortada	0.2	Revisión visual de estado empalme vulcanizado y ambas caras de contacto	Verifica estado físico de empalme vulcanizado y caras de contactos para evaluar superficies irregulares,	24	Semanal

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
				rasgaduras, grietas y limpieza		
Sistema: Transportador Retorno Bagazo	Motor disparador por sobre carga	2	Búsqueda de falla oculta para determinar disparo de motor	Revisión e inspección de interruptor termo magnético, relé de sobre carga, líneas de control y estado físico de rodillos de limpieza.	8	Mensual
Sistema: Transportador Retorno Bagazo	Falta de suministro de energía eléctrica	2	Búsqueda de falla oculta para determinar falta de suministro de energía eléctrica	Revisión e inspección de líneas de alimentación al equipo	2	Trimestral
Sistema: Transportador Retorno Bagazo	Desalineación excesiva de banda de hule	1	Revisión de alineación de rodillos de limpieza y Limpieza semanal de estaciones de rodillos	Verificar paralelismos de rodillos con equipo infrarrojo, apreté de tornillos de sujeción de estaciones y limpieza de	12	Quincenal

Sistema	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Plan de mantenimiento
				rodillos auto alineantes		
Sistema: Transportador Retorno Bagazo	Mangueras hidráulicas rotas	0.5	Revisión visual de estado de mangueras y toque de uniones roscadas	Inspeccionar instalación correcta de mangueras, que no tengan roce con superficies con aristas vivas y chequear apreté de uniones roscadas	12	Quincenal

10. FORMATO DE INSPECCIÓN

ESTÁNDAR DE EJECUCIÓN DE MANTENIMIENTO					
ORDEN: _____		EJECUTOR: MECÁNICO		FECHA: __/__/2018	
CODIGO DE ESTÁNDAR:		NOMBRE DE ESTÁNDAR: TRANSPORTADORES DE CAÑA			
PARTE O COMPONENTE	DESGASTE	ESTADO		OBSERVACIONES	
	S - L - N	BUENO	MALO		
CADENA					
PIÑON MOTRIZ					
CATARINA					
PIÑON/ RODO TENSOR					
DUELAS					
EJE MOTRIZ					
SPROCKET MOTRIZ					
SPROCKET INTERMEDIO					
SPROCKET / RODO CONDUCIDO					
CHUMACERA DE BABITO					
TOLERANCIA					
RODAMIENTOS		O	P	O	P
RODAMIENTO EJE MOTRIZ					
PERNOS DE ANCLAJE					
ESPARRAGOS					
CORREDERAS					
GUARDERAS					
CADENA DE ARRASTRE					
RODOS					
PINES DE ADITAMIENTO					
BUJES					
BARRAS IZQUIERDAS EXTERNAS					
BARRAS DERECHAS EXTERNAS					
BARRA INTERNA DERECHA					
BARRA INTERNA IZQUIERDA					
ESLABON COMPLETO (MESAS)					
ADITAMIENTOS					
DUELAS					

ESTÁNDAR DE EJECUCIÓN DE MANTENIMIENTO				
ORDEN: _____		EJECUTOR: MECÁNICO		FECHA: __/__/2018
CODIGO DE ESTÁNDAR:		NOMBRE DE ESTÁNDAR: TRANSPORTADORES DE CAÑA		
PARTE O COMPONENTE	DESGASTE	ESTADO		OBSERVACIONES
	S - L - N	BUENO	MALO	
CHAVETAS PARA ADITAMIENTOS				
CHAVETAS				
PERNOS				
TUERCAS				
ARANDELAS				
BANDA TRANSPORTADORA				
RODETE MOTRIZ				
RODETE CONDUCCION				
RODAMIENTOS RODETE MOTRIZ				
RODAMIENTOS RODETE CONDUCCION				
ESTACIONES DE RODILLOS				
BANDA				
ESTRUCTURA MECANICA				
CANALES DE DESCARGA				
UNION DE BANDA				
RODETE TENSOR				
CONTRA PESO				
DESGASTE	S: SEVERO	L: LEVE	N: NORMAL	N/A: NO APLICA

EJECUTOR	AVISOS	OBSERVACIONES

F. _____

OPERARIO

F. _____

JEFATURA

F. _____

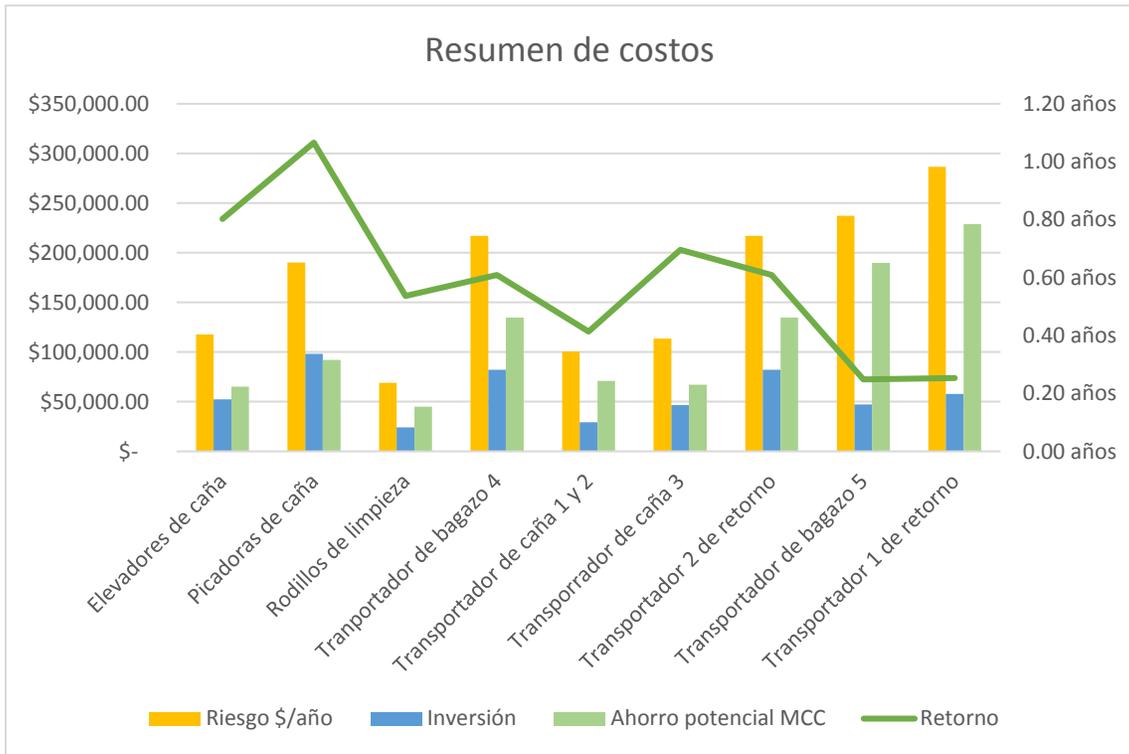
RESPONSABLE

8.6 Resumen Gerencial

Se pudo determinar que el mantenimiento centrado en la confiabilidad (MCC) es una herramienta muy compleja y poderosa que hemos utilizado para la determinación de los planes de mantenimiento teniendo como objetivo ser eficiente con el uso de los recursos de la empresa. Compleja debido a que se necesita tener un conocimiento avanzado del sistema a estudiar; poderosa porque bien manejada y aplicada, los resultados son muy satisfactorios, principalmente cuando una empresa quiere optimizar los recursos empleados para el mantenimiento. Su aplicación debe estar destinada a los equipos más críticos. Con base en lo anterior realizamos un análisis de los modos de falla e implementamos planes de mantenimiento podemos alcanzar un ahorro potencial al año de \$519,996.37 al implementar el MCC.

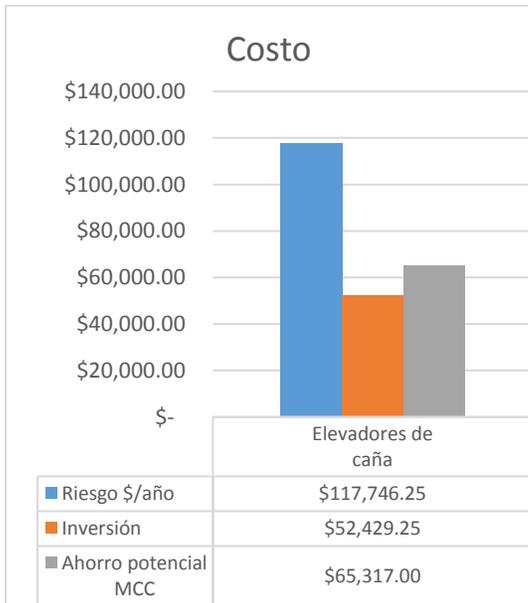
Equipo	Riesgo \$/año	Inversión	Ahorro potencial MCC	Retorno
Elevadores de caña	\$ 117,746.25	\$ 52,429.25	\$ 65,317.00	0.80 años
Picadoras de caña	\$ 190,255.25	\$ 98,162.63	\$ 92,092.63	1.07 años
Rodillos de limpieza	\$ 69,140.42	\$ 24,140.25	\$ 45,000.17	0.54 años
Transportador de bagazo 4	\$ 216,895.00	\$ 82,092.67	\$ 134,802.33	0.61 años
Transportador de caña 1 y 2	\$ 100,461.25	\$ 29,413.38	\$ 71,047.88	0.41 años
Transportador de caña 3	\$ 113,709.17	\$ 46,655.25	\$ 67,053.92	0.70 años
Transportador 2 de retorno	\$ 216,895.00	\$ 82,092.67	\$ 134,802.33	0.61 años
Transportador de bagazo 5	\$ 237,057.67	\$ 47,179.64	\$ 189,878.02	0.25 años
Transportador 1 de retorno	\$ 286,606.00	\$ 57,830.64	\$ 228,775.36	0.25 años
Total	\$ 1,548,766.00	\$ 519,996.37	\$ 1,028,769.63	0.51 años

Tabla 8. 26 Ahorro potencial con plan MCC

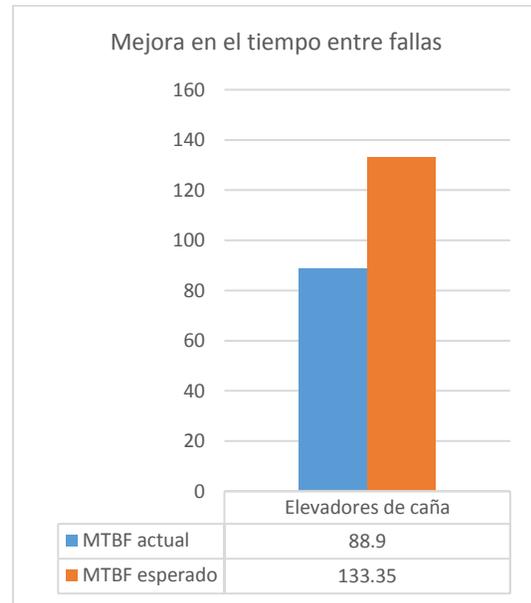


Grafica 8. 28-Comparación de costos y tiempo de recuperación

8.6.1 Elevadores de caña



Grafica 8. 29-Comparación de costos elevadores de caña

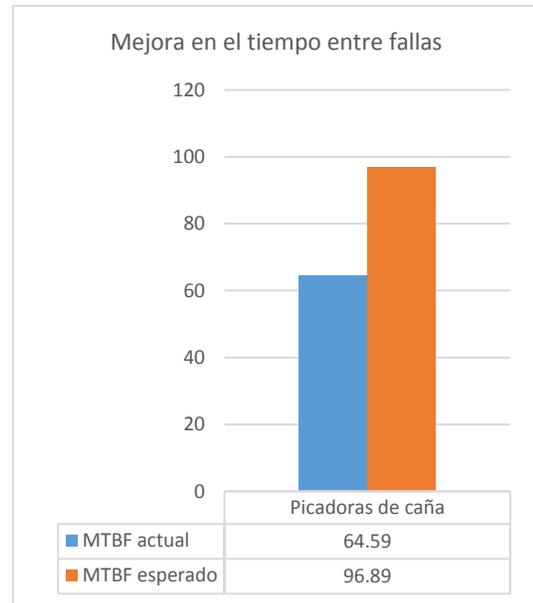


Grafica 8. 30-Comparación de tiempo promedio entre fallas Elevadores de caña

8.6.2 Picadora de caña



Grafica 8. 31-Comparación de costos Picadoras de caña

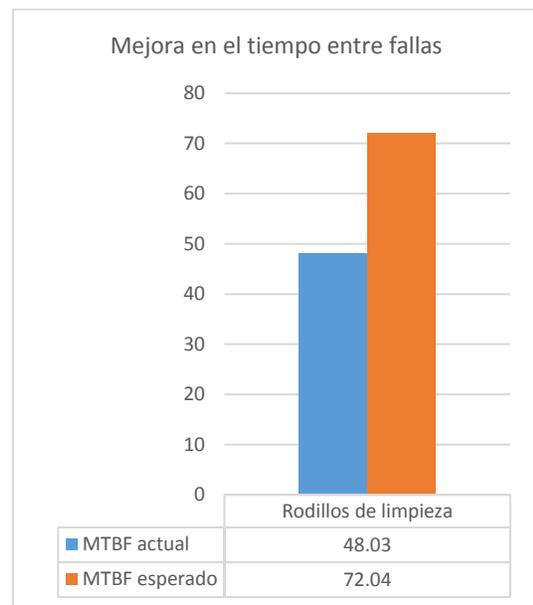


Grafica 8. 32-Comparación de tiempo promedio entre fallas Picadoras de caña

8.6.3 Rodillos de limpieza

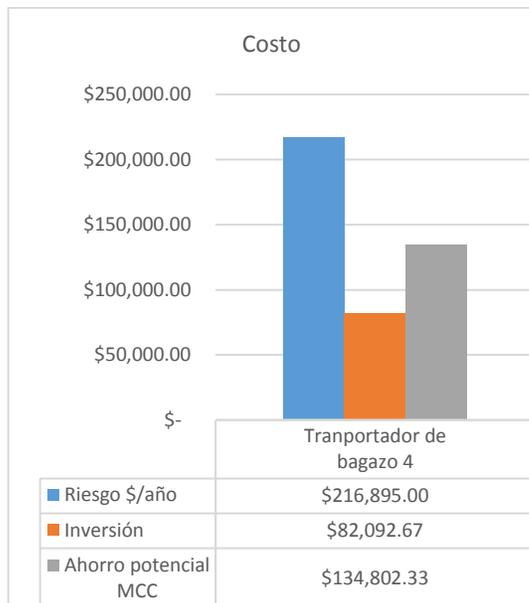


Grafica 8. 33-Comparación de costos Rodillos de limpieza

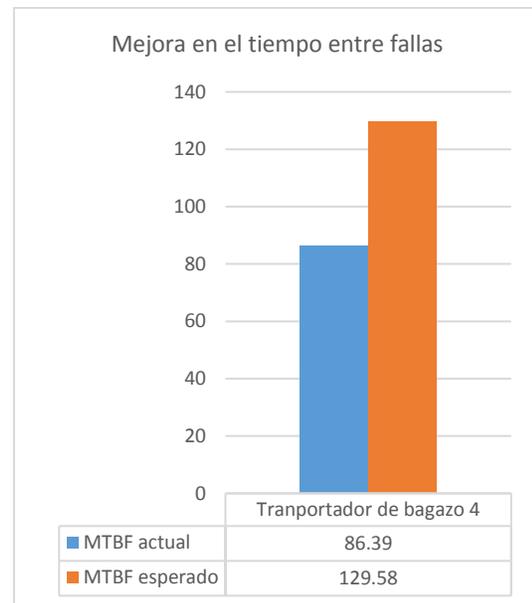


Grafica 8. 34-Comparación de tiempo promedio entre fallas Rodillos de limpieza

8.6.4 Transportador de bagazo 4



Grafica 8. 35-Comparación de costos Transportador de bagazo 4

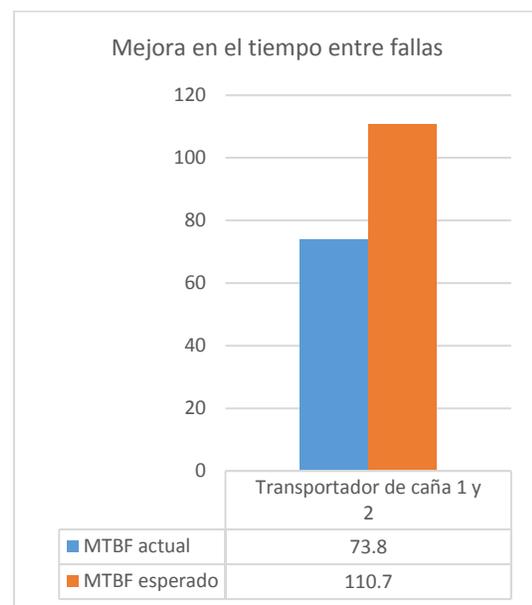


Grafica 8. 36-Comparación de tiempo promedio entre fallas Transportador de bagazo

8.6.5 Transportador de caña 1 y 2

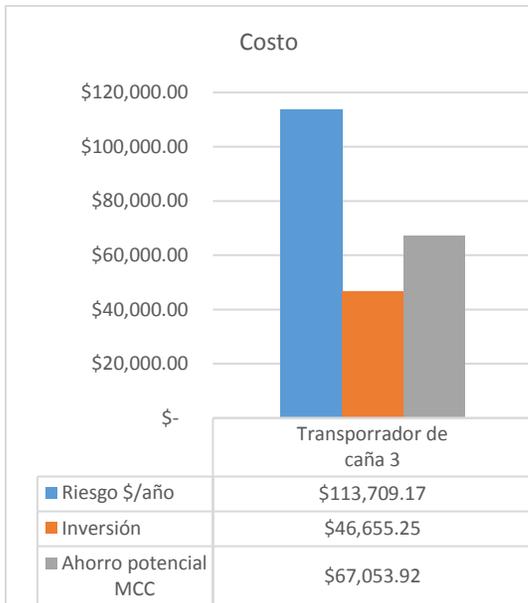


Grafica 8. 37-Comparación de costos Transportador de caña 1 y 2

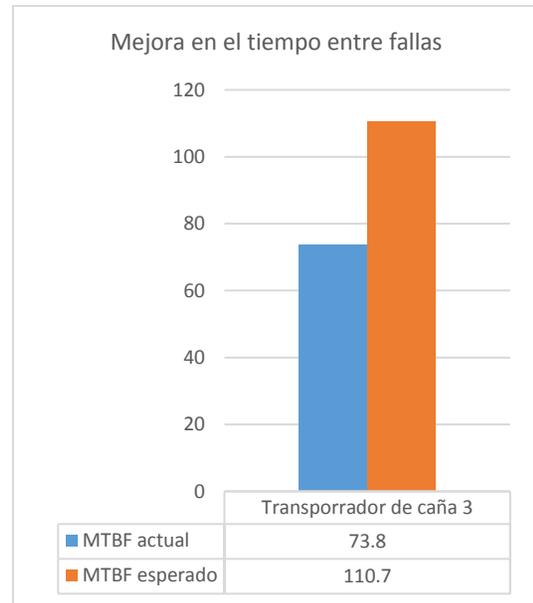


Grafica 8. 38-Comparación de tiempo promedio entre fallas Transportador de caña 1 y 2

8.6.6 Transportador de caña 3



Grafica 8. 39-Comparación de costos Transportador de caña 3

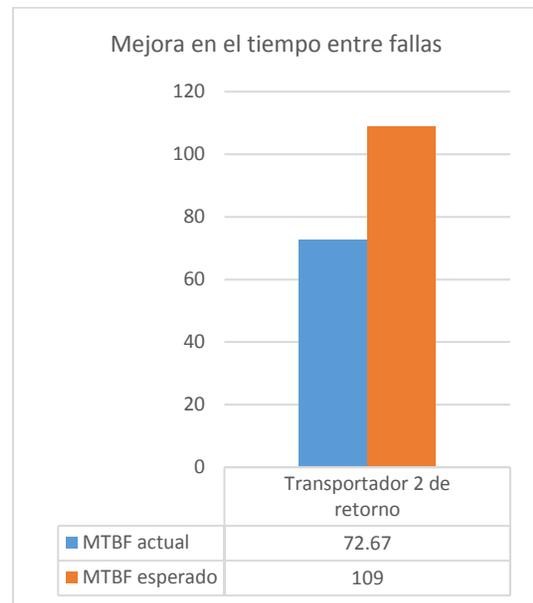


Grafica 8. 40-Comparación de tiempo promedio entre fallas Transportador de caña 3

8.6.7 Transportador 2 de retorno



Grafica 8. 41-Comparación de costos Transportador 2 de retorno

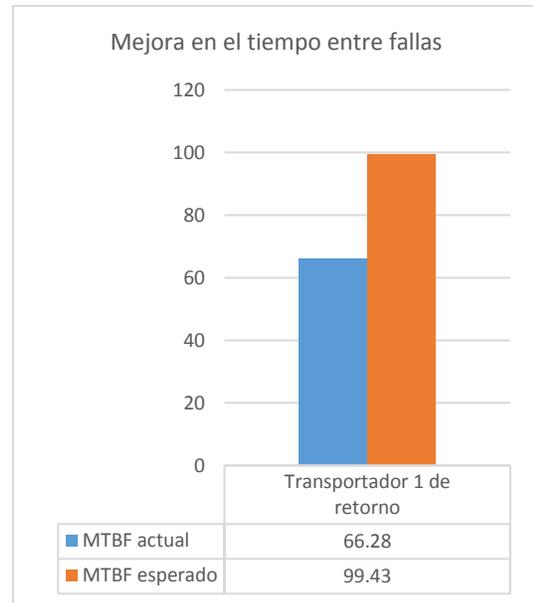


Grafica 8. 42-Comparación de tiempo promedio entre fallas Transportador 2 de retorno

8.6.8 Transportador 1 de retorno

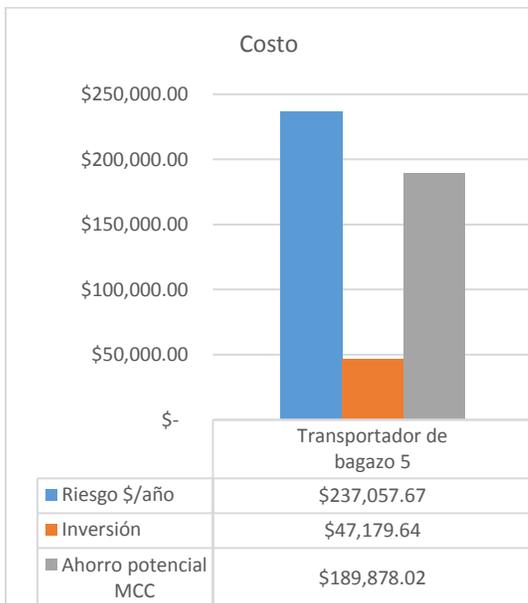


Grafica 8. 43-Comparación de costos Transportador 1 de retorno

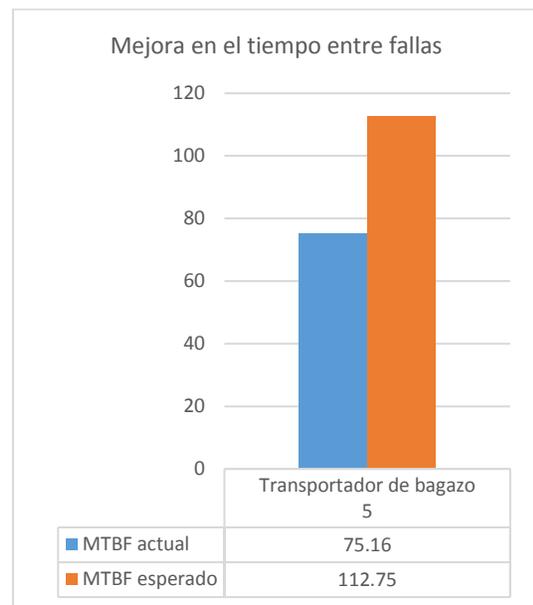


Grafica 8. 44-Comparación de tiempo promedio entre fallas Transportador 1 de retorno

8.6.9 Transportador de bagazo 5



Grafica 8. 45-Comparación de costos Transportador de bagazo 5



Grafica 8. 46-Comparación de tiempo promedio entre fallas Transportador de bagazo

8.6.10 Reporte de seguimiento para equipos

ANÁLISIS DE DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO							
Nombre del equipo	ELEVADORES DE CAÑA Nº1, 2, 3, 4 y 5 (Donely)			Evaluated por:	Departamento de planificación industrial		
Fecha del reporte	23/12/2018						
Confiability/comentarios:	Buena. velocidad de la máquina: 1700 rpm. requerimiento 1500-2000 rpm.						
Capacidad	550 (ton/h)						
Tiempo de temporada	127 días						
Tiempo parado esperado	2280 minutos						
Condición general:	Buen estado						
Apariencia/limpieza:	Sucio por partículas de bagazo						
Inicio de operación	19/11/2018						
seguridad/ambiente:	Cumple con estándares de seguridad						
Comentarios:	Cadena de ingeniería 1 zafra sin cambio						
Ítem No.	PARTE DEL EQUIPO	PROBLEMA	ACCIÓN CORRECTIVA	TIEMPO	RESPONSABILIDAD	fecha	Estado
1	Motor eléctrico	Vibración del motor	Alineamiento de flejes de transmisión	30 minutos	Mecanico de 2ds	27/11/2018	Pero no programado
2	Motor eléctrico	Temperatura alta en motor	Sopleteo con aire comprimido	10 minutos	Operario	22/12/2018	Disponible
3	Elevador de caña	Embogamiento	Se detuvo la alimentación del elevador	5 minutos	Operario	19/12/2018	Pero no programado
4	Motor eléctrico	Arrastre de red	Se espero el suministro de energía electrica	120 minutos	Operario	22/12/2018	Pero no programado
5	Duelas	Duelas dobladas	Cambio de duelas en pero programado	120 minutos	Mecanico de 2ds	01/01/2019	Mantenimiento programado
6	Elevador de caña	Equipo parado	En espera de finalizar paro programado por mantenimiento	240 minutos	Operario	01/01/2019	Ocioso
7	Rodamientos	Lubricación	Lubricación programada de rodamientos	15 minutos	Lubricador de 2ds	05/01/2019	Disponible
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							

Título del gráfico

Categoría	Valor
Tiempo total (min)	182880
Tiempo total a la fecha (min)	100800
Tiempo mantenimiento parado a la fecha (min)	1256.69

CALCULO DE EFICIENCIA

Numero de fallas no programadas	3
Tiempo total (min)	182880
Tiempo total a la fecha (min)	100800
Tiempo mantenimiento parado a la fecha (min)	1256.69

TIEMPOS REALES DEL EQUIPO

Tiempo de paros planeados (min)	120
Tiempo de paros no planeados (min)	155
Disponible con falla funcional	25
Ocioso	240

INDICES DEL EQUIPO

TPO	33508.33
MTBF	33600.00
MTBF objetivo	192024.00

Tiempos de paros de equipops (min)

Categoría	Valor
Tiempo de paros planeados (min)	120
Tiempo de paros no planeados (min)	155
Disponible con falla funcional	25
Ocioso	240

Firmas

Hecho por	
Revisor por	
Revisado por	
Presentado por	

8.7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los ingenios azucareros en El Salvador, y debido a la implementación de nuevas tecnologías han ido optimizando sus procesos productivos, hasta lograr las mejores utilidades con el menor uso de recursos, en esta línea, el mantenimiento se vuelve un área de oportunidad.

La aplicación de los métodos MCC fueron creados para la industria de la aviación, pero por las bondades de esta metodología, que cuantifica el retorno basándose en el potencial ahorro que se tendría al evitar las fallas funcionales, industrias del azúcar en las cuales el proceso en tiempos de cosecha, por ser un producto perecedero y necesitar un proceso continuo hasta terminar la materia prima, ven esta herramienta como una solución para jerarquizar un plan de mantenimiento priorizando los equipos desde el enfoque de proceso.

Las principales conclusiones de aplicar la metodología MCC al proceso son las siguientes:

Los análisis de modos de fallos y efectos nos permiten conocer los equipos desde la perspectiva de producción, dando un criterio de prioridad en función del impacto al proceso productivo.

La metodología del MCC nos permite profundizar las fallas funcionales, esto porque se tiene claro los modos de falla que las provocan, y nos permite tener una mejor perspectiva para gestionarlas.

A través de las tablas de análisis de efectos y modos de falla (AMEF), tendremos acceso a toda la información de los equipos y las tareas seleccionadas para su mantenimiento.

El método asigna un peso que es cuantificable en dinero, desde la premisa que los costos por reducir o detener la producción, daños personales o activos, daños al medio ambiente, etc. Son más costosos que una medida de gestión para que estas no sucedan

Considera falla funcional todo aquello que haga salir el equipo de sus parámetros de diseño, con lo cual no solo garantiza que no sucedan paros no programados, si no también la calidad del servicio que la máquina debe cumplir.

El uso de bases de datos donde los registros de fallas se documentan, permite una actualización continua de los resultados, midiendo de manera real los malos actores y las causas que la provocan.

La metodología utiliza como justificación el gasto por no cumplir los objetivos de la empresa, lo cual la vuelve una herramienta que no solo permite medir los costos ocultos de las fallas si no también le asigna un peso a daños al personal, activos, medio ambiente, paros de proceso y fallas de calidad.

El plan de mantenimiento permite tomar acciones proactivas que afiancen que el activo siga cumpliendo su función, dando énfasis en los ahorros potenciales más importantes

Con base al análisis económico, que justifica desde los análisis de modos efectos de fallas (AMEF) que las medidas de gestión para mitigar las paradas no programadas son menos costosas que las fallas funcionales no previstas en los equipos, por lo cual la aplicación para de un MCC es completamente recomendado para esta planta específica.

El modelo de weibull es el que mejor se adapta para analizar los resultados esperados, debido a que por la poca cantidad de datos históricos en fallos, y además por ser los equipos de mas alta criticidad, se considera oportuno no alcanzar el periodo de desgaste

Es tambien importante dar el seguimiento que las medidas de gestión implementadas estan dando los resultados esperados, esto nos permite verificar y planear un ajuste de ser necesario.

IX. CRONOGRAMA

10.1 Cronograma de Actividades

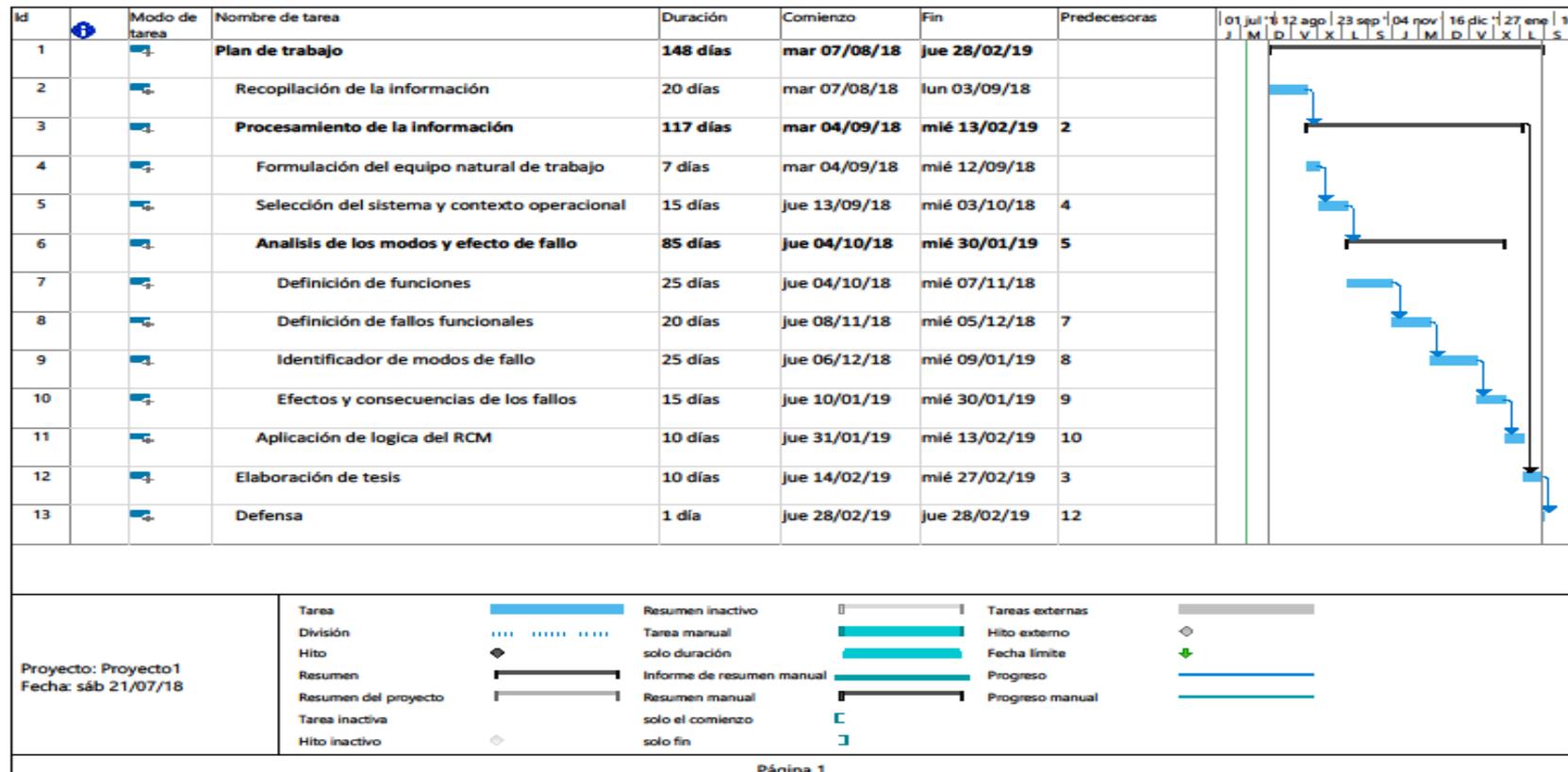


Ilustración 4 Cronograma

X. BIBLIOGRAFÍA

Carlos Alberto Parra Márquez y Adolfo Crespo Márquez / Segunda Edición 2015 / Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos / Sevilla, España.

John Moubray / Segunda Edición 1997, Edición en español 2004 / Mantenimiento Centrado en Confiabilidad RCM II / Buenos aires, Argentina – Madrid, España.

Carlos Alberto Parra Márquez / Archivo Excel / Criticidad-modificado-original-auto-09-v2 / Sevilla, España

Carlos Alberto Parra Márquez / Archivo Excel / Formato RCM-AMEF-original / Sevilla, España

Luis Barberá Martínez, Vicente González Díaz, Carlos Parra Márquez, Adolfo Crespo Márquez / Universidad de Sevilla Escuela Superior de Ingenieros / Revisión y criterios para la evaluación de herramientas (softwares) que dan soporte a la implantación de la metodología RCM. /Sevilla, España / Tabla 3. Funciones complementarias a los análisis RCM

Modelo Weibull <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/reliability/supporting-topics/distribution-models/weibull-distribution/>

Aproximación a la confiabilidad aplicaciones practicas / INGEMAN / Red Temática Nacional sobre Seguridad de Funcionamiento y Calidad de servicio de Sistemas Productivos / Sevilla, España /

Carlos Alberto Parra Márquez / Archivo Excel / ic-version 2005 –prueba / Sevilla, España

GLOSARIO

A

AMEF

Análisis de Modos y Efectos de Falla.

AZÚCAR

Nombre común de la sacarosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$, disacárido compuesto por dos monosacáridos, glucosa y fructosa) obtenida de la caña de azúcar, la remolacha azucarera y otras plantas.

B

BAGAZO

Despojo de la caña después de molerla en el trapiche o residuo de materia después de extraído su jugo. Se usa como combustible para calderas. El se almacenaba en la bagacera o casa de bagazo de los ingenios.

C

CACHAZA

Sustancia que se usa como abono y forraje, eliminada del guarapo tras su clarificación en los trenes de la cada de filtro de vacío de los ingenios.

CAÑA DE AZUCAR

Planta de tallo leñoso, hueco, flexible, de hojas anchas, algo ásperas y flores agrupadas en panojas muy ramosas; puede alcanzar hasta 4 m de altura. *Saccharum officinarum*. Gramínea compuesta de agua, fibras y sacarosa de la que se obtiene esta última. Hay distinta variedades, pero todas las comerciales son del citado tipo *officinarum*. Cantero (1855-1957) detalla el nombre y características de las más importantes en el período que escribe y, sobre todo, de las comunes en Cuba (criolla; blanca o de Otahití)

CONFIABILIDAD

Es la probabilidad de que un equipo cumpla la misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un periodo determinado.

D

DIAGRAMA DE PARETO

Herramienta grafica en la cual se representa la frecuencia para un conjunto causas ordenadas desde la más significativa hasta la menos significativa (orden de frecuencia)

DISTRIBUCIÓN DE WEIBULL

En teoría de la probabilidad y estadística, la distribución de Weibull es una distribución de probabilidad continua.

E

EVAPORACIÓN

Se denomina así a todo el proceso de defecación, alcalización, concentración y clarificación del jugo de caña que tiene lugar en los trenes evaporadores de los ingenios.

EXTRACCIÓN

Acción de obtener sacarosa del jugo de caña y, por extensión, su resultado, medido en porcentajes. El término primera extracción se designa al azúcar blanco o más puro

G

GUARAPO

Jugo obtenido de la caña de azúcar tras separar el bagazo en los molinos. Entonces se le añade el calificativo de crudo. Si se ha retirado también la cachaza se habla de jugo claro.

M

MATRIZ DE CRITICIDAD

La matriz de criticidad es una herramienta esencial, que permite mejorar tomar buenas decisiones y anticipar mejor los riesgos. Es una herramienta que ayuda evaluar el nivel de criticidad de un determinado riesgo.

MCC

Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad

MELADURA

Sustancia obtenida del jugo de caña con 50-60° Brix de polarización, tras el proceso de evaporación en los trenes.

MELAZA

Pequeñas cantidades de mieles que iban deponiendo los azúcares de baja polarización.

MIEL

Sustancia eliminada de la meladura (jarabe extraído del jugo de caña con 50-60° Brix) mediante depuración para obtener el azúcar.

MOLIENDA

Acción de triturar la caña en el trapiche. También se denomina así a todo el período de zafra.

P

PdM

Mantenimiento Predictivo.

PM

Mantenimiento Preventivo.

R

MCC

Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad

T

TPEF

Tiempo Promedio entre fallos

TPPF

Tiempo promedio para fallar

XI. ANEXOS

Anexo A Matriz de Criticidad

Criterios de la matriz de criticidad

Frecuencia de fallas

- 1.- Excelente: menos de 0.5 evento en 6 meses de Zafra
- 2.- Bueno: entre 0.5 y 1 eventos en 6 meses de Zafra
- 3.- Promedio: entre 1 y 2 eventos en 6 meses de Zafra
- 4.- Pobre: entre 2 y 3 eventos en 6 meses de Zafra
- 5.- Muy pobre: más de 3 eventos en 6 meses de Zafra

Seguridad - Higiene -Ambiente (SHA)

- 5.- Evento catastrófico: muerte y/o Alto impacto ambiental)
- 4.- Evento genera: lesión incapacitante y/o afectación sensible al ambiente
- 3.- Evento genera: daños menores a la integridad física y/o afectación al ambiente controlable
- 2.- Evento genera: alarma potencial en seguridad y/o incidente ambiental sin repercusión sobre la normativa legal vigente
- 1.- No genera ningún impacto sobre la seguridad y el ambiente

Calidad (CA)

- 5.- Afectación en calidad (Reclamos externos legales)
- 4.- Afectación en calidad (Reclamos externos)
- 3.- Afectación en calidad (Reclamos internos legales)
- 2.- Afectación en calidad (Reclamos internos)
- 1.- No genera ningún impacto en calidad

Impacto en producción y costos de mantenimiento (IP-CM) durante el periodo de zafra

- 5.- Costos superiores a 4,050 \$ turbos fuera de red por mas de 1 hora
- 4.- Costos entre 3,037 y 4,050 \$ paro de molida por mas de 3 horas
- 3.- Costos entre 2,025 y 3,037 \$ paro de molida por mas de 2 horas
- 2.- Costos entre 1012.5 y 2,025 \$ paro de molida por mas de 1 hora
- 1.- Costos inferiores a 1012.5 \$ paro de molida por menos de una hora

UBICACIÓN TÉCNICA GENERAL	UBICACIÓN TÉCNICA ESPECIFICA	COD SIST	SISTEMA	FRECUENCIA FALLAS	SHA	CA	IP-CM	CONSECUENCIAS	TOTAL	JERARQUIZACIÓN
Patios y Molinos	Análisis de calidad de caña	1001110	SISTEMA DESFIBRADORA DE CAÑA	2	2	5	1	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Análisis de calidad de caña	1001109	SISTEMA MUESTREADORA	2	2	5	1	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Análisis de calidad de caña	1001111	SISTEMA PRENSA HIDRAULICA NO 1	2	2	4	1	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Análisis de calidad de caña	1001112	SISTEMA PRENSA HIDRAULICA NO 2	2	2	4	1	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Edificio de básculas 1 y 2	1000876	SISTEMA BASCULA PUENTE NO 2	2	1	4	1	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Edificio de básculas 3 y 4	1000877	SISTEMA BASCULA PUENTE NO 3	2	1	4	1	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Edificio de básculas 3 y 4	1000878	SISTEMA BASCULA PUENTE NO 4	2	1	4	1	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Edificio de básculas 3 y 4	1000770	SISTEMA SWITCH BASCULAS 3 Y 4	2	1	4	1	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Mesa cañera 1	1000775	SISTEMA CADENAS ARRASTRE MESA NO 1	3	2	3	1	3	9	Media Criticidad
Patios y Molinos	Mesa cañera 1	1000771	SISTEMA GRUA NO 1 MESA CAÑERA NO 1	3	2	3	1	3	9	Media Criticidad
Patios y Molinos	Mesa cañera 1	1000772	SISTEMA MESA CAÑERA NO 1	3	2	3	1	3	9	Media Criticidad
Patios y Molinos	Mesa cañera 1	1000774	SISTEMA PREPICADORA MESA CAÑERA NO 1	3	3	3	1	3	9	Media Criticidad
Patios y Molinos	Mesa cañera 1	1000773	SISTEMA ROMPERROLLO MESA CAÑERA NO 1	3	2	3	1	3	9	Media Criticidad
Patios y Molinos	Mesa cañera 2	1000780	SISTEMA CADENAS ARRASTRE L ESTE MESA NO2	3	2	3	1	3	9	Media Criticidad

UBICACIÓN TÉCNICA GENERAL	UBICACIÓN TÉCNICA ESPECIFICA	COD SIST	SISTEMA	FRECUENCIA FALLAS	SHA	CA	IP-CM	CONSECUENCIAS	TOTAL	JERARQUIZACIÓN
Patios y Molinos	Mesa cañera 2	1000781	SISTEMA CADENAS ARRASTRE LOESTE MESA NO2	3	2	3	1	3	9	Media Criticidad
Patios y Molinos	Mesa cañera 2	1000776	SISTEMA GRUA NO 2 MESA CAÑERA NO 2	1	2	3	1	3	3	Baja Criticidad
Patios y Molinos	Mesa cañera 2	1000777	SISTEMA MESA CAÑERA NO 2	1	2	3	1	3	3	Baja Criticidad
Patios y Molinos	Mesa cañera 2	1000782	SISTEMA PATEADOR MESA CAÑERA NO 2	2	1	3	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Mesa cañera 2	1000807	SISTEMA RECOLECCION DE BASURA MESA NO 2	2	2	3	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Mesa cañera 2	1000788	SISTEMA RODILLOS DE LIMPIEZA	4	3	1	1	3	12	Alta Criticidad
Patios y Molinos	Mesa cañera 2	1000778	SISTEMA ROMPERROLLO NO 1 MESA NO 2	2	1	3	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Mesa cañera 2	1000779	SISTEMA ROMPERROLLO NO 2 MESA NO 2	2	1	3	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Mesa de volcador	1000786	SISTEMA CADENA ARRASTRE	1	2	3	1	3	3	Baja Criticidad
Patios y Molinos	Mesa de volcador	1000784	SISTEMA MESA VOLCADORA	1	2	3	4	4	4	Media Criticidad
Patios y Molinos	Mesa de volcador	1000783	SISTEMA VOLCADOR DE CAMIONES	1	2	3	4	4	4	Media Criticidad
Patios y Molinos	Sistema centralizado Lubric. picadoras	1000790	SISTEMA 1 LUBRICACION PICADORAS (L.N.)	2	1	2	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Sistema centralizado Lubric. picadoras	1000791	SISTEMA 2 LUBRICACION PICADORAS (L.S.)	2	1	2	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Sistema centralizado Lubric. picadoras	1000793	SISTEMA TANQUE LUBRICACION PICADORAS	2	1	1	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Transporte y nivelado de caña	1000809	SISTEMA BANDA ALIMENTACION MOLINOS	3	1	1	3	3	9	Media Criticidad
Patios y Molinos	Transporte y nivelado de caña	1000806	SISTEMA DESALOJO DE AGUA	2	2	1	1	2	4	Baja Criticidad
Patios y Molinos	Transporte y nivelado de caña	1000808	SISTEMA ELECTROIMAN MOLINOS	3	1	3	3	3	9	Media Criticidad
Patios y Molinos	Transporte y nivelado de caña	1000795	SISTEMA NIVELADOR DE CAÑA NO 1	2	1	3	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Transporte y nivelado de caña	1000797	SISTEMA NIVELADOR DE CAÑA NO 2	2	1	3	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Transporte y nivelado de caña	1000799	SISTEMA NIVELADOR DE CAÑA NO 3	2	1	3	4	4	8	Media Criticidad

UBICACIÓN TÉCNICA GENERAL	UBICACIÓN TÉCNICA ESPECÍFICA	COD SIST	SISTEMA	FRECUENCIA FALLAS	SHA	CA	IP-CM	CONSECUENCIAS	TOTAL	JERARQUIZACIÓN
Patios y Molinos	Transporte y nivelado de caña	1000802	SISTEMA NIVELADOR DE CAÑA NO 4	2	1	3	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Transporte y nivelado de caña	1000796	SISTEMA PICADORA DE CAÑA NO 1	4	4	3	4	4	16	Alta Criticidad
Patios y Molinos	Transporte y nivelado de caña	1000798	SISTEMA PICADORA DE CAÑA NO 2	4	4	3	4	4	16	Alta Criticidad
Patios y Molinos	Transporte y nivelado de caña	1000801	SISTEMA PICADORA DE CAÑA NO 3	4	4	3	4	4	16	Alta Criticidad
Patios y Molinos	Transporte y nivelado de caña	1000803	SISTEMA TRANSPORTADOR DE CAÑA NO 1	4	3	1	4	4	16	Alta Criticidad
Patios y Molinos	Transporte y nivelado de caña	1000804	SISTEMA TRANSPORTADOR DE CAÑA NO 2	4	3	1	4	4	16	Alta Criticidad
Patios y Molinos	Transporte y nivelado de caña	1000805	SISTEMA TRANSPORTADOR DE CAÑA NO 3	4	3	1	4	4	16	Alta Criticidad
Patios y Molinos	Tuberías alimentación y preparación caña	1000789	SISTEMA HIDROLAVADO PATIOS Y MOLINOS	2	1	1	1	1	2	Baja Criticidad
Patios y Molinos	Filtración	1000825	SISTEMA BOMBA NO 1 DESARENADOR	2	1	3	1	3	6	Baja Criticidad
Patios y Molinos	Filtración	1000820	SISTEMA BOMBEO JUGO DESARENADO NO 2	2	1	3	1	3	6	Baja Criticidad
Patios y Molinos	Filtración	1000817	SISTEMA BOMBEO NO 1 DE JUGO COLADO	3	1	1	1	1	3	Media Criticidad
Patios y Molinos	Filtración	1000815	SISTEMA BOMBEO NO 1 DE JUGO CRUDO	3	1	1	1	1	3	Media Criticidad
Patios y Molinos	Filtración	1000818	SISTEMA BOMBEO NO 2 DE JUGO COLADO	3	1	1	1	1	3	Media Criticidad
Patios y Molinos	Filtración	1000816	SISTEMA BOMBEO NO 2 DE JUGO CRUDO	3	1	1	1	1	3	Media Criticidad
Patios y Molinos	Filtración	1000819	SISTEMA BOMBEO NO 3 DE JUGO COLADO	2	1	3	1	3	6	Baja Criticidad
Patios y Molinos	Filtración	1000823	SISTEMA DE COLADOR ROTATIVO	2	1	3	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Filtración	1000824	SISTEMA DE COLADORES DSM	2	2	3	2	3	6	Baja Criticidad
Patios y Molinos	Filtración	1000822	SISTEMA DE DESALOJO DE ARENA	2	1	3	2	3	6	Baja Criticidad
Patios y Molinos	Filtración	1000821	SISTEMA DE DESALOJO DE BAGAZO	2	1	3	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Filtración	1000826	SISTEMA DESARENADOR	3	1	3	2	3	9	Media Criticidad

UBICACIÓN TÉCNICA GENERAL	UBICACIÓN TÉCNICA ESPECIFICA	COD SIST	SISTEMA	FRECUENCIA FALLAS	SHA	CA	IP-CM	CONSECUENCIAS	TOTAL	JERARQUIZACIÓN
Patios y Molinos	Filtración	1000814	SISTEMA DOSIFICADOR DE ACIDO FOSFORICO	2	1	3	1	3	6	Baja Criticidad
Patios y Molinos	Filtración	1000813	SISTEMA DOSIFICADOR DE BACTERICIDAS NO 2	2	1	1	1	1	2	Baja Criticidad
Patios y Molinos	Filtración	1000827	SISTEMA TANQUES DE JUGO	2	2	3	1	3	6	Baja Criticidad
Patios y Molinos	Grúa móvil molinos	1000828	SISTEMA GRUA MOVIL DE MOLINOS	3	2	1	1	2	6	Media Criticidad
Patios y Molinos	Imbibición	1000831	SISTEMA BOMBEO ATOMIZADOR A COLADOR	3	1	3	1	3	9	Media Criticidad
Patios y Molinos	Imbibición	1000830	SISTEMA BOMBEO AUXILIAR IMBIBICION	3	1	3	1	3	9	Media Criticidad
Patios y Molinos	Imbibición	1000829	SISTEMA BOMBEO IMBIBICION MOLINOS	3	1	3	1	3	9	Media Criticidad
Patios y Molinos	Imbibición	1000832	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO AGUA	3	1	3	1	3	9	Media Criticidad
Patios y Molinos	Maceración	1000837	SISTEMA DOSIFICADOR BACTERICIDAS NO 1	2	1	1	1	1	2	Baja Criticidad
Patios y Molinos	Maceración	1000833	SISTEMA DE BOMBEO DE MACERACION NO 1	2	1	3	1	3	6	Baja Criticidad
Patios y Molinos	Maceración	1000834	SISTEMA DE BOMBEO DE MACERACION NO 2	2	1	3	1	3	6	Baja Criticidad
Patios y Molinos	Maceración	1000835	SISTEMA DE BOMBEO DE MACERACION NO 3	2	1	3	1	3	6	Baja Criticidad
Patios y Molinos	Maceración	1000836	SISTEMA DE BOMBEO DE MACERACION NO 4	2	1	3	1	3	6	Baja Criticidad
Patios y Molinos	Molino 1	1000844	SISTEMA ELEVADOR MOLINO NO 1	3	3	1	4	4	12	Alta Criticidad
Patios y Molinos	Molino 1	1000840	SISTEMA DE POTENCIA ASISTIDA M1	2	1	3	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Molino 1	1000839	SISTEMA ENFRIAMIENTO DE LUBRICANTE M1	2	2	3	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Molino 1	1000843	SISTEMA ENFRIAMIENTO POTENCIA 4A MAZA M1	2	1	3	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Molino 1	1000841	SISTEMA ENFRIAMIENTO POTENCIA ASSTIDA M1	2	1	3	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Molino 1	1000838	SISTEMA MOLINO NO 1	2	2	3	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Molino 1	1000842	SISTEMA POTENCIA ASISTIDA 4A MAZA M1	2	1	3	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Molino 2	1000847	SISTEMA DE POTENCIA ASISTIDA M2	2	1	3	4	4	8	Media Criticidad

UBICACIÓN TÉCNICA GENERAL	UBICACIÓN TÉCNICA ESPECIFICA	COD SIST	SISTEMA	FRECUENCIA FALLAS	SHA	CA	IP-CM	CONSECUENCIAS	TOTAL	JERARQUIZACIÓN
Patios y Molinos	Molino 2	1000850	SISTEMA ELEVADOR MOLINO NO 2	3	3	1	4	4	12	Alta Criticidad
Patios y Molinos	Molino 2	1000846	SISTEMA ENFRIAMIENTO DE LUBRICANTE M2	2	2	3	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Molino 2	1000848	SISTEMA ENFRIAMIENTO POTENCIA ASSTIDA M2	2	1	3	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Molino 2	1000845	SISTEMA MOLINO NO 2	2	2	3	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Molino 2	1000849	SISTEMA POTENCIA ASISTIDA 4A MAZA M2	2	1	3	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Molino 3	1000854	SISTEMA ELEVADOR MOLINO NO 3	3	3	1	4	4	12	Alta Criticidad
Patios y Molinos	Molino 3	1000852	SISTEMA ENFRIAMIENTO DE LUBRICANTE M3	2	2	3	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Molino 3	1000851	SISTEMA MOLINO NO 3	2	1	3	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Molino 3	1000853	SISTEMA POTENCIA ASISTIDA 4A MAZA M3	2	1	3	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Molino 4	1000858	SISTEMA ELEVADOR MOLINO NO 4	3	3	1	4	4	12	Alta Criticidad
Patios y Molinos	Molino 4	1000856	SISTEMA ENFRIAMIENTO DE LUBRICANTE M4	2	2	3	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Molino 4	1000855	SISTEMA MOLINO NO 4	2	2	3	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Molino 4	1000857	SISTEMA POTENCIA ASISTIDA 4A MAZA M4	2	1	3	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Molino 5	1000861	SISTEMA DE POTENCIA ASISTIDA M5	2	1	3	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Molino 5	1000864	SISTEMA ELEVADOR MOLINO NO 5	3	3	1	4	4	12	Alta Criticidad
Patios y Molinos	Molino 5	1000860	SISTEMA ENFRIAMIENTO DE LUBRICANTE M5	2	2	3	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Molino 5	1000862	SISTEMA ENFRIAMIENTO POTENCIA ASSTIDA M5	2	1	3	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Molino 5	1000859	SISTEMA MOLINO NO 5	2	2	3	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Molino 5	1000863	SISTEMA POTENCIA ASISTIDA 4A MAZA M5	2	1	3	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Molino 6	1000866	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO AUXILIAR M6	2	2	3	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Molino 6	1000868	SISTEMA DE POTENCIA ASISTIDA M6	2	1	3	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Molino 6	1000867	SISTEMA ENFRIAMIENTO DE LUBRICANTE M6	2	2	3	4	4	8	Media Criticidad

UBICACIÓN TÉCNICA GENERAL	UBICACIÓN TÉCNICA ESPECIFICA	COD SIST	SISTEMA	FRECUENCIA FALLAS	SHA	CA	IP-CM	CONSECUENCIAS	TOTAL	JERARQUIZACIÓN
Patios y Molinos	Molino 6	1000869	SISTEMA ENFRIAMIENTO POTENCIA ASSTIDA M6	2	1	3	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Molino 6	1000865	SISTEMA MOLINO NO 6	2	2	3	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Sistema de lubricación	1000870	SISTEMA DE LUBRICACION DE CHUMACERAS	2	2	1	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Sistema de lubricación	1000871	SISTEMA DE LUBRICACION DE CORONAS	2	2	1	4	4	8	Media Criticidad
Patios y Molinos	Sistema de lubricación	1000872	SISTEMA HIDRAULICO DE MOLINOS	2	1	3	4	4	8	Media Criticidad
Generación de vapor	Transporte de bagazo	1001072	SISTEMA TRANSPORTADOR NO 5 BAGAZO	3	4	1	5	5	15	Muy Alta Criticidad
Generación de vapor	Transporte de bagazo	1001073	SISTEMA MESA BAGACERA	2	3	1	4	4	8	Media Criticidad
Generación de vapor	Transporte de bagazo	1001078	SISTEMA TRANSPORTADOR NO 1 BAGAZO	2	2	2	4	4	8	Media Criticidad
Generación de vapor	Transporte de bagazo	1001079	SISTEMA TRANSPORTADOR NO 4 BAGAZO	3	4	1	5	5	15	Muy Alta Criticidad
Generación de vapor	Transporte de bagazo	1001080	SISTEMA TRANSPORTADOR RETORNO BAGAZO	2	2	1	5	5	10	Alta Criticidad
Generación de vapor	Transporte de bagazo	1001082	SISTEMA EMERGENCIA CAIDA BANDA NO 5 BAG	1	1	1	4	4	4	Media Criticidad
Generación de vapor	Transporte de bagazo	1001083	SISTEMA TRANSPORTADOR NO 2 BAGAZO	2	3	1	4	4	8	Media Criticidad
Generación de vapor	Transporte de bagazo	1001084	SISTEMA TRANSPORTADOR NO 2 (RETORNO)	2	3	1	5	5	10	Alta Criticidad

Tabla Anexo 1 Clasificación de equipos criticos

Anexo B AMEF

Hojas de registro MCC

Hoja de registro MCC Sistema de Elevadores de Caña 1, 2, 3, 4, 5

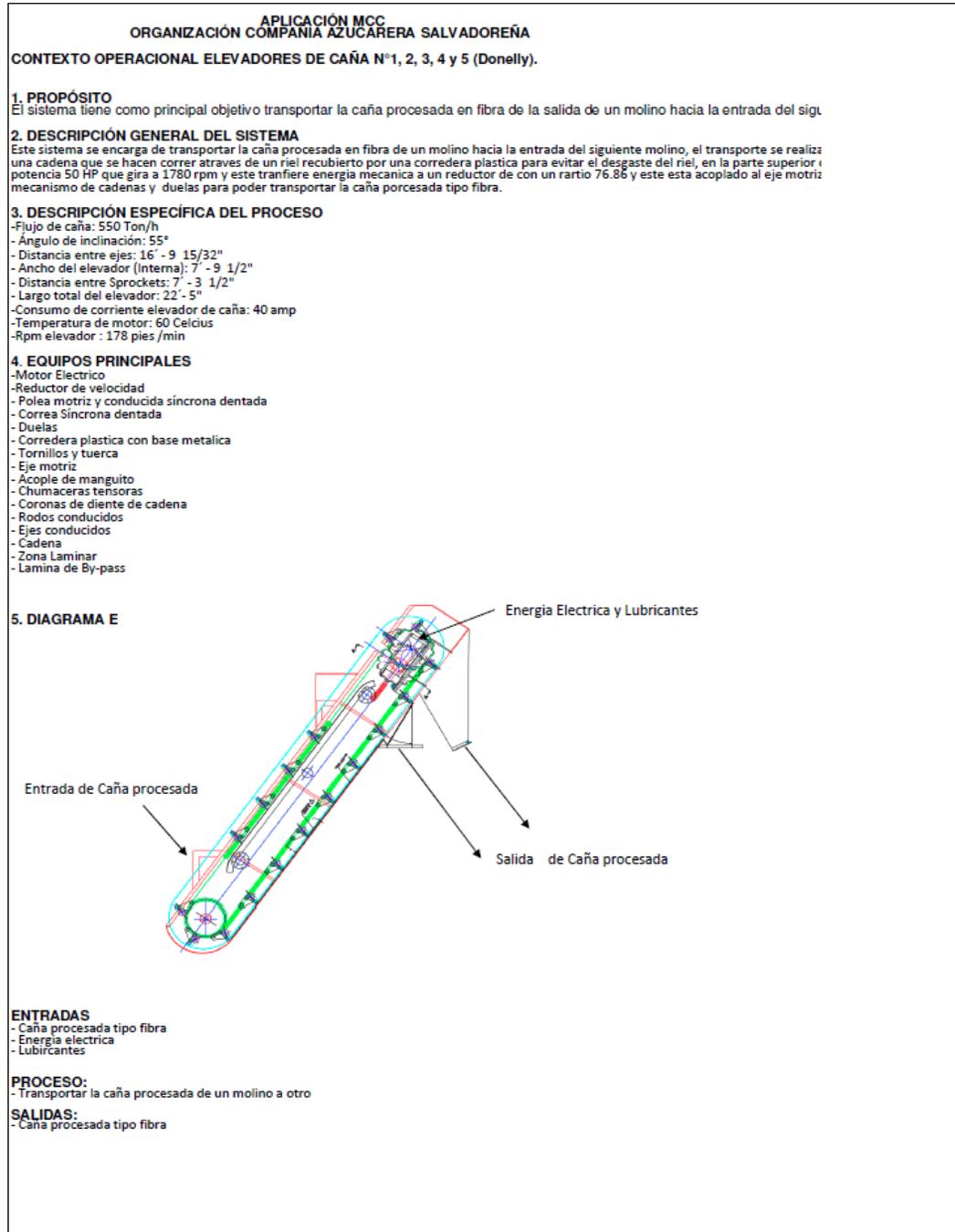


Ilustración 5 Elevadores de caña 1, 2, 3, 4, 5

Organización: CASSA Planta: Central Izalco		Sistema: Elevadores de caña 1, 2, 3, 4 y 5 Equipos principales: Yuri Chavez, Efrain Jimenez y Tony Guerra			ENT: Facilitador: Alexander Lemus							
#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Efecto de Falla	TPPR horas	Imp. Prod. \$/hora	Costos directos por falla \$/falla	Imp. SHA \$/falla	Riesgo \$/año
1	El elevador de caña se encarga de transportar la caña procesada en un molino hacia la entrada del siguiente molino y/o elevador.	1	No transportar la caña hacia el siguiente molino	1	Elevador atorado	1	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Aumento de corriente de consumo en motor eléctrico. Incremento en la caña molida en la parte inferior del elevador. Acción correctiva: Desalojar la sobre acumulacion de caña molida en elevador.	2	\$ 1,012.50	\$ 50.00	\$ -	\$ 2,075.00
				2	Motor disparador por sobre carga	3	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Aumento de la corriente consumida arriba de la corriente nominal. Acción correctiva: Revisión de estado físico del elevador si lo quiere (desatorar). Revisar sensibilidad de rele de protección del motor	0.5	\$ 1,012.50	\$ 55.00	\$ -	\$ 1,683.75
				3	Motor Quemado	0.2	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Corto circuito, calor intenso en zona de ruptura, se destruir el aislamiento cercano a las laminaciones y el devanado. Acción correctiva: Cambio de motor	5	\$ 1,012.50	\$ 4,000.00	\$ -	\$ 1,812.50
				4	Falta de suministro de energia electrica	1	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Falso contacto de lineas electricas de control, termico principal de alimentacion disparado. Acción correctiva: Reapretes de lineas de control y fuerza, realizar pruebas de disparo a termico de alimentacion.	2	\$ 1,012.50	\$ 55.00	\$ -	\$ 2,080.00
				5	Eje Fracturado del motor	0.2	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Agrietamiento en	5	\$ 1,012.50	\$ 4,000.00	\$ -	\$ 1,812.50

				servicio transversal al eje. Superficie de fractura tersa sin deformación del eje, normanmente con marcas elípticas concéntricas al origen. Acción correctiva: cambio de motor.					
6	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de motor	1		Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Se presenta en servicio la generación de un rayado abrasivo sobre las superficies de rodadura y también sobre las jaulas, indicando que se esta perdiendo material por abrasión. Normamente está acompañado de ruido anormal y aumento de la temperatura Acción correctiva: cambio de rodamientos	8	\$ 1,012.50	\$ 200.00	\$ -	\$ 8,300.00
7	Faja reventada	2		Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Se presenta desgaste en correas Acción correctiva: cambio de fajas por desgaste	3	\$ 1,012.50	\$ 200.00	\$ -	\$ 6,475.00
8	Poleas quebradas	0.2		Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: SI Efecto operacional (síntomas): Se fractura en una de las poleas Acción correctiva: cambio de poleas por fractura	1	\$ 1,012.50	\$ 200.00	\$ -	\$ 242.50
9	Eje quebrado de reductor	0.2		Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Agrietamiento en servicio transversal al eje. Superficie de fractura tersa sin deformación del eje, normanmente con marcas elípticas concéntricas al origen. Acción correctiva: cambio de reductor o eje dañado.	8	\$ 1,012.50	\$ 850.00	\$ -	\$ 1,790.00
10	Dientes de engranajes barridos o quebrados.	0.2		Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Analisis de vibración en alarma, con frecuencia erratica, contaminación en lubricante con particulas metalicas, posible forzamiento o	8	\$ 1,012.50	\$ 850.00	\$ -	\$ 1,790.00

				trancamiento del equipo Acción correctiva: Cambio de reductor y posterior reparación					
1 1	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de reductor	0.2	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Análisis de vibración en alarma, con frecuencia errática, contaminación en lubricante con partículas metálicas, posible forzamiento o trancamiento del equipo, elevación de temperatura Acción correctiva: Cambio de rodamientos	12	\$ 1,012.50	\$ 600.00	\$ -	\$ 2,550.00	
1 2	Lubricante inadecuado en reductor	0.2	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Elevación de temperatura por fricción y desgaste de los elementos internos (engranajes, rodamiento y fuga en retenedores Acción correctiva: Cambio de reductor o elementos dañados.	8	\$ 1,012.50	\$ 6,500.00	\$ -	\$ 2,920.00	
1 3	Acople barrido	0.2	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Velocidad radial no se transmite a eje motriz Acción correctiva: Revisar torque de elementos de acople; sino cambio de acople y revisar tolerancias del eje y acople	8	\$ 1,012.50	\$ 6,500.00	\$ -	\$ 2,920.00	
1 4	Cadena quebrada	4	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Elevación de temperatura por fricción y desgaste de los elementos internos (engranajes, rodamiento y fuga en retenedores Acción correctiva: Cambio de cadena	1	\$ 1,012.50	\$ 400.00	\$ -	\$ 5,650.00	
1 5	Eje quebrado de rodo tensor	1	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Agrietamiento en servicio transversal al eje. Superficie de fractura tersa sin deformación del eje, normalmente con marcas elípticas concéntricas	4	\$ 1,012.50	\$ 500.00	\$ -	\$ 4,550.00	

				al origen. Acción correctiva: cambio eje dañado.					
1 6	Desgaste excesivo o fractura rodo tensor	1	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Holgura excesiva entre eje y rodo, descarrilamiento de cadena, contaminación en lubricante con partículas metálicas, posible forzamiento o trancamiento del equipo, elevación de temperatura Acción correctiva: Cambio de rodo tensor.	4	\$ 1,012.50	\$ 700.00	\$ -	\$ 4,750.00	
1 7	Duela quebrada	2	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Posible forzamiento o trancamiento del equipo, descarrilamiento de cadena Acción correctiva: Cambio de duela.	4	\$ 1,012.50	\$ 700.00	\$ -	\$ 9,500.00	
1 8	Tornillo o tuerca quebrada	2	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Posible forzamiento o trancamiento del equipo, descarrilamiento de cadena Acción correctiva: Cambio tornillo o tuerca.	4	\$ 1,012.50	\$ 700.00	\$ -	\$ 9,500.00	
1 9	Desgaste excesivo en faldon (zona laminar)	1	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Fuga excesiva de caña procesada, o ruptura de laminas Acción correctiva: Reparación de lamina o Cambio.	4	\$ 1,012.50	\$ 700.00	\$ -	\$ 4,750.00	
2 0	Desgaste excesivo o fractura en corredera de plástico	4	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Golpeteo y trabamiento de duela en corredera. Acción correctiva: Cambio de corredera.	4	\$ 1,012.50	\$ 350.00	\$ -	\$ 17,600.00	
2 1	Corona de diente de cadena quebrado	0.2	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Descarrilamiento de cadena, pérdida de paso y atoro de caña.	8	\$ 1,012.50	\$ 350.00	\$ -	\$ 1,690.00	

					Acción correctiva: Cambio corona.							
			2 2	Desgaste excesivo o fractura rodamiento o chumaceras motriz tensoras	0.2	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Analisis de vibración en alarma, con frecuencia erratica, contaminación en lubricante con partículas metalicas, posible forzamiento o trancamiento del equipo, elevación de temperatura Acción correctiva: Cambio de chumaceras.	9	\$ 1,012.50	\$ 350.00	\$ -	\$ 1,892.50	
			2 3	Falta de lubricante en chumaceras	1	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Temperatura y ruido anormal en chumaceras de rodillos. Acción correctiva: Reparación o cambio de tubería de lubricación	3	\$ 1,012.50	\$ 700.00	\$ -	\$ 3,737.50	
			2 4	Falta de abastecimiento de caña	3	Evidente / No evidente: Si Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Baja de molienda por abastecimiento de caña que puede darse por no inventario de caña por lluvias en campo. Acción correctiva: Manejar un inventario de seguridad de caña en ingenio.	2	\$ 1,012.50	\$ 700.00	\$ -	\$ 8,175.00	
		2	No transportar la caña hacia el siguiente Elevador	1	Correderas de lamina de By-pass atoradas	1	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): No se puede colocar en posición la lamina de by-pass por obstrucción o ruptura de correderas Acción correctiva: Hacer limpieza de correderas o cambio.	4	\$ 1,012.50	\$ 700.00	\$ -	\$ 4,750.00
			2	Desgaste excesivo de lamina By-pass	1	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Fuga excesiva de caña procesada, o rupntura de laminas Acción correctiva: Reparación de lamina o Cambio.	4	\$ 1,012.50	\$ 700.00	\$ -	\$ 4,750.00	

Tabla Anexo 2 AMEF Elevadores de caña 1, 2, 3, 4, 5

Organización: CASSA Planta: Central Izalco		Sistema: Elevadores de caña 1, 2, 3, 4 y 5 Equipos principales: Yuri Chavez, Efraín Jimenez y Tony Guerra PLAN DE MANTENIMIENTO GENERAL SISTEMA: Elevadores de Caña								Indicador de ahorro potencial esperado después de implantar el MCC Inversión \$ 65,317.00 Riesgo \$/año \$ 117,746.25 Ahorro potencial \$ 52,429.25								
#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de falla	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Responsable	Costos directos de la actividad de Mantenimiento propuesta	Costos del plan Anual	Frecuencia esperada de eventos por año fallas/año	TPPR horas	Imp. Prod. \$/hora	Costos directos por falla \$/falla	Imp. SHA \$/falla	Riesgo Futuro esperado \$/año	Ahorro potencial
1	El elevador de caña se encarga de transportar la caña procesada en un molino hacia la entrada del siguiente molino y/o elevador.	1	No transportar la caña hacia el siguiente molino	1	Elevador atorado	Revisión o cambio de duelas desgastadas y cambio de tornillos desgastados.	En paro programados realizar inspecciones de estado de duelas, correderas, rodo motris, rodo de cola y pernos sujetadores.	4.00	Responsable de mantenimiento molinos, electricistas y mecanicos	\$ 30.00	\$ 120.00	0.5	2	\$ 1,012.50	\$ 50.00	\$ -	\$ 1,037.50	\$ 917.50
		2		Motor disparador por sobre carga	Busqueda de falla oculta para determinar disparo de motor	Revisión e inspección de interruptor termo magnetico, rele de sobre carga, lineas de control y estado fisico de .	8.00	Jefe de turno mantenimiento, electricista de turno	\$ 25.00	\$ 200.00	1	2	\$ 1,012.50	\$ 55.00	\$ -	\$ 2,080.00	\$ -	\$ 596.25
		3		Motor Quemado	Monitoreo de condición. Termografia y Vibraciones mecanicas	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motores de rodillos.	12.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 420.00	0.1	2	\$ 1,012.50	\$ 4,000.00	\$ -	\$ 602.50	\$ 790.00	
		4		Falta de suministro de energia electrica	Busqueda de falla oculta para determinar falta de suministro de energia electrica	Revisión e inspección de lineas de alimentación al equipo	2.00	Jefe de turno mantenimiento, electricista de turno	\$ 25.00	\$ 50.00	1	2	\$ 1,012.50	\$ 55.00	\$ -	\$ 2,080.00	\$ -	\$ 50.00
		5		Eje Fracturado del motor	Pruebas No destructivas	Inspección de eje con liquidos penetrantes y ultrasonido	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 25.00	\$ 25.00	0.1	2	\$ 1,012.50	\$ 4,000.00	\$ -	\$ 602.50	\$ 1,185.00	

6	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de motor	Monitoreo de condición. Termografía y Vibraciones mecánicas	detectos de fallas Rutas quincenales de monitoreo de condición en motor	12.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 420.00	0.5	2	\$ 1,012.50	\$ 200.00	\$ -	\$ 1,112.50	\$ 6,767.50	
7	Faja reventada	Revisión de tensión en fajas con tensiometro digital y alineación de poleas con equipo laser	En paro programado inspeccionar visulamente estado fisico de fajas, verficar tensión de faja y alineamiento de poleas	4.00	Jefe de turno mantenimiento, electricista de turno, mecanicos de turno	\$ 35.00	\$ 140.00	0.5	1	\$ 1,012.50	\$ 200.00	\$ -	\$ 606.25	\$ 5,728.75	
8	Poleas quebradas	Pruebas No destructivas	Inspección de polea con liquidos penetrantes y alineación de poleas	1.00	Jefe de turno mantenimiento, electricista de turno, mecanicos de turno y operadores	\$ 35.00	\$ 35.00	0.1	1	\$ 1,012.50	\$ 200.00	\$ -	\$ 121.25	\$ 86.25	
9	Eje quebrado de reductor	Pruebas no destructivas	Inspección de eje con liquidos penetrantes y ultrasonido detectos de fallas	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 25.00	\$ 25.00	0.1	2	\$ 1,012.50	\$ 850.00	\$ -	\$ 287.50	\$ 1,477.50	
10	Dientes de engranajes barridos o quebrados.	Pruebas No destructivas y analisis de aciete	Inspección de eje con liquidos penetrantes y ultrasonido detectos de fallas. Sacra muestra de aciete hacer analisis fisico-quimico	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 35.00	0.1	3	\$ 1,012.50	\$ 850.00	\$ -	\$ 388.75	\$ 1,366.25	
11	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de reductor	Monitoreo de condición. Termografía, Vibraciones mecánicas y analisis de aceite	Rutas quincenales de monitoreo de condición en reductor y extracción muestra de aceite.	12.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 420.00	0.1	2	\$ 1,012.50	\$ 600.00	\$ -	\$ 262.50	\$ 1,867.50	

				requeridos según celula y especificación de tubo											
18	Tornillo o tuerca quebrada	Pruebas no destructivas	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detectos de fallas	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 200.00	\$ 200.00	1	4	\$ 1,012.50	\$ 700.00	\$ -	\$ 4,750.00	\$ 4,550.00	
19	Desgaste excesivo en faldon (zona laminar)	Pruebas no destructivas	Inspección con ultrasonido medidor de espesores para determinar espesores mínimos requeridos según especificación de lamina	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 35.00	0.5	4	\$ 1,012.50	\$ 700.00	\$ -	\$ 2,375.00	\$ 2,340.00	
20	Desgaste excesivo o fractura en corredera de plastico	Revisión de Tensión cadenas de arrastre	Verificación de tensión de cadena de arrastre por exceso de catenaria	24.00	Jefe de turno mantenimiento, mecanicos de turno y operadores	\$ 35.00	\$ 840.00	2	4	\$ 1,012.50	\$ 350.00	\$ -	\$ 8,800.00	\$ 7,960.00	
21	Corona de diente de cadena quebrado	Pruebas no destructivas	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detectos de fallas	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 200.00	\$ 200.00	1	4	\$ 1,012.50	\$ 350.00	\$ -	\$ 4,400.00	\$ -2,910.00	
22	Desgaste excesivo o fractura rodamiento o chumaceras motriz tensoras	Monitoreo de condición. Termografía e inspección mecanica	Rutas quincenales de monitoreo de condición en chumaceras al momento de sacar la mesa de servicio	12.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 15.00	\$ 180.00	0.1	2	\$ 1,012.50	\$ 350.00	\$ -	\$ 237.50	\$ 1,475.00	
23	Falta de lubricante en chumaceras	Monitoreo de condición. Termografía e inspección mecanica en tuberías de lubircación	Rutas quincenales de monitoreo de condición en chumaceras al momento de sacar la mesa de servicio	12.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 5.00	\$ 60.00	0.2	2	\$ 1,012.50	\$ 700.00	\$ -	\$ 545.00	\$ 3,132.50	

			2 4	Falta de abastecimiento de caña	Mantener monitoreado el inventario de caña	Comucación con torre de control abastecimiento de caña	155.00	Jefe de turno producción	\$ 0.10	\$ 15.50	1	0.1	\$ 1,012.50	\$ 700.00	\$ -	\$ 801.25	\$ 7,358.25
		2	No transportar la caña hacia el siguiente Elevador	1	Correderas de lamina de Bypass atoradas	Pruebas no destructivas	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 35.00	0.5	4	\$ 1,012.50	\$ 700.00	\$ -	\$ 2,375.00	\$ 2,340.00
			2	Desgaste excesivo de lamina Bypass	Pruebas no destructivas	Inspección con ultrasonido medidor de espesores para determinar espesores minimos requeridos según especificación de lamina	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 35.00	0.5	4	\$ 1,012.50	\$ 700.00	\$ -	\$ 2,375.00	\$ 2,340.00

Tabla Anexo 3 Plan de mantenimiento Elevadores de caña 1, 2, 3, 4, 5

Hoja de registro MCC Sistema de Picadoras de Caña 1, 2, 3,

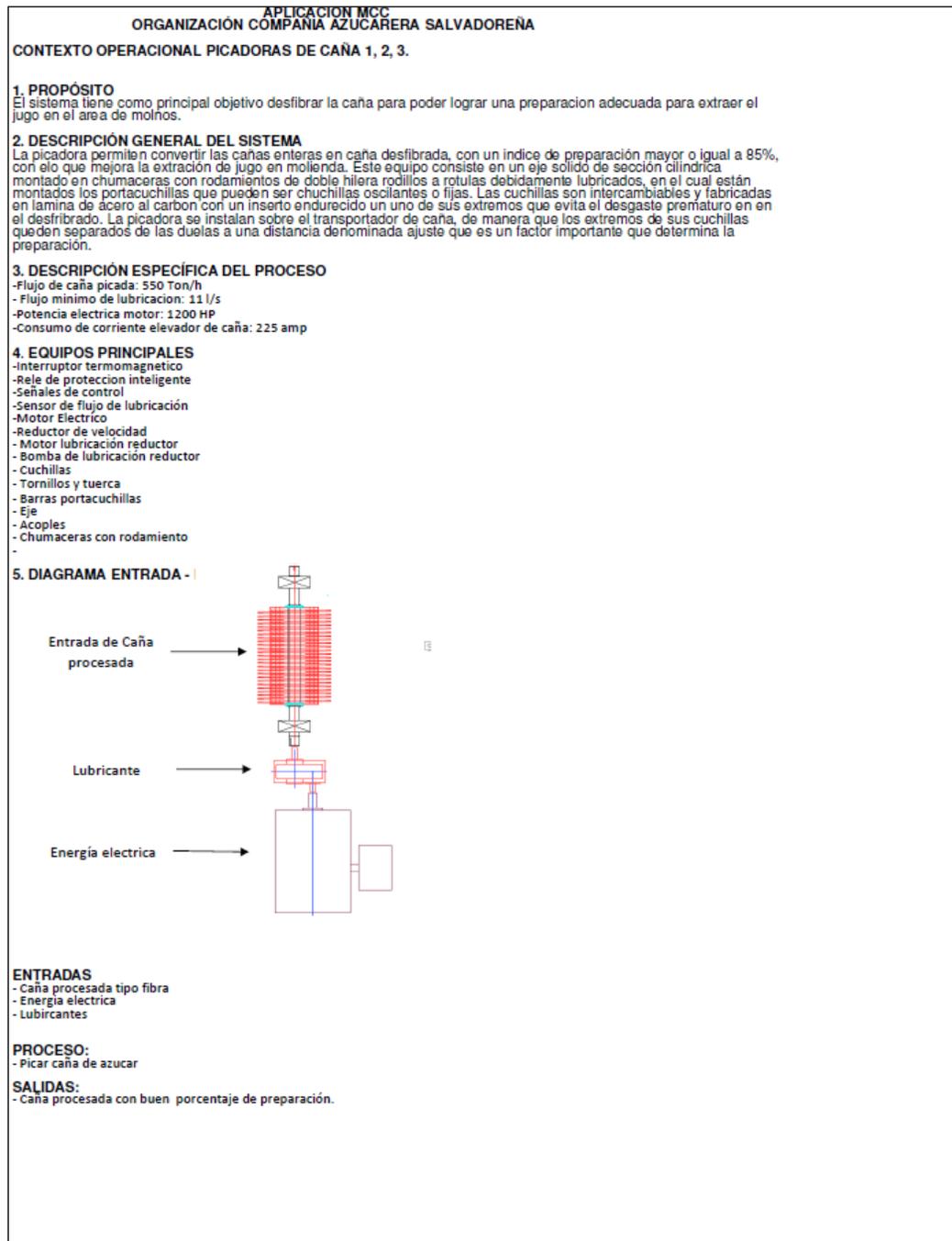


Ilustración 6 Contexto operacional sistema picadoras de caña 1, 2, 3

HOJA DE REGISTRO MCC			Sistema: Picadoras de caña 1, 2 y 3.			ENT:						
Organización: CASSA Planta: Central Izalco			Equipos principales: Yuri Chavez, Efrain Jimenez y Tony Guerra			Facilitador: Alexander Lemus						
						Riesgo \$/año \$ 190,255.25						
#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Efecto de Falla	TPPR horas	Imp. Prod. \$/hora	Costos directos por falla \$/falla	Imp. SHA \$/falla	Riesgo \$/año
1	Desfibrar la caña para poder lograr una preparacion adecuada para extraer el jugo en el area de molnos.	1	No desfibrar la caña	1	Picadora atorada	2	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Aumento de corriente de consumo en motor eléctrico. Acción correctiva: Desalojar la sobre acumulacion de caña picada entre picadora y transportador	8	\$ 1,012.50	\$ 180.00	\$ -	\$ 16,560.00
				2	Motor disparador por cortocircuito	0.5	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Aumento de la corriente consumida arriba de la corriente nominal. Acción correctiva: Inspeccion visual de líneas de potencia y reparar cortocircuito.	5	\$ 1,012.50	\$ 2,500.00	\$ -	\$ 3,781.25
				3	Motor disparador por sobre carga	2	Evidente / No evidente: no Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Aumento de la corriente consumida arriba de la corriente nominal. Acción correctiva: Revisión de estado físico de la picadora si lo quiere (desatoran). Revisar sensibilidad de rele de protección del motor	0.5	\$ 1,012.50	\$ 200.00	\$ -	\$ 1,412.50
				4	Motor detenido por daño en rele de proteccion	0.5	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Motor detenido, disparo de la secuencia de control agua abajo. Acción correctiva: Revisión de estado físico del rele de proteccion, posible	4	\$ 1,012.50	\$ 10,000.00	\$ -	\$ 7,025.00

				corto por linea de alimentacion al rele en cortocircuito, si esta quemado rele sera necesario cambiarlo.					
5	Motor Quemado	0.2	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Corto circuito, calor intenso en zona de ruptura, se destruir el aislamiento cercano a las laminaciones y el devanado. Acción correctiva: Cambio de motor	10	\$ 1,012.50	\$ 95,000.00	\$ -	\$ 21,025.00	
6	Sensor de lubricacion dañado	1	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Falsa lectura de sensor en sistema de lubricacion Acción correctiva: Cambio de sensor	1	\$ 1,012.50	\$ 200.00	\$ -	\$ 1,212.50	
7	Falta de suministro de energia electrica	0.5	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Falso contacto de lineas electricas de control, termico principal de alimentacion disparado. Acción correctiva: Reapretes de lineas de control y fuerza, realizar pruebas de disparo a termico de alimentacion.	2	\$ 1,012.50	\$ 100.00	\$ -	\$ 1,062.50	
8	Eje Fracturado del motor	0.2	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Agrietamiento en servicio transversal al eje. Superficie de fractura tersa sin deformación del eje, normalmente con marcas elípticas concéntricas al origen. Acción correctiva: cambio de motor.	5	\$ 1,012.50	\$ 15,000.00	\$ -	\$ 4,012.50	
9	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de motor	1	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Se presenta en servicio la generación de un rayado abrasivo sobre las superficies	8	\$ 1,012.50	\$ 2,400.00	\$ -	\$ 10,500.00	

					de rodadura y también sobre las jaulas, indicando que se esta perdiendo material por abrasión. Normamente está acompañado de ruido anormal y aumento de la temperatura Acción correctiva: cambio de rodamientos						
			10	Eje quebrado de reductor	0.2	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Agrietamiento en servicio transversal al eje. Superficie de fractura tersa sin deformación del eje, normamente con marcas elípticas concéntricas al origen. Acción correctiva: cambio de reductor o eje dañado.	8	\$ 1,012.50	\$ 15,000.00	\$ -	\$ 4,620.00
			11	Dientes de engranajes barridos o quebrados.	0.2	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Analisis de vibración en alarma, con frecuencia erratica, contaminación en lubricante con particulas metalicas, posible forzamiento o trancamiento del equipo Acción correctiva: Cambio de reductor y posterior reparación	8	\$ 1,012.50	\$ 15,000.00	\$ -	\$ 4,620.00
			12	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de reductor	0.2	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Analisis de vibración en alarma, con frecuencia erratica, contaminación en lubricante con particulas metalicas, posible forzamiento o trancamiento del equipo, elevacion de temperatura Acción correctiva: Cambio de rodamientos	12	\$ 1,012.50	\$ 6,670.00	\$ -	\$ 3,764.00
			13	Lubricante inadecuado en reductor	0.2	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas):	8	\$ 1,012.50	\$ 3,500.00	\$ -	\$ 2,320.00

					Elevacion de temperatura por friccion y desgaste de los elemento internos (engranajes, rodamiento y fuga en retenedores Acción correctiva: Cambio de reductor o elemento dañados.						
			14	Acople dañado	1	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Velocidad radial no se transmite a eje motriz Acción correctiva: Revisar torque de elementos ee acople; sino cambio de acople y revisar tolerancias del eje y acople	8	\$ 1,012.50	\$ 2,600.00	\$ -	\$ 10,700.00
			15	Eje quebrado de picadora	0.2	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas):Agrietamiento en servicio transversal al eje. Superficie de fractura tersa sin deformación del eje, normanmente con marcas elípticas concéntricas al origen. Acción correctiva: cambio de picadora o eje dañado.	6	\$ 1,012.50	\$ 15,000.00	\$ -	\$ 4,215.00
			16	Cuchillas quebradas	2	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Equipo forzado provoca daño en cuchillas de picadora. Acción correctiva: Cambio tde cuchillas del mismo peso	4	\$ 1,012.50	\$ 1,000.00	\$ -	\$ 10,100.00
			17	Desgaste excesivo o fractura rodamientos de chumacera	2	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Analisis de vibración en alarma, con frecuencia erratica, contaminación en lubricante con particulas metalicas, posible forzamiento o trancamiento del equipo, elevacion de temperatura Acción correctiva: Cambio de chumaceras.	9	\$ 1,012.50	\$ 4,500.00	\$ -	\$ 27,225.00

		2	Preparación de caña abajo del índice	1	Desgaste de insertos de cuchillas	4	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Baja preparación abajo del índice de preparación 85% Acción correctiva: Cambio completo de cuchillas.	2	\$ 1,012.50	\$ 12,000.00	\$ -	\$ 56,100.00
--	--	---	--------------------------------------	---	-----------------------------------	---	--	---	-------------	--------------	------	--------------

Tabla Anexo 4 AMEF Picadoras de caña 1, 2 y 3.

HOJA DE REGISTRO MCC			Sistema: Picadoras de caña 1, 2 y 3.			PLAN DE MANTENIMIENTO GENERAL						Indicador de ahorro potencial esperado después de implantar el MCC							
Organización: CASSA Planta: Central Izalco			Equipos principales: Yuri Chavez, Efraín Jimenez y Tony Guerra			SISTEMA: PICADORAS DE CAÑA 1, 2 Y 3						Inversión \$ 92,092.63 Riesgo \$/año \$ 190,255.25 Ahorro potencial \$ 98,162.63							
#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de falla	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Responsable	Número óptimo de repuestos	Costos directos de la actividad de Mantenimiento propuesta	Costos del plan Anual	Frecuencia esperada de eventos por año fallas/año	TPP R horas	Imp. Prod. \$/hora	Costos directos por falla \$/falla	Imp. SHA \$/falla	Riesgo Futuro esperado \$/año	Ahorro potencial
1	Desfibrar la caña para poder lograr una preparación adecuada para extraer el jugo en el área de molnos.	1	No desfibrar la caña	1	Picadora atorada	Revisión o cambio de picadora o cambio de cuchillas.	En paro programados realizar inspecciones de estado de cuchillas y pernos sujetadores.	4.00	Jefe de turno mantenimiento, electricista y mecánicos		\$ 50.00	\$ 200.00	1	2	\$ 1,012.50	\$ 180.00	\$ -	\$ 2,205.00	\$14,155.00
				2	Motor disparado r por	Busqueda de falla oculta para	Realizar mediciones de líneas con	2.00	Jefe de turno mantenimiento,		\$ 25.00	\$ 50.00	0.1	2	\$ 1,012.50	\$ 2,500.00	\$ -	\$ 452.50	\$ 3,278.75

					s y ultrasonido detectos de fallas		de predictivo											
1	1	Dientes de engranajes barridos o quebrados.	Pruebas No destructivas y analisis de aceite	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detectos de fallas. Sacra muestra de aceite hacer analisis fisico-quimico	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo			\$ 35.00	\$ 35.00	0.1	3	\$ 1,012.50	\$15,000.00	\$ -	\$ 1,803.75	\$ 2,781.25	
1	2	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de reductor	Monitoreo de condición - Termografía, Vibraciones mecánicas y analisis de aceite	Rutas quincenales de monitoreo de condición en reductor y extracción muestra de aceite.	12.00	Analista de mantenimiento de predictivo			\$ 35.00	\$ 420.00	0.1	2	\$ 1,012.50	\$ 6,670.00	\$ -	\$ 869.50	\$ 2,474.50	
1	3	Lubricante inadecuado en reductor	Busqueda de falla oculta para verificar características técnicas del lubricante (viscosidad y tipo de lubricante)	Verificar por medio de mapa de lubricantes y lista de chequeo que las características técnicas de lubricante correspondan a la sugerida por el	1.00	Responsable de predictivo - Lubricación y lubricador			\$ 15.00	\$ 15.00	0.1	1	\$ 1,012.50	\$ 3,500.00	\$ -	\$ 451.25	\$ 1,853.75	

				fabricante del reductor.															
			14	Acople dañado	Busqueda de falla oculta para verificar si el tapaset o rejilla estan quebrados	Sacar de servicio a elevador para revisar estado fisico de los acoples asi como sus ajustes dado por fabricante	4.00	Jefe de turno mantenimiento, electricista de turno, mecanicos de turno y operadores			\$ 35.00	\$ 840.00	0.2	1	\$ 1,012.50	\$ 2,600.00	\$ -	\$ 722.50	\$ 9,137.50
			15	Eje quebrado de picadora	Pruebas no destructivas	Sacar de servicio a elevador y realizar inspección de eje con liquidos penetrantes y ultrasonido de detectos de fallas	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo			\$ 25.00	\$ 25.00	0.5	2	\$ 1,012.50	\$ 15,000.00	\$ -	\$ 8,512.50	\$ - 4,322.50
			16	Cuchillas quebradas	Revision o cambio de picadora o cambio de cuchillas dañadas.	En paro programados realizar inspecciones de estado de cuchillas y pernos sujetadores.	4.00	Jefe de turno mantenimiento, electricista y mecanicos			\$ 50.00	\$ 200.00	1	3	\$ 1,012.50	\$ 1,000.00	\$ -	\$ 4,037.50	\$ 5,862.50
			17	Desgaste excesivo o fractura rodamientos de chumacera	Monitoreo de condición - Termografía e inspección	Rutas quincenales de monitoreo de condición en chumaceras al	12.00	Analista de mantenimiento de predictivo			\$ 15.00	\$ 180.00	4	2	\$ 1,012.50	\$ 4,500.00	\$ -	\$ 26,100.00	\$ 945.00

				mechanica	momento de sacar la mesa de servicio													
	2	Preparación de caña abajo del indice	1	Desgaste de insertos de cuchillas	Cambio de posicion de cuhchillas	Sacar de servicio equipo e instalar cuchillas para aumentar la vida util de las que se quitan, de manera que se puedan recuperar las que estan desmontando.	4.00	Jefe de turno mantenimiento, electricista de turno, mecanicos de turno y operadores		\$ 50.00	\$ 200.00	4	2	\$ 1,012.50	\$ 6,000.00	\$ -	\$32,100.00	\$23,800.00

Tabla Anexo 5 Plan de mantenimiento Picadoras de caña 1, 2 y 3.

Hoja de registro sistema Rodillos de limpieza

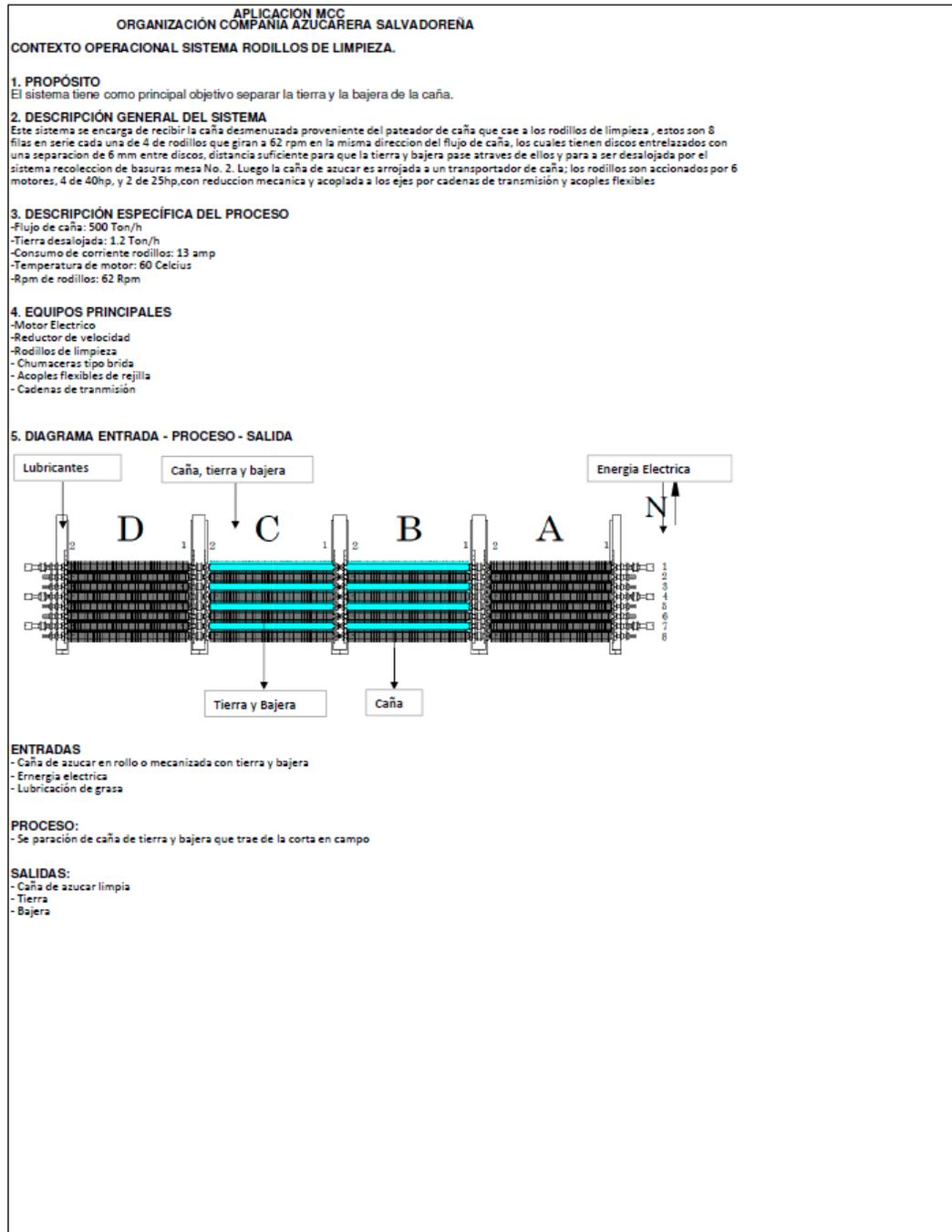


Ilustración 7 Contexto operacional Sistema Rodillos de limpieza

HOJA DE REGISTRO MCC			Sistema: Rodillos de limpieza mesa N°2			ENT:						
			Equipos principales: Yuri Chavez, Efraim Jimenez y Tony Guerra			Facilitador: Alexander Lemus						
						Riesgo \$/año \$ 64,002.92						
#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Efecto de Falla	TPPR horas	Imp. Prod. \$/hora	Costos directos por falla \$/falla	Imp. SHA \$/falla	Riesgo \$/año
1	Los rodillos de limpieza separan la caña mecanizada o de rollo de la tierra	1	No separa la caña de la tierra	1	Saturación de tierra entre los discos	10	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Aumento de corriente de consumo en motor eléctrico. Incremento en la cachaza en los clarificadores y filtros. Incremento en la dosificación de floculante. Menos cantidad de tierra en banda de basura. Acción correctiva: Hacer limpieza semanalmente con hidrolavado sacando los rodillos de servicio	2	\$ 506.25	\$ 50.00	\$ -	\$ 10,625.00
2	Alimentar la caña hacia transportador de Caña N°1	2	No alimentación de caña a Transportador de Caña N°1	1	Motor disparador por sobre carga	4	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Aumento de la corriente consumida arriba de la corriente nominal. Acción correctiva: Revisión de estado físico del sistema y limpieza si lo quiere (desatorar). Revisar sensibilidad de rele de protección del motor	2	\$ 506.25	\$ 55.00	\$ -	\$ 4,270.00
				2	Motor Quemado	0.2	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Corto circuito, calor intenso en zona de ruptura, se destruir el aislamiento cercano a las laminaciones y el devanado. Acción correctiva: Cambio de motor	5	\$ 506.25	\$ 4,000.00	\$ -	\$ 1,306.25
				3	Falta de suministro de energía eléctrica	2	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Falso contacto de líneas eléctricas de control, termico principal de alimentación disparado. Acción correctiva: Reapretes de líneas de control y fuerza, realizar	1	\$ 506.25	\$ 55.00	\$ -	\$ 1,122.50

				pruebas de disparo a termico de alimentacion.					
4	Eje Fracturado del motor	0.2		Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas):Agrietamiento en servicio transversal al eje. Superficie de fractura tersa sin deformación del eje, normanmente con marcas elípticas concéntricas al origen. Acción correctiva: cambio de motor.	5	\$ 506.25	\$ 4,000.00	\$ -	\$ 1,306.25
5	Desgaste excesivo o fractura rodamient o de motor	1		Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Se presenta en servicio la generación de un rayado abrasivo sobre las superficies de rodadura y también sobre las jaulas, indicando que se esta perdiendo material por abrasión. Normamente está acompañado de ruido anormal y aumento de la temperatura Acción correctiva: cambio de rodamientos	8	\$ 506.25	\$ 200.00	\$ -	\$ 4,250.00
6	Acople quebrado	2		Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Se presenta quebradura de tapaset y rejillas Acción correctiva: cambio de tapaset o rejillas	1	\$ 506.25	\$ 180.00	\$ -	\$ 1,372.50
7	Eje quebrado de reductor	0.2		Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas):Agrietamiento en servicio transversal al eje. Superficie de fractura tersa sin deformación del eje, normanmente con marcas elípticas concéntricas al origen. Acción correctiva: cambio de reductor o eje dañado.	8	\$ 506.25	\$ 850.00	\$ -	\$ 980.00
8	Dientes de engranaje s barridos o	0.2		Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Analisis de vibración en alarma, con frecuencia erratica,	8	\$ 506.25	\$ 850.00	\$ -	\$ 980.00

			quebrados		contaminación en lubricante con partículas metálicas, posible forzamiento o trancamiento del equipo Acción correctiva: Cambio de reductor y posterior reparación					
		9	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de reductor	0.2	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Análisis de vibración en alarma, con frecuencia errática, contaminación en lubricante con partículas metálicas, posible forzamiento o trancamiento del equipo, elevación de temperatura Acción correctiva: Cambio de rodamientos	12	\$ 506.25	\$ 600.00	\$ -	\$ 1,335.00
		10	Lubricante inadecuado en reductor	0.3	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Elevación de temperatura por fricción y desgaste de los elementos internos (engranajes, rodamiento y fuga en retenedores Acción correctiva: Cambio de reductor o elementos dañados.	8	\$ 506.25	\$ 6,500.00	\$ -	\$ 3,516.67
		11	Cadena de transmisión quebrada	2	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Elevación de temperatura por fricción y desgaste de los elementos internos (engranajes, rodamiento y fuga en retenedores Acción correctiva: Cambio de cadena	1	\$ 506.25	\$ 100.00	\$ -	\$ 1,212.50
		12	Eje quebrado de rodillo	0.2	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Agrietamiento en servicio transversal al eje. Superficie de fractura tersa sin deformación del eje, normalmente con marcas elípticas concéntricas al origen. Acción correctiva: cambio eje dañado.	6	\$ 506.25	\$ 2,000.00	\$ -	\$ 1,007.50
		13	Desgaste excesivo o fractura	6	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas):	8	\$ 506.25	\$ 700.00	\$ -	\$ 28,500.00

			rodamiento o chumacera de brida		Analisis de vibración en alarma, con frecuencia erratica, contaminación en lubricante con partículas metalicas, posible forzamiento o trancamiento del equipo, elevacion de temperatura Acción correctiva: Cambio de chumacera.					
			14 Falta de lubricante en chumaceras rodillos de limpieza	1	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Temperatura y ruido anormal en chumaceras de rodillos. Acción correctiva: Reparación o cambio de tubería de lubricación	3	\$ 506.25	\$ 700.00	\$ -	\$ 2,218.75
			15 Falta de abastecimiento de caña en rodillos de limpieza	3	Evidente / No evidente: Si Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Baja de molienda por abastecimiento de caña que puede darse por no inventario de caña por lluvias en campo. Acción correctiva: Manejar un inventario de seguridad de caña en ingenio.	2	\$ 506.25	\$ 700.00	\$ -	\$ 5,137.50

Tabla Anexo 6 AMEF Rodillos de limpieza

HOJA DE REGISTRO MCC			Sistema: Rodillos de limpieza mesa N°2																<u>Indicador de ahorro potencial esperado después de implantar el MCC</u>			
			Equipos principales: Yuri Chavez, Efrain Jimenez y Tony Guerra																Inversión		\$ 40,628.79	
																			Riesgo		\$ 64,002.92	
																			Ahorro potencial		\$ 23,374.13	
#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de falla	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Responsable	Costos directos de la actividad de Mantenimiento propuesta	Costos del plan Anual	Frecuencia esperada de eventos por año fallas/año	Efecto de Falla	TP PR horas	Imp. Prod. \$/hora	Costos directos por falla \$/falla	Imp. SH A \$/falla	Riesgo Futuro esperado \$/año	Ahorro potencial			
1	Los rodillos de limpieza separan la caña mecanizada o de rollo de la tierra	1	No separa la caña de la tierra	1	Saturación de tierra entre los discos	Limpieza semanal de rodillos con hidrolavadora	Sacar de servicio rodillos de limpieza para hidrolavar discos e inspeccionar estado físico de discos	24.00	Jefe de turno mantenimiento, electricista de turno, mecánicos de turno y operadores	\$ 35.00	\$ 840.00	5		2	\$ 506.25	\$ 50.00	\$ -	\$ 5,312.50	\$ 4,472.50			
2	Alimentar la caña hacia transportador de Caña N°1	2	No alimentación de caña a Transportador de Caña N°1	1	Motor disparador por sobre carga	Busqueda de falla oculta para determinar disparo de motor	Revisión e inspección de interruptor termomagnético, rele de sobre carga, líneas de control y estado físico de rodillos de limpieza.	8.00	Jefe de turno mantenimiento, electricista de turno	\$ 25.00	\$ 200.00	2		2	\$ 506.25	\$ 55.00	\$ -	\$ 2,135.00	\$ 1,935.00			
				2	Motor Quemado	Monitoreo de condición. Termografía y	Rutas quincenales de	12.00	Analista de mantenimiento	\$ 35.00	\$ 420.00	0.10		2	\$ 506.25	\$ 4,000.00	\$ -	\$ 501.25	\$ 385.00			

		Vibraciones mecánicas	monitoreo de condición en motores de rodillos.		ento de predictivo											
3	Falta de suministro de energía eléctrica	Busqueda de falla oculta para determinar falta de suministro de energía eléctrica	Revisión e inspección de líneas de alimentación al equipo	2.00	Jefe de turno mantenimiento, electricista de turno	\$ 25.00	\$ 50.00	1	2	\$ 506.25	\$ 55.00	\$ -	\$ 1,067.50	\$ 5.00		
4	Eje Fracturado del motor	Pruebas No destructivas	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detectos de fallas	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 25.00	\$ 25.00	0.1	2	\$ 506.25	\$ 4,000.00	\$ -	\$ 501.25	\$ 780.00		
5	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de motor	Monitoreo de condición. Termografía y Vibraciones mecánicas	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motores de rodillos.	12.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 420.00	0.2	2	\$ 506.25	\$ 200.00	\$ -	\$ 242.50	\$ 3,587.50		
6	Acople quebrado	Busqueda de falla oculta para verificar si el tapaset o rejilla estan quebrados	Sacar de servicio rodillos de limpieza para revisar estado físico y lubricación de tapaset y rejilla	24.00	Jefe de turno mantenimiento, electricista de turno, mecánicos de turno y operadores	\$ 35.00	\$ 840.00	0.2	1	\$ 506.25	\$ 180.00	\$ -	\$ 137.25	\$ 395.25		

7	Eje quebrado de reductor	Pruebas No destructivas	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detectos de fallas	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 25.00	\$ 25.00	0.1	2	\$ 506.25	\$ 850.00	\$ -	\$ 186.25	\$ 768.75
8	Dientes de engranajes barridos o quebrados.	Pruebas No destructivas y analisis de aciete	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detectos de fallas. Sacra muestra de aciete hacer analisis fisico-quimico	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 35.00	0.1	3	\$ 506.25	\$ 850.00	\$ -	\$ 236.88	\$ 708.13
9	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de reductor	Monitoreo de condición. Termografía, Vibraciones mecanicas y analisis de aceite	Rutas quincenales de monitoreo de condición en reductor y extracción muestra de aceite.	12.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 420.00	0.1	2	\$ 506.25	\$ 600.00	\$ -	\$ 161.25	\$ 753.75
10	Lubricante inadecuado en reductor	Busqueda de falla oculta para verificar características tecnicas del lubricante (viscosidad y tipo de lubricante)	Verificar por medio de mapa de lubricantes y lista de chequeo que las características	1.00	Responsable de predictivo - Lubricación y lubricador	\$ 15.00	\$ 15.00	0.1	1	\$ 506.25	\$ 6,500.00	\$ -	\$ 700.63	\$ 2,801.04

				tecnicas de lubricante correspondan a la sugerida por el fabricante del reductor.												
1	1	Cadena de transmisión quebrada	Busqueda de falla oculta para verificar si la cadena esta quebrada	Sacar de servicio rodillos de limpieza para revisar estado fisico de componentes de cadena	24.00	Jefe de turno mantenimiento, electricista de turno, mecanicos de turno y operadores	\$ 35.00	\$ 840.00	0.5	1	\$ 506.25	\$ 100.00	\$ -	\$ 303.13	\$ 69.38	
1	2	Eje quebrado de rodillo	Pruebas No destructivas	Inspección de eje con liquidos penetrantes y ultrasonido medición de espesores	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 25.00	\$ 25.00	0.1	2	\$ 506.25	\$ 2,000.00	\$ -	\$ 301.25	\$ 681.25	
1	3	Desgaste excesivo o fractura rodamiento o chumacera de brida	Monitoreo de condición. Termografía e inspección mecanica	Rutas quincenales de monitoreo de condición en chumaceras al momento de sacar la mesa de servicio	12.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 15.00	\$ 180.00	4	2	\$ 506.25	\$ 700.00	\$ -	\$ 6,850.00	\$ 21,470.00	

			14	Falta de lubricante en chumaceras rodillos de limpieza	Monitoreo de condición. Termografía e inspección mecánica en tuberías de lubricación	Rutas quincenales de monitoreo de condición en chumaceras al momento de sacar la mesa de servicio	12.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 5.00	\$ 60.00	0.2	2	\$ 506.25	\$ 700.00	\$ -	\$ 342.50	\$ 1,816.25
			15	Falta de abastecimiento de caña en rodillos de limpieza	Mantener monitoreado el inventario de caña	Comunicación con torre de control abastecimiento de caña	155.00	Jefe de turno producción	\$ 0.10	\$ 15.50	1	0.1	\$ 506.25	\$ 700.00	\$ -	\$ 750.63	\$ 4,371.38

Tabla Anexo 7 Plan de mantenimiento Rodillos de limpieza

Hoja de registro sistema Transporte de bagazo #4

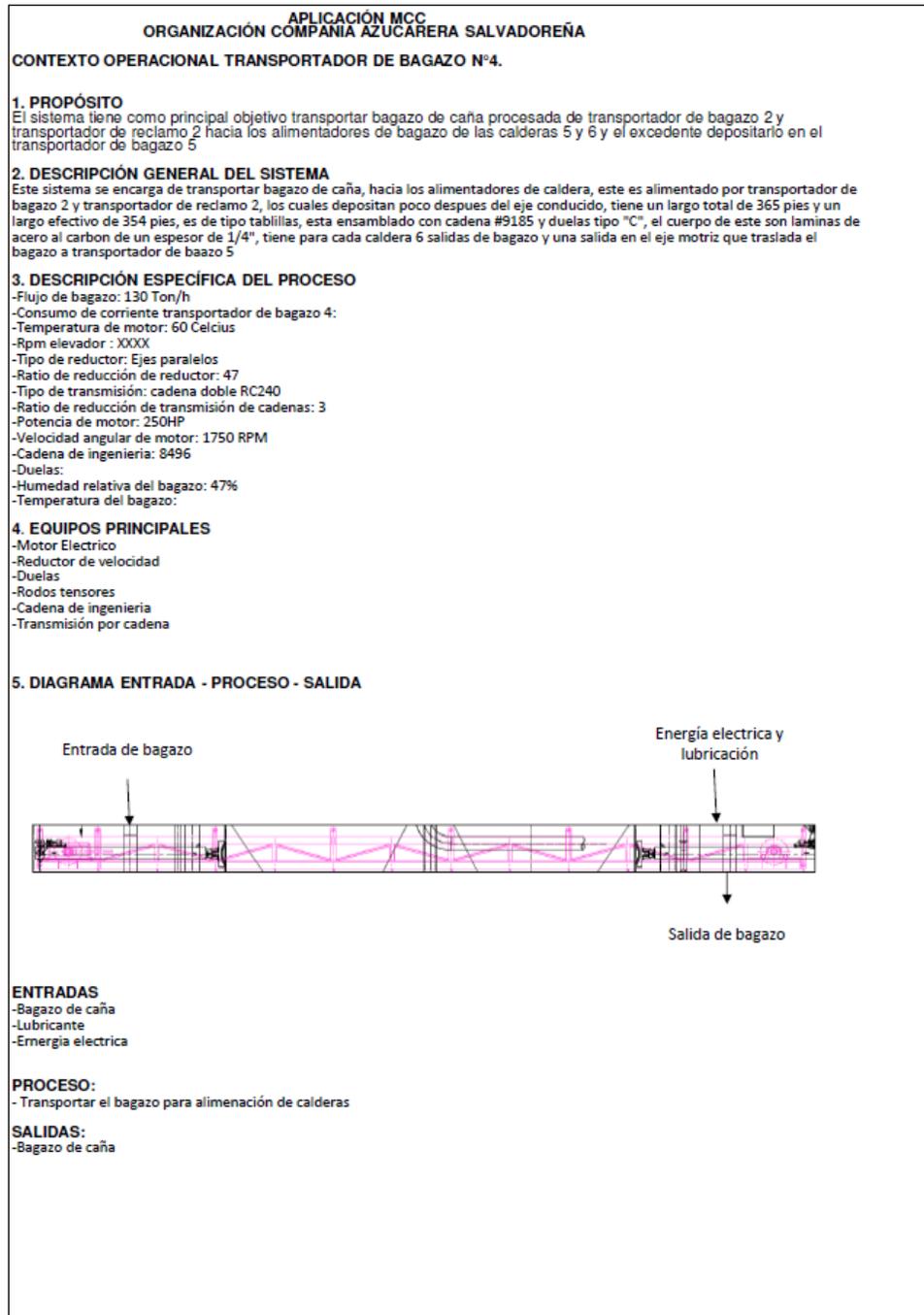


Ilustración 8 Contexto operacional sistema de transporte de bagazo 4

HOJA DE REGISTRO MCC			Sistema: Transportador de Bagazo N°4			ENT:						
			Equipos principales: Yuri Chavez, Efrain Jimenez y Tony Guerra			Facilitador: Alexander Lemus						
						Riesgo \$/año \$ 216,895.00						
#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Efecto de Falla	TPPR horas	Imp. Prod. \$/hora	Costos directos por falla \$/falla	Imp. SHA \$/falla	Riesgo \$/año
1	Transportar bagazo de caña a calderas y tranportador de bagazo 5	1	No transportar bagazo de caña a calderas	1	Eslabon de cadena de arrastre quebrado	2	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Embagazamiento en zona de eslabon fracturado Acción correctiva: Embotellar calderas, detener transportador de bagazo en una zona que permita el cambio de eslabon y reemplazarlo	2	\$ 4,050.00	\$ 80.00	\$ -	\$ 16,360.00
				2	Duela doblada	1	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Duela doblado y golpes en faldones Acción correctiva: Enbotellar calderas, detener transportador de bagazo en una zona que permita el cambio de duela y reemplazarla	4	\$ 4,050.00	\$ 80.00	\$ -	\$ 16,280.00
				3	Eslabon de cadena de transmisión roto	3	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Eslabon de cadena roto Acción correctiva: Enbotellar calderas, detener transportador de bagazo en una zona que permita el cambio de eslabon y reemplazarlo	2	\$ 4,050.00	\$ 80.00	\$ -	\$ 24,540.00
				4	Eje motirz o de cola quebrado	0.2	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Eslabon de cadena roto Acción correctiva: Enbotellar calderas, detener	8	\$ 4,050.00	\$ 6,000.00	\$ -	\$ 7,680.00

					transportador de bagazo y cambiar eje motriz						
			5	Transportador de bagazo atorado	1	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Sobrecarga en amperaje de motor, duelas dobladas Acción correctiva: Enbotellar calderas, detener transportador de bagazo y cambiar duelas doblada y desatorar	4	\$ 4,050.00	\$ 6,000.00	\$ -	\$ 22,200.00
			6	Fuga de bagazo en cuerpo de transportadores de bagazo	1	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Salida de bagazo de caña en zonas laminares Acción correctiva: colocar parche de lamina para detener fuga	4	\$ 4,050.00	\$ 500.00	\$ -	\$ 16,700.00
			7	Eje quebrado de reductor	0.2	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Agrietamiento en servicio transversal al eje. Superficie de fractura tersa sin deformación del eje, normalmente con marcas elípticas concéntricas al origen. Acción correctiva: cambio de reductor o eje dañado.	8	\$ 4,050.00	\$ 2,500.00	\$ -	\$ 6,980.00
			8	Dientes de engranajes barridos o quebrados.	0.2	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Analisis de vibración en alarma, con frecuencia erratica, contaminación en lubricante con particulas metalicas, posible forzamiento o trancamiento del equipo Acción correctiva: Cambio de reductor y posterior reparación	8	\$ 4,050.00	\$ 10,500.00	\$ -	\$ 8,580.00
			9	Desgaste excesivo o fractura	0.2	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas):	12	\$ 4,050.00	\$ 2,500.00	\$ -	\$ 10,220.00

				rodamiento de reductor		Analisis de vibración en alarma, con frecuencia erratica, contaminación en lubricante con particulas metalicas, posible forzamiento o trancamiento del equipo, elevacion de temperatura Acción correctiva: Cambio de rodamientos					
			10	Lubricante inadecuado en reductor	0.2	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Elevacion de temperatura por friccion y desgaste de los elemento internos (engranajes, rodamiento y fuga en retenedores Acción correctiva: Cambio de reductor o elemento dañados.	8	\$ 4,050.00	\$ 10,500.00	\$ -	\$ 8,580.00
			11	Acople flexible quebrado	0.2	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Motor no transmite velocidad al reductor de velocidad, daños en la cubierta del acople flsible Acción correctiva:Cambio de acople flexible	4	\$ 4,050.00	\$ 1,200.00	\$ -	\$ 3,480.00
			12	Disparo de motor electrico	1	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Carcasa de reductor con alta temperatura Acción correctiva: Enbotellar calderas, restituir el suministro de energia al motor	2	\$ 4,050.00	\$ 150.00	\$ -	\$ 8,250.00
			13	Tornillo deportaduela quebrado	0.5	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Carcasa de reductor con alta temperatura Acción correctiva: Enbotellar calderas, detener transportador de bagazo en una zona que permita el tornillo	4	\$ 4,050.00	\$ 800.00	\$ -	\$ 8,500.00
			14	Rueda dentada de cadenas de	0.2	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO	6	\$ 4,050.00	\$ 800.00	\$ -	\$ 5,020.00

			transmisión dañado		Efecto operacional (síntomas): Carcasa de reductor con alta temperatura Acción correctiva: Enbotellar calderas, detener transportador de bagazo en una zona que permita el cambio de la rueda dentada						
	3		15	Corona de diente de cadena arrastre quebrado	0.2	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Carcasa de reductor con alta temperatura Acción correctiva: Enbotellar calderas, detener transportador de bagazo en una zona que permita el cambio de la rueda dentada	6	\$ 4,050.00	\$ 800.00	\$ -	\$ 5,020.00
			16	Motor Quemado	0.2	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Corto circuito, calor intenso en zona de ruptura, se destruir el aislamiento cercano a las laminaciones y el devanado. Acción correctiva: Cambio de motor	5	\$ 4,050.00	\$ 5,500.00	\$ -	\$ 5,150.00
			17	Falta de suministro de energía eléctrica	1	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Falso contacto de líneas eléctricas de control, termico principal de alimentación disparado. Acción correctiva: Reapretes de líneas de control y fuerza, realizar pruebas de disparo a termico de alimentación.	4	\$ 4,050.00	\$ 55.00	\$ -	\$ 16,255.00
			18	Eje Fracturado del motor	0.2	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Agrietamiento en servicio transversal al eje. Superficie de fractura tersa sin deformación del eje, normalmente con marcas elípticas concéntricas al origen.	5	\$ 4,050.00	\$ 4,000.00	\$ -	\$ 4,850.00

					Acción correctiva: cambio de motor.						
			19	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de motor	0.5	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Se presenta en servicio la generación de un rayado abrasivo sobre las superficies de rodadura y también sobre las jaulas, indicando que se esta perdiendo material por abrasión. Normamente está acompañado de ruido anormal y aumento de la temperatura Acción correctiva: cambio de rodamientos	8	\$ 4,050.00	\$ 200.00	\$ -	\$ 16,300.00
			20	Falta de lubricante en chumaceras reje motriz y de colas	0.2	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Temperatura y ruido anormal en chumaceras de rodillos. Acción correctiva: Reparación o cambio de tubería de lubricación	3	\$ 4,050.00	\$ 700.00	\$ -	\$ 2,570.00
			21	Falta de abastecimiento de bagazo	0.2	Evidente / No evidente: Si Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Baja de molienda por abastecimiento de caña que puede darse por no inventario de caña por lluvias en campo. Acción correctiva: Manejar un inventario de seguridad de bagazo en bodega de ingenio.	4	\$ 4,050.00	\$ 700.00	\$ -	\$ 3,380.00

Tabla Anexo 8 AMEF Transportador de Bagazo N°4

HOJA DE REGISTRO MCC			Sistema: Transportador de Bagazo N°4								Indicador de ahorro potencial esperado después de implantar el MCC								
			Equipos principales: Yuri Chavez, Efrain Jimenez y Tony Guerra								Inversión \$ 134,802.33 Riesgo \$/año \$ 216,895.00 Ahorro potencial \$ 82,092.67								
#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de falla	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Responsable	Costos directos de la actividad de Mantenimiento propuesta	Costos del plan Anual	Frecuencia esperada de eventos por año fallas/año	Efecto de Falla	TPP R horas	Imp. Prod. \$/hora	Costos directos por falla \$/falla	Imp. SHA \$/falla	Riesgo Futuro esperado \$/año	Ahorro potencial
1	Transportar bagazo de caña a calderas y transportador de bagazo 5	1	No transportar bagazo de caña a calderas	1	Eslabon de cadena de arrastre quebrado	Busqueda de falla oculta para verificar si la cadena esta quebrada	Sacar de servicio a transportador de bagazo para revisar estado fisico de cadena, verificar estado de los eslabones y chavetas	1.00	Jefe de turno mantenimiento, electricista de turno, mecanicos de turno y operadores	\$ 35.00	\$ 35.00	1		4	\$ 4,050.00	\$ 80.00	\$ -	\$16,280.00	\$ 45.00
				2	Duela doblada	Pruebas no destructivas	Inspección con ultrasonido medidor de espesores para determinar espesores minimos requeridos según celula y especificación de lamina	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 300.00	\$ 300.00	0.33		4	\$ 4,050.00	\$ 80.00	\$ -	\$ 5,426.67	\$ 10,553.33

				3	Eslabon de cadena de transmisi3n roto	Busqueda de falla oculta para verificar si la cadena esta quebrada	Sacar de servicio a trasportador de bagazo para revisar estado fisico de cadena, verificar estado de los eslabones y chavetas	1.00	Jefe de turno mantenimiento, electricista de turno, mecanicos de turno y operadores	\$ 35.00	\$ 35.00	1		4	\$ 4,050.00	\$ 80.00	\$ -	\$16,280.00	\$ 8,225.00
				4	Eje motirzo de cola quebrado	Pruebas no destructivas	Inspecci3n de eje con liquidos penetrantes y ultrasonido detectos de fallas	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 25.00	\$ 25.00	0.1		2	\$ 4,050.00	\$ 6,000.00	\$ -	\$ 1,410.00	\$ 6,245.00
				5	Transportador de bagazo atorado	Revisi3n de tensi3n de cadena, cambio de duelas desgastadas y cambio de tornillos desgastados	En paro programados realizar inspecciones de estado de duelas, correderas, rodo motriz, rodo de cola y pernos sujetadores.	4.00	Responsable de mantenimiento molinos, electricista y mecanicos	\$ 30.00	\$ 120.00	0.5		2	\$ 4,050.00	\$ 6,000.00	\$ -	\$ 7,050.00	\$ 15,030.00
				6	Fuga de bagazo en cuerpo de transportadores de bagazo	Pruebas no destructivas	Inspecci3n con ultrasonido medidor de espesores para determinar espesores minimos requeridos segun especificaci3n de lamina	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 35.00	0.2		4	\$ 4,050.00	\$ 500.00	\$ -	\$ 3,340.00	\$ 13,325.00
				7	Eje quebrado de	Pruebas no destructivas	Inspecci3n de eje con liquidos penetrantes y ultrasonido	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 25.00	\$ 25.00	0.1		2	\$ 4,050.00	\$ 2,500.00	\$ -	\$ 1,060.00	\$ 5,895.00

				reductor		detectos de fallas											
			8	Dientes de engranajes barridos o quebrados.	Pruebas No destructivas y analisis de aciete	Inspección de eje con liquidos penetrantes y ultrasonido detectos de fallas. Sacra muestra de aciete hacer analisis fisico-quimico	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 35.00	0.1	3	\$ 4,050.00	\$10,500.00	\$ -	\$ 2,265.00	\$ 6,280.00
			9	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de reductor	Monitoreo de condición. Termografía, Vibraciones mecanicas y analisis de aceite	Rutas quincenales de monitoreo de condición en reductor y extracción muestra de aceite.	12.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 420.00	0.1	2	\$ 4,050.00	\$ 2,500.00	\$ -	\$ 1,060.00	\$ 8,740.00
			10	Lubricante inadecuado en reductor	Busqueda de falla oculta para verificar caracteristicas tecnicas del lubricante (viscosidad y tipo de lubricante)	Verificar por medio de mapa de lubricantes y lista de chequeo que las caracteristicas tecnicas de lubricante correspondan a la sugerida por el fabricante del reductor.	1.00	Responsable de predictivo - Lubricación y lubricador	\$ 15.00	\$ 15.00	0.1	1	\$ 4,050.00	\$10,500.00	\$ -	\$ 1,455.00	\$ 7,110.00
			11	Acople flexible quebrado	Busqueda de falla oculta para verificar si el tapaset o rejilla estan quebrados	Sacar de servicio transportador de bagazo para revisar estado fisico y lubricación	1.00	Jefe de turno mantenimiento, electricista de turno, mecanicos de turno y	\$ 35.00	\$ 35.00	0.1	4	\$ 4,050.00	\$ 1,200.00	\$ -	\$ 1,740.00	\$ 1,705.00

						de tapaset y rejilla		operadores										
				12	Disparo de motor eléctrico	Busqueda de falla oculta para determinar disparo de motor	Revisión e inspección de interruptor termo magnetico, rele de sobre carga, lineas de control y estado fisico.	8.00	Jefe de turno mantenimiento, electricista de turno	\$ 25.00	\$ 200.00	1	0.5	\$ 4,050.00	\$ 150.00	\$ -	\$ 2,175.00	\$ 5,875.00
				13	Tornillo deparaduel quebrado	Pruebas no destructivas	Inspección de eje con liquidos penetrantes y ultrasonido detectos de fallas	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 35.00	0.2	4	\$ 4,050.00	\$ 800.00	\$ -	\$ 3,400.00	\$ 5,065.00
				14	Rueda dentada de cadenas de transmisión dañado	Pruebas no destructivas	Inspección de eje con liquidos penetrantes	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 35.00	0.1	4	\$ 4,050.00	\$ 800.00	\$ -	\$ 1,700.00	\$ 3,285.00
		3		15	Corona de diente de cadena a arrastre quebrado	Pruebas no destructivas	Inspección de eje con liquidos penetrantes	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 35.00	0.1	4	\$ 4,050.00	\$ 800.00	\$ -	\$ 1,700.00	\$ 3,285.00
				16	Motor Quemado	Monitoreo de condición. Termografia y	Rutas quincenales de monitoreo de condición	12.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 420.00	0.1	2	\$ 4,050.00	\$ 5,500.00	\$ -	\$ 1,360.00	\$ 3,370.00

				Vibraciones mecánicas	en motores de rodillos.												
		17	Falta de suministro de energía eléctrica	Busqueda de falla oculta para determinar falta de suministro de energía eléctrica	Revisión e inspección de líneas de alimentación al equipo	2.00	Jefe de turno mantenimiento, electricista de turno	\$ 25.00	\$ 50.00	1	2	\$ 4,050.00	\$ 55.00	\$ -	\$ 8,155.00	\$ 8,050.00	
		18	Eje Fracturado del motor	Pruebas No destructivas	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detectos de fallas	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 25.00	\$ 25.00	0.1	2	\$ 4,050.00	\$ 4,000.00	\$ -	\$ 1,210.00	\$ 3,615.00	
		19	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de motor	Monitoreo de condición. Termografía y Vibraciones mecánicas	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motor	12.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 420.00	0.2	2	\$ 4,050.00	\$ 200.00	\$ -	\$ 1,660.00	\$ 14,220.00	
		20	Falta de lubricante en chumaceras reje motriz y de colas	Monitoreo de condición. Termografía e inspección mecánica en tuberías de lubricación	Rutas quincenales de monitoreo de condición en chumaceras al momento de sacar la mesa de servicio	12.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 5.00	\$ 60.00	0.1	2	\$ 4,050.00	\$ 700.00	\$ -	\$ 880.00	\$ 1,630.00	
		21	Falta de abastecimiento de bagazo	Mantener monitoreado el inventario de bagazo	Comucación de operador de cuarto control calderas con operador de bodega de bagazo	155.00	Jefe de turno producción	\$ 0.10	\$ 15.50	0.1	0.1	\$ 4,050.00	\$ 700.00	\$ -	\$ 110.50	\$ 3,254.00	

Tabla Anexo 9 Plan de mantenimiento Transportador de Bagazo N°4

Hoja de registro sistema Transporte de caña 1, 2

APLICACION MCC
ORGANIZACIÓN COMPAÑIA AZUCARERA SALVADOREÑA

CONTEXTO OPERACIONAL TRANSPORTADOR DE CAÑA N°1 y 2

1. PROPÓSITO

El sistema tiene como principal objetivo transportar la caña desde el area de patios hacia el area de molinos.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

Este sistema se encarga de transportar la caña procesada en el area de patios y se encarga de hacerla pasar por las picadoras de caña para poderle dar una preparación adecuada que facilita la extracción de jugo que se entregará al area de extracción de jugo (Molinos), el transporte se realiza a través de duelas que están instaladas en cadenas que se hacen correr a través de un riel recubierto por una corredera plástica para evitar el desgaste del riel metálico. Lo que hace poder realizar el desplazamiento de caña es un reductor de un ratio de 30.48 con un factor de servicio de 3.45, el motor que hace girar el reductor tiene una potencia de 100 HP y 1750 rpm, la velocidad del motor se controla a través de un variador de frecuencia al cual se alimenta teniendo un punto de ajuste o ganancia para mantener una molida proyectada para el día.

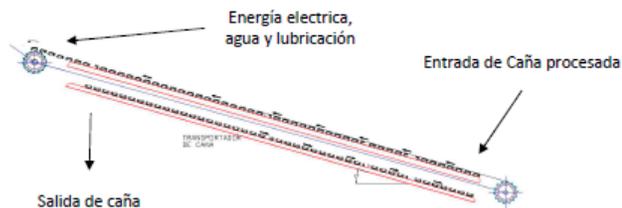
3. DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DEL PROCESO

- Flujo de caña: 550 Ton/h
- Distancia entre ejes: 144' - 5 1/2"
- Ancho del Interno: 9' - 1 3/4"
- Consumo de corriente elevador de caña: 65 amp
- Temperatura de motor: 60 Celcius
- Rpm maxima : 45.75 pies /min

4. EQUIPOS PRINCIPALES

- Motor Electrico
- Reductor de velocidad
- Acople
- Duelas
- Tornillos y tuercas
- Eje motriz intermedio y de cola
- Corona de diente de cadena
- Correderas de plastico
- Rodos tensores
- Chumaceras tipo teja
- Cadena de arrastre
- Cadena de transmisión
- Piñones motrices
- Variador de frecuencia
- Sensor de velocidad

5. DIAGRAMA ENTRADA - PROCESO - SALIDA



ENTRADAS

- Caña de azúcar de rollo o mecanizada
- Energía eléctrica
- Lubrificantes
- Agua

PROCESO:

- Transportar la caña procesada al area de extracción de jugo

SALIDAS:

- Caña de azúcar preparada

Ilustración 9 Contexto operacional sistema Transportador de caña 1, 2

HOJA DE REGISTRO MCC			Sistema: Transportador de caña N°1 y 2			ENT: Facilitador: Alexander Lemus						
			Equipos principales: Yuri Chavez, Efrain Jimenez y Tony Guerra			Riesgo \$/año \$ 100,461.25						
#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Efecto de Falla	TPPR horas	Imp. Prod. \$/hora	Costos directos por falla \$/falla	Imp. SHA \$/falla	Riesgo \$/año
1	Transportador de caña se encarga de trasladar la caña procesada en las mesas de cañeras hacia el area de extraccion de jugo	1	No transportar la caña hacia el area de extraccion de jugo	1	Transportador atorado	3	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Aumento de corriente de consumo en motor eléctrico. Incremento en la caña molida en el transportador. Acción correctiva: Desalojar la sobre acumulacion de caña molida en el transportador.	8	\$ 1,012.50	\$ 100.00	\$ -	\$ 24,600.00
				2	Sensor de velocidad dañado	1	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Velocidad fluctuante en transportador de caña Acción correctiva: Revision de sensor de velocidad o cambio del mismo	1	\$ 1,012.50	\$ 300.00	\$ -	\$ 1,312.50
				3	Variador de frecuencia dañado	0.2	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Transportador detenido Acción correctiva: Revision del estado del variador (pantalla del variador), realizar cambio de tarjeta dañada en variador.	5	\$ 1,012.50	\$ 1,000.00	\$ -	\$ 1,212.50
				4	Motor disparador por sobre carga	3	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Aumento de la	0.5	\$ 1,012.50	\$ 55.00	\$ -	\$ 1,683.75

				corriente consumida arriba de la corriente nominal. Acción correctiva: Revisión de estado físico del elevador si lo quiere (desatorar). Revisar sensibilidad de rele de protección del motor					
5	Motor Quemado	0.2	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Corto circuito, calor intenso en zona de ruptura, se destruye el aislamiento cercano a las laminaciones y el devanado. Acción correctiva: Cambio de motor	5	\$ 1,012.50	\$ 4,000.00	\$ -	\$ 1,812.50	
6	Falta de suministro de energía eléctrica	1	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Falso contacto de líneas eléctricas de control, térmico principal de alimentación disparado. Acción correctiva: Reapretes de líneas de control y fuerza, realizar pruebas de disparo a térmico de alimentación.	3	\$ 1,012.50	\$ 55.00	\$ -	\$ 3,092.50	
7	Eje Fracturado del motor	0.2	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Agrietamiento en servicio transversal al eje. Superficie de fractura tersa sin deformación del eje, normalmente con marcas elípticas concéntricas al origen. Acción correctiva: cambio de motor.	5	\$ 1,012.50	\$ 4,000.00	\$ -	\$ 1,812.50	
8	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de motor	1	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Se presenta en servicio la generación de un rayado abrasivo sobre las superficies de rodadura y también sobre las jaulas,	8	\$ 1,012.50	\$ 200.00	\$ -	\$ 8,300.00	

				indicando que se esta perdiendo material por abrasión. Normamente está acompañado de ruido anormal y aumento de la temperatura Acción correctiva: cambio de rodamientos					
9	Cadena de transmisión reventada	1	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Se presenta desgaste en cadena Acción correctiva: cambio de cadena por desgaste	1	\$ 1,012.50	\$ 500.00	\$ -	\$ 1,512.50	
10	Eje quebrado de reductor	0.2	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Agrietamiento en servicio transversal al eje. Superficie de fractura tersa sin deformación del eje, normanmente con marcas elípticas concéntricas al origen. Acción correctiva: cambio de reductor o eje dañado.	8	\$ 1,012.50	\$ 850.00	\$ -	\$ 1,790.00	
11	Dientes de engranajes barridos o quebrados.	0.2	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Analisis de vibración en alarma, con frecuencia erratica, contaminación en lubricante con particulas metalicas, posible forzamiento o trancamiento del equipo Acción correctiva: Cambio de reductor y posterior reparación	8	\$ 1,012.50	\$ 850.00	\$ -	\$ 1,790.00	
12	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de reductor	0.2	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Analisis de vibración en alarma, con frecuencia erratica, contaminación en	12	\$ 1,012.50	\$ 600.00	\$ -	\$ 2,550.00	

				lubricante con partículas metálicas, posible forzamiento o trancamiento del equipo, elevación de temperatura Acción correctiva: Cambio de rodamientos					
13	Lubricante inadecuado en reductor	0.2	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Elevación de temperatura por fricción y desgaste de los elementos internos (engranajes, rodamiento y fuga en retenedores Acción correctiva: Cambio de reductor o elemento dañados.	8	\$ 1,012.50	\$ 6,500.00	\$ -	\$ 2,920.00	
14	Cadena de arrastre quebrada	4	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Elevación de temperatura por fricción y desgaste de los elementos internos (engranajes, rodamiento y fuga en retenedores Acción correctiva: Cambio de cadena	1	\$ 1,012.50	\$ 400.00	\$ -	\$ 5,650.00	
15	Eje quebrado Motriz, intermedio o cola rodo tensor	1	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Agrietamiento en servicio transversal al eje. Superficie de fractura tersa sin deformación del eje, normalmente con marcas elípticas concéntricas al origen. Acción correctiva: cambio eje dañado.	4	\$ 1,012.50	\$ 500.00	\$ -	\$ 4,550.00	
16	Corona de diente de cadena quebrado	0.2	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Descarrilamiento de cadena, pérdida de paso y atoro de	24	\$ 1,012.50	\$ 500.00	\$ -	\$ 4,960.00	

				caña. Acción correctiva: Cambio corona.					
17	Desgaste excesivo o fractura rodo tensor	1	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Análisis de vibración en alarma, con frecuencia errática, contaminación en lubricante con partículas metálicas, posible forzamiento o trancamiento del equipo, elevación de temperatura Acción correctiva: Cambio de chumacera.	4	\$ 1,012.50	\$ 700.00	\$ -	\$ 4,750.00	
18	Duela quebrada	2	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Ruido anormal en transportador, transportador trancado. Acción correctiva: Cambio de duela dañada.	4	\$ 1,012.50	\$ 700.00	\$ -	\$ 9,500.00	
19	Desgaste excesivo o fractura en corredera de plástico	3	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Golpeteo y trabamiento de duela en corredera. Acción correctiva: Cambio de corredera.	3	\$ 1,012.50	\$ 700.00	\$ -	\$ 11,212.50	
20	Tornillo o tuerca quebrada	2	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Posible forzamiento o trancamiento del equipo por soltura de duela, descarrilamiento de cadena. Acción correctiva: Cambio tornillo o tuerca.	2	\$ 1,012.50	\$ 700.00	\$ -	\$ 5,450.00	

Tabla Anexo 10 AMEF Transportador de caña 1, 2

HOJA DE REGISTRO MCC			Sistema: Transportador de caña N°1 y 2							Indicador de ahorro potencial esperado después de implantar el MCC Inversión \$ 71,047.88 Riesgo \$/año \$ 100,461.25 Ahorro potencial \$ 29,413.38									
			Equipos principales: Yuri Chavez, Efrain Jimenez y Tony Guerra																
#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de falla	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Responsable	Costos directos de la actividad de Mantenimiento propuesta	Costos del plan Anual	Frecuencia esperada de eventos por año fallas/año	Efecto de Falla	TPPR horas	Imp. Prod. \$/hora	Costos directos por falla \$/falla	Imp. SHA \$/falla	Riesgo Futuro esperado \$/año	Ahorro potencial
1	Transportador de caña se encarga de trasladar la caña procesada en las mesas de cañeras hacia el área de extracción de jugo	1	No transportar la caña hacia el área de extracción de jugo	1	Transportador	Mantener monitoreado el inventario de caña	Comunicación con torre de control abastecimiento de caña	155.00	Jefe de turno producción	\$ 5.00	\$ 775.00	1		0	\$1,012.50	\$ 100.00	\$ -	\$ 100.00	\$ 23,725.00
				2	Sensor de velocidad dañado	Realizar rutas de inspecciones	Realizar inspecciones pre establecidas para ver el funcionamiento de los equipos de instrumentación	4	Instrumentista de turno	5	\$ 20.00	0.5		0.5	\$1,012.50	\$ 300.00	\$ -	\$ 403.13	\$ 889.38
				3	Variador de frecuencia dañado	Busqueda de falla oculta para determinar fallas	Verificar estado de tarjetas electronicas de comunicación y control de los	4	Responsable de área eléctrica, electricistas de turno	50	\$ 200.00	0.1		3	\$1,012.50	\$ -	\$ -	\$ 403.75	\$ 608.75

				IGBT's, asi como tambien pruebas en vacio de variador para determinar posibles daños.														
			4	Motor disparador por sobre carga	Busqueda de falla oculta para determinar el cortocircuito	Revisión e inspección de interruptor termomagnético, rele de sobre carga, líneas de control y estado físico de picadora.	8	Jefe de turno mantenimiento, electricista de turno	\$ 25.00	\$ 200.00	0.1		2	\$1,012.50	\$ 55.00	\$ -	\$ 208.00	\$ 1,275.75
			5	Motor Quemado	Monitoreo de condición. Termografía y Vibraciones mecánicas	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motores de cada transportador	12.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 420.00	0.1		2	\$1,012.50	\$ -	\$ -	\$ 602.50	\$ 790.00
			6	Falta de suministro de energía eléctrica	Busqueda de falla oculta para determinar falta de suministro	Revisión e inspección de líneas de alimentación	2.00	Jefe de turno mantenimiento, electricista de turno	\$ 25.00	\$ 50.00	0.2		2	\$1,012.50	\$ 55.00	\$ -	\$ 416.00	\$ 2,626.50

			de energia electrica	cción al equipo												
7	Eje Fracturado del motor	Pruebas No destructivas	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detectos de fallas	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 25.00	\$ 25.00	0.1		2	\$1,012.50	\$ -	\$ -	\$ 602.50	\$ 1,185.00	
8	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de motor	Monitoreo de condición. Termografía y Vibraciones mecánicas	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motor	12.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 420.00	0.5		2	\$1,012.50	\$ 200.00	\$ -	\$1,112.50	\$ 6,767.50	
9	Cadena de transmisión reventada	Busqueda de falla oculta para verificar si la cadena esta quebrada	Sacar de servicio transportador de caña de limpieza para revisar estado físico de componentes de cadena	24.00	Jefe de turno mantenimiento, electricista de turno, mecánicos de turno y operadores	\$ 35.00	\$ 840.00	0.5		1	\$1,012.50	\$ 500.00	\$ -	\$ 756.25	\$ - 83.75	
10	Eje quebrado de reductor	Pruebas No destructivas	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detectos de fallas	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 25.00	\$ 25.00	0.1		2	\$1,012.50	\$ 850.00	\$ -	\$ 287.50	\$ 1,477.50	

			1 1	Dientes de engranajes barridos o quebrados.	Pruebas No destructivas y analisis de aceite	Inspección de eje con liquidos penetrantes y ultrasonido detectos de fallas. Sacra muestra de aceite hacer analisis fisico-quimico	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 35.00	0.1	3	\$1,012.50	\$ 850.00	\$ -	\$ 388.75	\$ 1,366.25
			1 2	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de reductor	Monitoreo de condición. Termografia, Vibraciones mecanicas y analisis de aceite	Rutas quincenales de monitoreo de condición en reductor y extracción muestra de aceite.	12.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 420.00	0.1	2	\$1,012.50	\$ 600.00	\$ -	\$ 262.50	\$ 1,867.50
			1 3	Lubricante inadecuado en reductor	Busqueda de falla oculta para verificar caracteristicas tecnicas del lubricante (viscocidad y tipo de lubricante)	Verificar por medio de mapa de lubricantes y ista de chequeo que las caracteristicas tecnicas de lubricant	1.00	Responsable de predictivo - Lubricación y lubricador	\$ 15.00	\$ 15.00	0.1	1	\$1,012.50	##### #	\$ -	\$ 751.25	\$ 2,153.75

				e correspo ndan a la sugerida por el fabricant e del reductor.												
1 4	Caden a de arraste quebra da	Busqueda de falla oculta para verificar si la cadena esta quebrada	Sacar de servicio transport ador de caña para revisar estado fisico de compon entes de cadena	24.00	Jefe de turno manteni miento, electricis ta de turno, mecanic os de turno y operado res	\$ 35.00	\$ 840.00	0.5		1	\$1,012. 50	\$ 400.00	\$ -	\$ 706.25	\$ 4,103. 75	
1 5	Eje quebra do Motriz, interme dio o cola rodo tensor	Pruebas No destructivas	Inspecci ón de eje con liquidos penetran tes y ultrasoni do medició n de espesor es	1.00	Analista de manteni miento de predictiv o	\$ 25.00	\$ 25.00	0.1		2	\$1,012. 50	\$ 500.00	\$ -	\$ 252.50	\$ 4,272. 50	
1 6	Corona de diente de cadena quebra do	Pruebas No destructivas y analisis de aciete	Inspecci ón de eje con liquidos penetran tes y ultrasoni do detectos de fallas. Sacra muestra de	1.00	Analista de manteni miento de predictiv o	\$ 35.00	\$ 35.00	0.1		3	\$1,012. 50	\$ 500.00	\$ -	\$ 353.75	\$ 4,571. 25	

				aciete hacer analisis fisico- quimico													
17	Desgaste excesivo o fractura rod tensor	Pruebas No destructivas y analisis de aceite	Inspección de eje con liquidos penetrantes y ultrasonido detectos de fallas. Sacra muestra de aciete hacer analisis fisico-quimico	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 35.00	0.5		3	\$1,012.50	\$ 700.00	\$ -	\$1,868.75	\$ 2,846.25		
18	Duela quebrada	Busqueda de falla oculta para verificar estado de duelas	Sacar de servicio transportador de caña para revisar estado fisico de las duelas	6.00	Jefe de turno mantenimiento, electricista de turno, mecanicos de turno y operados	\$ 100.00	\$ 600.00	1		3	\$1,012.50	\$ 700.00	\$ -	\$3,737.50	\$ 5,162.50		
19	Desgaste excesivo o fractura en corredera de plastico	Inspeccion de estado de correderas	Hacer inspecciones quincenales del estado de las correderas y de esa manera poder	4	Jefe de turno mantenimiento, mecanicos de turno y operados	40	\$ 160.00	2		3	\$1,012.50	\$ 700.00	\$ -	\$7,475.00	\$ 3,577.50		

					programar cambios de una manera preventiva.													
			20	Tornillo o tuerca quebrada	Inspeccion de estado de correderas	Hacer inspecciones quincenales del estado de las correderas y de esa manera poder programar cambios de una manera preventiva.	4	Jefe de turno mantenimiento, mecanicos de turno y operados	40	\$ 160.00	2	1	\$1,012.50	\$ 700.00	\$ -	\$3,425.00	\$ 1,865.00	

Tabla Anexo 11 Plan de Mantenimiento Transportador de caña 1, 2

APLICACION MCC
ORGANIZACIÓN COMPANÍA AZUCARERA SALVADOREÑA

CONTEXTO OPERACIONAL TRANSPORTADOR DE CAÑA N° 3

1. PROPÓSITO

El sistema tiene como principal objetivo transportar la caña desde el area de patios hacia el area de molinos.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

Este sistema se encarga de transportar la caña procesada en el area de patios y se encarga de hacerla pasar por las picadoras de caña para poderle dar una preparación adecuada que facilita la extracción de jugo que se entregará al area de extracción de jugo (Molinos), el transporte se realiza a través de duelas que están instaladas en cadenas que se hacen correr a través de un riel recubierto por una corredera plástica para evitar el desgaste del riel metálico. Lo que hace poder realizar el desplazamiento de caña es un reductor de un ratio de 31.82 con un factor de servicio de 2.25, el motor hidráulico que hace girar el reductor tiene una potencia de 50 HP y 1750 rpm, el motor eléctrico de 50 HP gira a una bomba hidráulica que controla la velocidad del motor hidráulico a través de una electroválvula la cual se controla por medio de un punto de ajuste o ganancia para mantener una molida proyectada para el día.

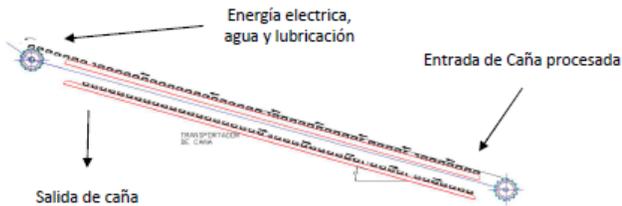
3. DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DEL PROCESO

- Flujo de caña: 550 Ton/h
- Distancia entre ejes: 72' - 7.3/4"
- Ancho del Interno: 7' - 1.3/4"
- Consumo de corriente elevador de caña: 50amp
- Temperatura de motor: 60 Celcius
- Rpm maxima : 45.75 pies /min

4. EQUIPOS PRINCIPALES

- Motor Electrico
- Bomba hidraulica
- Mangueras de alta presión
- Tanque de Aceite
- Motor hidraulico
- Reductor de velocidad
- Acople
- Duelas
- Tornillos y tuercas
- Eje motriz intermedio y de cola
- Corona de diente de cadena
- Correderas de plastico
- Rodos tensores
- Chumaceras tipo teja
- Cadena de arrastre
- Cadena de transmisión
- Piñones motrices
- Electro válvula
- Sensor de velocidad

5. DIAGRAMA ENTRADA - PROCESO - SALIDA



ENTRADAS

- Caña de azúcar de rollo o mecanizada
- Energía eléctrica
- Lubricantes
- Agua

PROCESO:

- Transportar la caña procesada al area de extracción de jugo

SALIDAS:

- Caña de azúcar preparada

Ilustración 10 Contexto operacional sistema Transportador de caña 3

HOJA DE REGISTRO MCC			Sistema: Transportador de caña N° 3			ENT:						
			Equipos principales: Yuri Chavez, Efrain Jimenez y Tony Guerra			Facilitador: Alexander Lemus						
						Riesgo \$/año \$ 113,709.17						
#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Efecto de Falla	TPPR horas	Imp. Prod. \$/hora	Costos directos por falla \$/falla	Imp. SHA \$/falla	Riesgo \$/año
1	Transportador de caña se encarga de trasladar la caña procesada en las mesas de cañeras hacia el área de extracción de jugo	1	No transportar la caña hacia el área de extracción de jugo	1	Transportador atorado	3	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Aumento de corriente de consumo en motor eléctrico. Incremento en la caña molida en el transportador. Acción correctiva: Desalojar la sobre acumulación de caña molida en el transportador.	8	\$ 1,012.50	\$ 100.00	\$ -	\$ 24,600.00
				2	Sensor de velocidad dañado	1	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Velocidad fluctuante en transportador de caña Acción correctiva: Revisión de sensor de velocidad o cambio del mismo	1	\$ 1,012.50	\$ 300.00	\$ -	\$ 1,312.50
				3	Controlador de bomba hidráulica dañada	2	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Falta de presión en línea de descarga, aumento de presión en línea de retorno Acción correctiva: Cambio de controlador	0.5	\$ 1,012.50	\$ 800.00	\$ -	\$ 2,612.50
				4	Pistones de bomba hidráulica dañado	0.3	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional	4	\$ 1,012.50	\$ 8,000.00	\$ -	\$ 4,016.67

				(síntomas): Ruido anormal en bomba hidráulica, sedimento metálico en tanque de aceite Acción correctiva: Cambio de bomba hidráulica							
			4	Mangueras hidráulicas rotas	0.5	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Fuga de aceite en manguera o conexiones Acción correctiva: Cambio de manguera	1	\$ 1,012.50	\$ 350.00	\$ -	\$ 681.25
			5	Pistones de motor hidráulico dañados	0.5	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Ruido anormal en motor hidráulico, sedimento metálico en tanque de aceite Acción correctiva: Cambio de motor hidráulico	4	\$ 1,012.50	\$ 5,000.00	\$ -	\$ 4,525.00
			6	Aceite contaminado con agua	0.5	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Cambio de color en aceite y emulsificación. Acción correctiva: Sustitución de enfriador de aceite	4	\$ 1,012.50	\$ 1,200.00	\$ -	\$ 2,625.00
			7	Motor eléctrico disparador por sobre carga	3	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Aumento de la corriente consumida arriba de la corriente nominal. Acción correctiva: Revisión de estado físico del elevador si lo quiere (desatorar). Revisar	0.5	\$ 1,012.50	\$ 55.00	\$ -	\$ 1,683.75

				sensibilidad de rele de protección del motor					
8	Motor Quemado	0.2	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Corto circuito, calor intenso en zona de ruptura, se destruir el aislamiento cercano a las laminaciones y el devanado. Acción correctiva: Cambio de motor	5	\$ 1,012.50	\$ 4,000.00	\$ -	\$ 1,812.50	
9	Falta de suministro de energía eléctrica	1	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Falso contacto de líneas eléctricas de control, termico principal de alimentacion disparado. Acción correctiva: Reapretes de líneas de control y fuerza, realizar pruebas de disparo a termico de alimentacion.	3	\$ 1,012.50	\$ 55.00	\$ -	\$ 3,092.50	
10	Eje Fracturado del motor	0.2	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas):Agrietamiento en servicio transversal al eje. Superficie de fractura tersa sin deformación del eje, normanmente con marcas elípticas concéntricas al origen. Acción correctiva: cambio de motor.	5	\$ 1,012.50	\$ 4,000.00	\$ -	\$ 1,812.50	
11	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de motor	1	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Se presenta en servicio la generación de un rayado abrasivo sobre las superficies de rodadura y también sobre las jaulas, indicando que	8	\$ 1,012.50	\$ 200.00	\$ -	\$ 8,300.00	

				se esta perdiendo material por abrasión. Normamente está acompañado de ruido anormal y aumento de la temperatura Acción correctiva: cambio de rodamientos					
12	Cadena de transmisión reventada	1	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Se presenta desgaste en cadena Acción correctiva: cambio de cadena por desgaste	1	\$ 1,012.50	\$ 500.00	\$ -	\$ 1,512.50	
13	Eje quebrado de reductor	0.2	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Agrietamiento en servicio transversal al eje. Superficie de fractura tersa sin deformación del eje, normanmente con marcas elípticas concéntricas al origen. Acción correctiva: cambio de reductor o eje dañado.	8	\$ 1,012.50	\$ 850.00	\$ -	\$ 1,790.00	
14	Dientes de engranajes barridos o quebrados.	0.2	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Analisis de vibración en alarma, con frecuencia erratica, contaminación en lubricante con particulas metalicas, posible forzamiento o trancamiento del equipo Acción correctiva: Cambio de reductor y posterior reparación	8	\$ 1,012.50	\$ 850.00	\$ -	\$ 1,790.00	
15	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de reductor	0.2	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Analisis de vibración en alarma, con frecuencia erratica, contaminación en lubricante con particulas	12	\$ 1,012.50	\$ 600.00	\$ -	\$ 2,550.00	

				metalicas, posible forzamiento o trancamiento del equipo, elevacion de temperatura Acción correctiva: Cambio de rodamientos					
16	Lubricante inadecuado en reductor	0.2	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Elevacion de temperatura por friccion y desgaste de los elemento internos (engranajes, rodamiento y fuga en retenedores Acción correctiva: Cambio de reductor o elemento dañados.	8	\$ 1,012.50	\$ 6,500.00	\$ -	\$ 2,920.00	
17	Cadena de arraste quebrada	4	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Elevacion de temperatura por friccion y desgaste de los elemento internos (engranajes, rodamiento y fuga en retenedores Acción correctiva: Cambio de cadena	1	\$ 1,012.50	\$ 400.00	\$ -	\$ 5,650.00	
18	Eje quebrado Motriz, intermedio o cola rodo tensor	1	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Agrietamiento en servicio transversal al eje. Superficie de fractura tersa sin deformación del eje, normanmente con marcas elípticas concéntricas al origen. Acción correctiva: cambio eje dañado.	4	\$ 1,012.50	\$ 500.00	\$ -	\$ 4,550.00	
19	Corona de diente de cadena quebrado	0.2	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Descarrilameinto de cadena, perdida de paso y atoro de caña.	24	\$ 1,012.50	\$ 500.00	\$ -	\$ 4,960.00	

				Acción correctiva: Cambio corona.							
			20	Desgaste excesivo o fractura rodo tensor	1	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Análisis de vibración en alarma, con frecuencia errática, contaminación en lubricante con partículas metálicas, posible forzamiento o trancamiento del equipo, elevación de temperatura Acción correctiva: Cambio de chumacera.	4	\$ 1,012.50	\$ 700.00	\$ -	\$ 4,750.00
			21	Duela quebrada	2	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Ruido anormal en transportador, transportador trancado. Acción correctiva: Cambio de duela dañada.	4	\$ 1,012.50	\$ 700.00	\$ -	\$ 9,500.00
			22	Desgaste excesivo o fractura en corredera de plástico	3	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Golpeteo y trabamiento de duela en corredera. Acción correctiva: Cambio de corredera.	3	\$ 1,012.50	\$ 700.00	\$ -	\$ 11,212.50
			23	Tornillo o tuerca quebrada	2	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Posible forzamiento o trancamiento del equipo por soltura de duela, descarrilamiento de cadena . Acción correctiva: Cambio tornillo o tuerca.	2	\$ 1,012.50	\$ 700.00	\$ -	\$ 5,450.00

Tabla Anexo 12 AMEF Contexto Transportador de caña 3

HOJA DE REGISTRO MCC			Sistema: Transportador de caña N° 3			Indicador de ahorro potencial esperado después de implantar el MCC Inversión \$ 67,053.92 Riesgo \$/año \$ 113,709.17 Ahorro potencial \$ 46,655.25													
			Equipos principales: Yuri Chavez, Efrain Jimenez y Tony Guerra																
#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de falla	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Responsable	Costos directos de la actividad de Mantenimiento propuesta	Costos del plan Anual	Frecuencia esperada de eventos por año fallas/año	Efecto de Falla	TPPR horas	Imp. Prod. \$/hora	Costos directos por falla \$/falla	Imp. SHA \$/falla	Riesgo Futuro esperado \$/año	Ahorro potencial I
1	Transportador de caña se encarga de trasladar la caña procesada en las mesas de cañeras hacia el área de extracción de jugo	1	No transportar la caña hacia el área de extracción de jugo	1	Transportador atorado	Mantener monitoreado o el inventario de caña	Comunicación con torre de control abastecimiento de caña	155.00	Jefe de turno producción	\$ 5.00	\$ 775.00	1		0	\$ 1,012.50	\$ 100.00	\$ -	\$ 100.00	\$ 23,725.00
				2	Sensor de velocidad dañado	Realizar rutas de inspecciones	Realizar inspecciones pre establecidas para ver el funcionamiento de los equipos de instrumentación	4	Instrumentista de turno	5	\$ 20.00	0.5		0.5	\$ 1,012.50	\$ 300.00	\$ -	\$ 403.13	\$ 889.38
				3	Controlador de bomba hidráulica dañada	Prueba de señal en convertidor de señal.	Hacer un cheque de corriente de control señal de 4 a 20 ma, para ver	12	Instrumentista de turno		\$ 20.00	\$ 240.00	0.5		0.5	\$ 1,012.50	\$ 800.00	\$ -	\$ 653.13

			uniones roscadas	magueras, que no tengan roce con superficies con aristas vivas y chequear aprete de uniones roscadas		mecánicos de turno y operadores											
	5	Pistones de motor hidráulico dañados	Monitoreo de condición. Termografía, análisis de aceite e inspección mecánica	Rutas quincenales de monitoreo de vibraciones mecánicas, toma de lectura termográfica y análisis de aceite de sistemas hidráulico	12.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 65.00	\$ 780.00	0.2		2	\$ 1,012.50	\$ 5,000.00	\$ -	\$ 1,405.00	\$ 2,340.00	
	6	Aceite contaminado con agua	Prueba hidrostática de enfriador de aceite y análisis de aceite	Rerealizar prueba hidrostática de enfriador de aceite una vez al año y hacer análisis de aceite	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 100.00	\$ 100.00	0.2		2	\$ 1,012.50	\$ 1,200.00	\$ -	\$ 645.00	\$ 1,880.00	

					11	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de motor	Monitoreo de condición. Termografía y Vibraciones mecánicas	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motor	12.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 420.00	0.5		2	\$ 1,012.50	\$ 200.00	\$ -	\$ 1,112.50	\$ 6,767.50
					12	Cadena de transmisión reventada	Busqueda de falla oculta para verificar si la cadena esta quebrada	Sacar de servicio transportador de caña de limpieza para revisar estado físico de componentes de cadena	24.00	Jefe de turno mantenimiento, electricista de turno, mecánicos de turno y operadores	\$ 35.00	\$ 840.00	0.5		1	\$ 1,012.50	\$ 500.00	\$ -	\$ 756.25	\$ -83.75
					13	Eje quebrado de reductor	Pruebas No destructivas	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detectos de fallas	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 25.00	\$ 25.00	0.1		2	\$ 1,012.50	\$ 850.00	\$ -	\$ 287.50	\$ 1,477.50
					14	Dientes de engranajes barridos o quebrados.	Pruebas No destructivas y analisis de aciete	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detectos de fallas. Sacra muestra de	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 35.00	0.1		3	\$ 1,012.50	\$ 850.00	\$ -	\$ 388.75	\$ 1,366.25

			aciete hacer analsis fisico- quimico														
	15	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de reductor	Monitoreo de condición. Termografia , Vibraciones mecanicas y analisis de aceite	Rutas quincen ales de monitore o de condició n en reductor y extracci ón muestra de aceite.	12.00	Analista de mantenim iento de predictivo	\$ 35.00	\$ 420.00	0.1		2	\$ 1,012.50	\$ 600.00	\$ -	\$ 262.50	\$ 1,867.5 0	
	16	Lubricante inadecuado en reductor	Busqueda de falla oculta para verificar caracteristic as tecnicas del lubricante (viscosidad y tipo de lubricante)	Verificar por medio de mapa de lubricant es y lista de chequeo que las caracteri sticas tecnicas de lubricant e correspo ndan a la sugerida por el fabricant e del reductor.	1.00	Respo nsable de predict ivo - Lubric ación y lubrica dor	\$ 15.00	\$ 15.00	0.1		1	\$ 1,012.50	\$ 6,500.00	\$ -	\$ 751.25	\$ 2,153.7 5	
	17	Cadena de arrastre quebrada	Busqueda de falla oculta para verificar si la cadena	Sacar de servicio transport ador de	24.00	Jefe de turno mantenim ien	\$ 35.00	\$ 840.00	0.5		1	\$ 1,012.50	\$ 400.00	\$ -	\$ 706.25	\$ 4,103.7 5	

		esta quebrada	caña para revisar estado físico de componentes de cadena		to, electricista de turno, mecánicos de turno y operadores											
18	Eje quebrado Motriz, intermedio o colarod tensor	Pruebas No destructivas	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido medición de espesores	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 25.00	\$ 25.00	0.1		2	\$ 1,012.50	\$ 500.00	\$ -	\$ 252.50	\$ 4,272.50	
19	Corona de diente de cadena quebrado	Pruebas No destructivas y analisis de aceite	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detectos de fallas. Sacra muestra de aceite hacer analisis fisico-quimico	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 35.00	0.1		3	\$ 1,012.50	\$ 500.00	\$ -	\$ 353.75	\$ 4,571.25	
20	Desgaste excesivo o fractura	Pruebas No destructivas y analisis de aceite	Inspección de eje con líquidos penetrantes y	1.00	Analista de mantenimiento de	\$ 35.00	\$ 35.00	0.5		3	\$ 1,012.50	\$ 700.00	\$ -	\$ 1,868.75	\$ 2,846.25	

				23	Tornillo o tuerca quebrada	Inspeccion de estado de correderas	Hacer inspecciones quincenales del estado de las correderas y de esa manera poder programar cambios de una manera preventiva.	4	Jefe de turno mantenimiento, mecanicos de turno y operadores	40	\$ 160.00	2		1	\$ 1,012.50	\$ 700.00	\$ -	\$ 3,425.00	\$ 1,865.00
--	--	--	--	----	----------------------------	------------------------------------	---	---	--	----	-----------	---	--	---	-------------	-----------	------	-------------	-------------

Tabla Anexo 13 Plan de Mantenimiento Transportador de caña 3

APLICACION MCC
ORGANIZACIÓN COMPANIA AZUCARERA SALVADOREÑA

CONTEXTO OPERACIONAL TRANSPORTADOR N°2 RETORNO DE BAGAZO.

1. PROPÓSITO

El sistema tiene como principal objetivo transportar bagazo de caña procesada del la banda de retorno y alimentar el transportador de bagazo

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

Este sistema se encarga de transportar bagazo de caña, hacia el trasportador de bagazi 4, este es alimentado por banda de retorno de bagazo 2, el cual alimenta en el eje de cola, tiene un largo total de 4 m y un largo efectivo de 5m, es de tipo tablillas, esta ensamblado con cadena #9185 y duelas tipo "C", el cuerpo de este son laminas de acero al carbono de un espesor de 1/4.

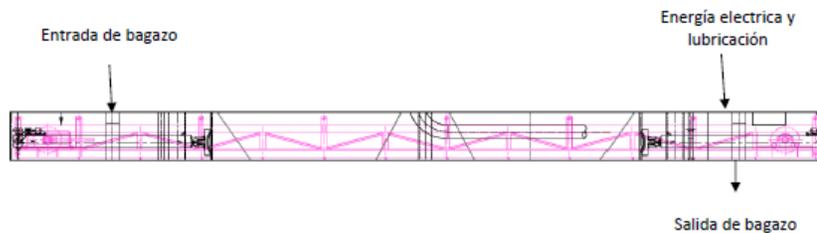
3. DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DEL PROCESO

- Flujo de bagazo: 130 Ton/h
- Consumo de corriente transportador de bagazo :
- Temperatura de motor: 60 Celcius
- Velocidad lineal de trasportador : 197 pies/min
- Tipo de reductor: Ejes paralelos
- Ratio de reducción de reductor: 47
- Tipo de transmisión: cadena doble RC240
- Ratio de reducción de transmisión de cadenas: 3
- Potencia de motor: 40HP
- Velocidad angular de motor: 1750 RPM
- Cadena de ingeniería: 8496
- Duelas tipo "C"
- Humedad relativa del bagazo: 47%

4. EQUIPOS PRINCIPALES

- Motor Electrico
- Reductor de velocidad
- Duelas
- Rodos tensores
- Cadena de ingeniería
- Transmisión por cadena

5. DIAGRAMA ENTRADA - PROCESO - SALIDA



ENTRADAS

- Bagazo de caña
- Lubricante
- Grasa para cadenas
- Energía eléctrica

PROCESO:

- Transportar el bagazo para alimentación de calderas

SALIDAS:

- Bagazo de caña

Ilustración 11 Contexto operacional sistema Transporte 2 de retorno de bagazo

HOJA DE REGISTRO MCC			Sistema: Transportador N°2 retorno de Bagazo			ENT: Facilitador: Alexander Lemus						
			Equipos principales: Yuri Chavez, Efraim Jimenez y Tony Guerra			Riesgo \$/año \$ 216,895.00						
#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Efecto de Falla	TPPR horas	Imp. Prod. \$/hora	Costos directos por falla \$/falla	Imp. SHA \$/falla	Riesgo \$/año
1	Transportar bagazo de caña a transportador de bagazo 4	1	No transportar bagazo de caña a calderas	1	Eslabon de cadena de arrastre quebrado	2	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Embagazamiento en zona de eslabon fracturado Acción correctiva: Embotellar calderas, detener transportador de bagazo en una zona que permita el cambio de eslabon y reemplazarlo	2	\$ 4,050.00	\$ 80.00	\$ -	\$ 16,360.00
				2	Duela doblada	1	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Duela doblado y golpes en faldones Acción correctiva: Enbotellar calderas, detener transportador de bagazo en una zona que permita el cambio de duela y reemplazarla	4	\$ 4,050.00	\$ 80.00	\$ -	\$ 16,280.00
				3	Eslabon de cadena de transmisión roto	3	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Eslabon de cadena roto Acción correctiva: Enbotellar calderas, detener transportador de bagazo en una zona que permita el cambio de eslabon y reemplazarlo	2	\$ 4,050.00	\$ 80.00	\$ -	\$ 24,540.00
				4	Eje motriz o de cola quebrado	0.2	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Eslabon de cadena roto Acción correctiva: Enbotellar calderas, detener transportador de bagazo y cambiar eje motriz	8	\$ 4,050.00	\$ 6,000.00	\$ -	\$ 7,680.00

				5	Transportador de bagazo atorado	1	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Sobrecarga en amperaje de motor, duelas dobladas Acción correctiva: Enbotellar calderas, detener transportador de bagazo y cambiar duelas doblada y desatorar	4	\$ 4,050.00	\$ 6,000.00	\$ -	\$ 22,200.00
				6	Fuga de bagazo en cuerpo de transportadores de bagazo	1	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Salida de bagazo de caña en zonas laminares Acción correctiva: colocar parche de lamina para detener fuga	4	\$ 4,050.00	\$ 500.00	\$ -	\$ 16,700.00
				7	Eje quebrado de reductor	0.2	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Agrietamiento en servicio transversal al eje. Superficie de fractura tersa sin deformación del eje, normalmente con marcas elípticas concéntricas al origen. Acción correctiva: cambio de reductor o eje dañado.	8	\$ 4,050.00	\$ 2,500.00	\$ -	\$ 6,980.00
				8	Dientes de engranajes barridos o quebrados.	0.2	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Analisis de vibración en alarma, con frecuencia erratica, contaminación en lubricante con particulas metalicas, posible forzamiento o trancamiento del equipo Acción correctiva: Cambio de reductor y posterior reparación	8	\$ 4,050.00	\$ 10,500.00	\$ -	\$ 8,580.00
				9	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de reductor	0.2	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Analisis de vibración en alarma, con frecuencia erratica, contaminación en lubricante con particulas metalicas, posible forzamiento o trancamiento del equipo, elevacion de	12	\$ 4,050.00	\$ 2,500.00	\$ -	\$ 10,220.00

				temperatura Acción correctiva: Cambio de rodamientos							
			10	Lubricante inadecuado en reductor	0.2	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Elevación de temperatura por fricción y desgaste de los elementos internos (engranajes, rodamiento y fuga en retenedores Acción correctiva: Cambio de reductor o elementos dañados.	8	\$ 4,050.00	\$ 10,500.00	\$ -	\$ 8,580.00
			11	Acople flexible quebrado	0.2	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Motor no transmite velocidad al reductor de velocidad, daños en la cubierta del acople flexible Acción correctiva: Cambio de acople flexible	4	\$ 4,050.00	\$ 1,200.00	\$ -	\$ 3,480.00
			12	Disparo de motor eléctrico	1	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Carcasa de reductor con alta temperatura Acción correctiva: Enbotellar calderas, restituir el suministro de energía al motor	2	\$ 4,050.00	\$ 150.00	\$ -	\$ 8,250.00
			13	Tornillo de portaduela quebrado	0.5	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Carcasa de reductor con alta temperatura Acción correctiva: Enbotellar calderas, detener transportador de bagazo en una zona que permita el tornillo	4	\$ 4,050.00	\$ 800.00	\$ -	\$ 8,500.00
			14	Rueda dentada de cadenas de transmisión dañado	0.2	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Carcasa de reductor con alta temperatura Acción correctiva: Enbotellar calderas, detener transportador de bagazo en una zona que permita el cambio de la rueda dentada	6	\$ 4,050.00	\$ 800.00	\$ -	\$ 5,020.00

				15	Corona de diente de cadena arrastre quebrado	0.2	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Carcasa de reductor con alta temperatura Acción correctiva: Enbotellar calderas, detener transportador de bagazo en una zona que permita el cambio de la rueda dentada	6	\$ 4,050.00	\$ 800.00	\$ -	\$ 5,020.00
				16	Motor Quemado	0.2	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Corto circuito, calor intenso en zona de ruptura, se destruyeron el aislamiento cercano a las laminaciones y el devanado. Acción correctiva: Cambio de motor	5	\$ 4,050.00	\$ 5,500.00	\$ -	\$ 5,150.00
				17	Falta de suministro de energía eléctrica	1	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Falso contacto de líneas eléctricas de control, termico principal de alimentación disparado. Acción correctiva: Reapretes de líneas de control y fuerza, realizar pruebas de disparo a termico de alimentación.	4	\$ 4,050.00	\$ 55.00	\$ -	\$ 16,255.00
				18	Eje Fracturado del motor	0.2	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Agrietamiento en servicio transversal al eje. Superficie de fractura tersa sin deformación del eje, normalmente con marcas elípticas concéntricas al origen. Acción correctiva: cambio de motor.	5	\$ 4,050.00	\$ 4,000.00	\$ -	\$ 4,850.00
				19	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de motor	0.5	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Se presenta en servicio la generación de un rayado abrasivo sobre las superficies de rodadura y también sobre las	8	\$ 4,050.00	\$ 200.00	\$ -	\$ 16,300.00

							jaulas, indicando que se esta perdiendo material por abrasión. Normamente está acompañado de ruido anormal y aumento de la temperatura Acción correctiva: cambio de rodamientos														
				20	Falta de lubricante en chumaceras reje motriz y de colas	0.2	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Temperatura y ruido anormal en chumaceras de rodillos. Acción correctiva: Reparación o cambio de tubería de lubricación	3	\$ 4,050.00	\$ 700.00	\$ -	\$ 2,570.00									
				21	Falta de abastecimiento de bagazo	0.2	Evidente / No evidente: Si Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Baja de molienda por abastecimiento de caña que puede darse por no inventario de caña por lluvias en campo. Acción correctiva: Manejar un inventario de seguridad de bagazo en bodega de ingenio.	4	\$ 4,050.00	\$ 700.00	\$ -	\$ 3,380.00									

Tabla Anexo 14 AMEF Transporte 2 de retorno de bagazo

HOJA DE REGISTRO MCC		Sistema: Transportador N°2 retorno de Bagazo				Indicador de ahorro potencial esperado después de implantar el MCC													
		Equipos principales: Yuri Chavez, Efrain Jimenez y Tony Guerra				Inversión \$ 134,802.33 Riesgo \$/año \$ 216,895.00 Ahorro potencial \$ 82,092.67													
#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de falla	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Responsable	Costos directos de la actividad de Mantenimiento propuesta	Costos del plan Anual	Frecuencia esperada de eventos por año fallas/año	Efecto de Falla	TPP R horas	Imp. Prod. \$/hora	Costos directos por falla \$/falla	Imp. SHA \$/falla	Riesgo Futuro esperado \$/año	Ahorro potencial
1	Transportar bagazo de caña	1	No transportar bagazo	1	Eslabon de cadena de arrastre quebrado	Busqueda de falla oculta para verificar si la	Sacar de servicio a transportador de bagazo	1.00	Jefe de turno mantenimiento,	\$ 35.00	\$ 35.00	1		4	\$ 4,050.00	\$ 80.00	\$ -	\$16,280.00	\$ 45.00

a	transportador de bagazo 4	de caña a calderas		cadena esta quebrada	para revisar estado fisico de cadena, verificar estado de los eslabones y chavetas		electricista de turno, mecanicos de turno y operadores										
			2	Duela doblada	Pruebas no destructivas	Inspección con ultrasonido medidor de espesores para determinar espesores minimos requeridos según celula y especificación de lamina	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 300.00	\$ 300.00	0.33	4	\$ 4,050.00	\$ 80.00	\$ -	\$ 5,426.67	\$ 10,553.33
			3	Eslabon de cadena de transmisión roto	Busqueda de falla oculta para verificar si la cadena esta quebrada	Sacar de servicio a transportador de bagazo para revisar estado fisico de cadena, verificar estado de los eslabones y chavetas	1.00	Jefe de turno mantenimiento, electricista de turno, mecanicos de turno y operadores	\$ 35.00	\$ 35.00	1	4	\$ 4,050.00	\$ 80.00	\$ -	\$ 16,280.00	\$ 8,225.00
			4	Eje motriz o de cola quebrado	Pruebas no destructivas	Inspección de eje con liquidos penetrantes y ultrasonido detectos de fallas	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 25.00	\$ 25.00	0.1	2	\$ 4,050.00	\$ 6,000.00	\$ -	\$ 1,410.00	\$ 6,245.00
			5	Transportador de bagazo atorado	Revisión de tensión de cadena, cambio de duelas desgastadas y cambio de tornillos desgastados	En paro programados realizar inspecciones de estado de duelas, correderas, rodo motriz, rodo de cola y	4.00	Responsable de mantenimiento molinos, electricista y mecanicos	\$ 30.00	\$ 120.00	0.5	2	\$ 4,050.00	\$ 6,000.00	\$ -	\$ 7,050.00	\$ 15,030.00

				pernos sujetadores.												
6	Fuga de bagazo en cuerpo de transportadores de bagazo	Pruebas no destructivas	Inspección con ultrasonido medidor de espesores para determinar espesores mínimos requeridos según especificación de lamina	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 350.00	0.2	4	\$ 4,050.00	\$ 500.00	\$ -	\$ 3,340.00	\$ 13,325.00		
7	Eje quebrado de reductor	Pruebas no destructivas	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detectos de fallas	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 25.00	\$ 250.00	0.1	2	\$ 4,050.00	\$ 2,500.00	\$ -	\$ 1,060.00	\$ 5,895.00		
8	Dientes de engranajes barridos o quebrados.	Pruebas No destructivas y analisis de aceite	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detectos de fallas. Sacra muestra de aceite hacer analisis fisico-quimico	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 350.00	0.1	3	\$ 4,050.00	\$10,500.00	\$ -	\$ 2,265.00	\$ 6,280.00		
9	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de reductor	Monitoreo de condición. Termografía, Vibraciones mecánicas y analisis de aceite	Rutas quincenales de monitoreo de condición en reductor y extracción muestra de aceite.	12.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 420.00	0.1	2	\$ 4,050.00	\$ 2,500.00	\$ -	\$ 1,060.00	\$ 8,740.00		
10	Lubricante inadecuado en reductor	Busqueda de falla oculta para verificar características técnicas del	Verificar por medio de mapa de lubricantes y lista de chequeo que las	1.00	Responsable de predictivo - Lubricación y lubricador	\$ 15.00	\$ 150.00	0.1	1	\$ 4,050.00	\$10,500.00	\$ -	\$ 1,455.00	\$ 7,110.00		

			lubricante (viscosidad y tipo de lubricante)	características técnicas de lubricante correspondan a la sugerida por el fabricante del reductor.											
1	1	Acople flexible quebrado	Busqueda de falla oculta para verificar si el tapaset o rejilla estan quebrados	Sacar de servicio transportador de bagazo para revisar estado físico y lubricación de tapaset y rejilla	1.00	Jefe de turno mantenimiento, electricista de turno, mecanicos de turno y operadores	\$ 35.00	\$ 35.00	0.1	4	\$ 4,050.00	\$ 1,200.00	\$ -	\$ 1,740.00	\$ 1,705.00
1	2	Disparo de motor electrico	Busqueda de falla oculta para determinar disparo de motor	Revisión e inspección de interruptor termo magnetico, rele de sobre carga, líneas de control y estado físico.	8.00	Jefe de turno mantenimiento, electricista de turno	\$ 25.00	\$ 200.00	1	0.5	\$ 4,050.00	\$ 150.00	\$ -	\$ 2,175.00	\$ 5,875.00
1	3	Tornillo deportadue la quebrado	Pruebas no destructivas	Inspección de eje con liquidos penetrantes y ultrasonido detectos de fallas	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 35.00	0.2	4	\$ 4,050.00	\$ 800.00	\$ -	\$ 3,400.00	\$ 5,065.00
1	4	Rueda dentada de cadenas de transmisión dañado	Pruebas no destructivas	Inspección de eje con liquidos penetrantes	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 35.00	0.1	4	\$ 4,050.00	\$ 800.00	\$ -	\$ 1,700.00	\$ 3,285.00
1	5	Corona de diente de cadena arrastre quebrado	Pruebas no destructivas	Inspección de eje con liquidos penetrantes	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 35.00	0.1	4	\$ 4,050.00	\$ 800.00	\$ -	\$ 1,700.00	\$ 3,285.00
1	6	Motor Quemado	Monitoreo de condición. Termografía	Rutas quincenales de monitoreo de condición	12.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 420.00	0.1	2	\$ 4,050.00	\$ 5,500.00	\$ -	\$ 1,360.00	\$ 3,370.00

				y Vibraciones mecánicas	en motores de rodillos.											
17	Falta de suministro de energía eléctrica	Busqueda de falla oculta para determinar falta de suministro de energía eléctrica	Revisión e inspección de líneas de alimentación al equipo	2.00	Jefe de turno mantenimiento, electricista de turno	\$ 25.00	\$ 50.00	1	2	\$ 4,050.00	\$ 55.00	\$ -	\$ 8,155.00	\$ 8,050.00		
18	Eje Fracturado del motor	Pruebas No destructivas	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detectos de fallas	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 25.00	\$ 25.00	0.1	2	\$ 4,050.00	\$ 4,000.00	\$ -	\$ 1,210.00	\$ 3,615.00		
19	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de motor	Monitoreo de condición. Termografía y Vibraciones mecánicas	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motor	12.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 420.00	0.2	2	\$ 4,050.00	\$ 200.00	\$ -	\$ 1,660.00	\$ 14,220.00		
20	Falta de lubricante en chumaceras reje motriz y de colas	Monitoreo de condición. Termografía e inspección mecánica en tuberías de lubricación	Rutas quincenales de monitoreo de condición en chumaceras al momento de sacar la mesa de servicio	12.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 5.00	\$ 60.00	0.1	2	\$ 4,050.00	\$ 700.00	\$ -	\$ 880.00	\$ 1,630.00		
21	Falta de abastecimiento de bagazo	Mantener monitoreado el inventario de bagazo	Comucación de operador de cuarto control calderas con operador de bodega de bagazo	155.00	Jefe de turno producción	\$ 0.10	\$ 15.50	0.1	0.1	\$ 4,050.00	\$ 700.00	\$ -	\$ 110.50	\$ 3,254.00		

Tabla Anexo 15 Plan de Mantenimiento Transporte 2 de retorno de bagazo

Hoja de registro sistema Transportador de bagazo 5

APLICACIÓN MCC
ORGANIZACIÓN COMPANÍA AZUCARERA SALVADOREÑA

CONTEXTO OPERACIONAL TRANSPORTADOR N°5 DE BAGAZO.

1. PROPÓSITO

El sistema tiene como principal objetivo transportar el bagazo que no fue utilizado en el transportador de bagazo N°4 para la alimentación de las caldera de vapor y llevarlo a la bodega de bagazo.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

Este sistema se encarga de transportar el bagazo que no se utilizo en la alimentación de las calderas de vapor y que se almacena en la bodega de bagazo, el transporte se realiza a través una banda de hule tipo conveyor que esta siendo movida por un motor electrico de 20 Hp que transfiere energía mecánica a un reductor de ratio 13.58 con factor de servicio 2 que va acoplado directamente a l rodo motriz que hace girar la banda que va soportada por estaciones de rodillos.

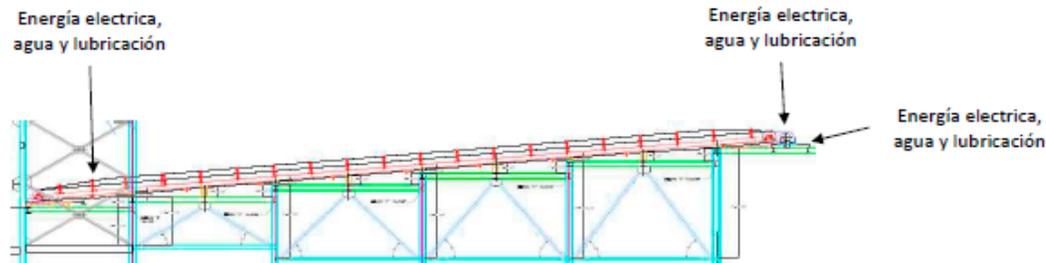
3. DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DEL PROCESO

- Flujo de bagazo: 130 Ton/h
- Largo: 111 pies
- Ancho de banda: 54" de 4 lonas
- Distancia entre Sprockets: 7' - 3 1/2"
- Consumo de corriente elevador de caña: 19 amp
- Temperatura de motor: 60 Celcius
- Rpm elevador : 301 pies /min

4. EQUIPOS PRINCIPALES

- Motor Electrico
- Reductor de velocidad
- Polea motriz y conducida en "v"
- Correas tipo "v"
- Banda de hule y lona
- Estaciones de rodillos
- Tornillos y tuerca
- Rodo y Eje motriz
- Rodo y eje de cola
- Chumaceras motriz
- Chumaceras tensoras

5. DIAGRAMA ENTRADA - PROCESO - SALIDA



ENTRADAS

- Bagazo
- Energía electrica
- Lubricantes

PROCESO:

- Transportar bagazo sobrante a bodega de bagazo

SALIDAS:

- Bagazo

Ilustración 12 Contexto operacional sistema Transporte de bagazo 5

HOJA DE REGISTRO MCC			Sistema: Transportador N°5 de Bagazo			ENT:						
			Equipos principales: Yuri Chavez, Efrain Jimenez y Tony Guerra			Facilitador: Alexander Lemus						
						Riesgo \$/año \$ 237,057.67						
#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Efecto de Falla	TPPR horas	Imp. Prod. \$/hora	Costos directos por falla \$/falla	Imp. SHA \$/falla	Riesgo \$/año
1	Se encarga de transportar el bagazo sobrante de la alimentación de las caldera hacia la bodega de bagazo	1	No transportar el bagazo a la bodega de bagazo	1	Banda atorada	2	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Aumento de corriente de consumo en motor eléctrico. ISobre carga de bagazo en banda. Acción correctiva: Control de tensión de banda y desalajo de bagazo acumulado.	4	\$ 4,050.00	\$ 50.00	\$ -	\$ 32,500.00
				2	Desalineación excesiva de banda de hule	1	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Desgaste excesivo en banda y daño progresivo. Acción correctiva: Revisión de nivelación y alineamiento de estaciones de rodillos	4	\$ 4,050.00	\$ 55.00	\$ -	\$ 16,255.00
				3	Banda cortada	0.20	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Banda no transporta bagazo por falta tracción y no estar empalmada en una sola pieza. Acción correctiva: Enhebrar banda de hule en estaciones de rodillos y realizar vulcanización para empalmar.	24	\$ 4,050.00	\$ 55.00	\$ -	\$ 19,451.00
				4	Estaciones de rodillos con rodamientos dañados y/o pines quebrados	1	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Desalinación o trabamiento de rodillos y pueda danar banda. Acción correctiva: Cambiar rodillos en mas estado, nivelar y alinear estación de rodillo	4	\$ 4,050.00	\$ 55.00	\$ -	\$ 16,255.00
				5	Motor disparador por sobre carga	2	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Aumento de la corriente consumida arriba de la corriente nominal. Acción correctiva: Revisión de estado físico del elevador si lo quiere (desatorar). Revisar	2	\$ 4,050.00	\$ 55.00	\$ -	\$ 16,310.00

				sensibilidad de rele de protección del motor					
6	Motor Quemado	0.2		Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Corto circuito, calor intenso en zona de ruptura, se destruye el aislamiento cercano a las laminaciones y el devanado. Acción correctiva: Cambio de motor	7	\$ 4,050.00	\$ 5,000.00	\$ -	\$ 6,670.00
7	Falta de suministro de energía eléctrica	2		Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Falso contacto de líneas eléctricas de control, termico principal de alimentación disparado. Acción correctiva: Reapretes de líneas de control y fuerza, realizar pruebas de disparo a termico de alimentación.	4	\$ 4,050.00	\$ 55.00	\$ -	\$ 32,510.00
8	Eje Fracturado del motor	0.2		Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Agrietamiento en servicio transversal al eje. Superficie de fractura tersa sin deformación del eje, normalmente con marcas elípticas concéntricas al origen. Acción correctiva: cambio de motor.	5	\$ 4,050.00	\$ 5,000.00	\$ -	\$ 5,050.00
9	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de motor	0.5		Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Se presenta en servicio la generación de un rayado abrasivo sobre las superficies de rodadura y también sobre las jaulas, indicando que se está perdiendo material por abrasión. Normalmente está acompañado de ruido anormal y aumento de la temperatura. Acción correctiva: cambio de rodamientos	8	\$ 4,050.00	\$ 200.00	\$ -	\$ 16,300.00
10	Fajas reventada	1		Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Se presenta desgaste en correas. Acción correctiva: cambio de fajas por desgaste	4	\$ 4,050.00	\$ 200.00	\$ -	\$ 16,400.00
11	Poleas quebradas	0.2		Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: SI	4	\$ 4,050.00	\$ 300.00	\$ -	\$ 3,300.00

				Efecto operacional (síntomas): Se fractura en una de las poleas Acción correctiva: cambio de poleas por fractura					
12	Eje quebrado de reductor	0.2		Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Agrietamiento en servicio transversal al eje. Superficie de fractura tersa sin deformación del eje, normanmente con marcas elípticas concéntricas al origen. Acción correctiva: cambio de reductor o eje dañado.	8	\$ 4,050.00	\$ 850.00	\$ -	\$ 6,650.00
13	Dientes de engranajes barridos o quebrados.	0.2		Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Analisis de vibración en alarma, con frecuencia erratica, contaminación en lubricante con particulas metalicas, posible forzamiento o trancamiento del equipo Acción correctiva: Cambio de reductor y posterior reparación	8	\$ 4,050.00	\$ 850.00	\$ -	\$ 6,650.00
14	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de reductor	0.2		Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Analisis de vibración en alarma, con frecuencia erratica, contaminación en lubricante con particulas metalicas, posible forzamiento o trancamiento del equipo, elevacion de temperatura Acción correctiva: Cambio de rodamientos	12	\$ 4,050.00	\$ 600.00	\$ -	\$ 9,840.00
15	Lubricante inadecuado en reductor	0.3		Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Elevacion de temperatura por friccion y desgaste de los elemento internos (engranajes, rodamiento y fuga en retenedores Acción correctiva: Cambio de reductor o elemento dañados.	8	\$ 4,050.00	\$ 6,500.00	\$ -	\$ 12,966.67
16	Eje quebrado de rodo motriz o rodo de cola	0.2		Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Agrietamiento en servicio transversal al eje. Superficie de fractura tersa sin deformación del eje, normanmente con	4	\$ 4,050.00	\$ 800.00	\$ -	\$ 3,400.00

					marcas elípticas concéntricas al origen. Acción correctiva: cambio eje dañado.							
				17	Desgaste excesivo o fractura rodamiento o chumaceras motriz y tensora	0.2	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Analisis de vibración en alarma, con frecuencia erratica, contaminación en lubricante con particulas metalicas, posible forzamiento o trancamiento del equipo, elevacion de temperatura Acción correctiva: Cambio de chumaceras.	8	\$ 4,050.00	\$ 350.00	\$ -	\$ 6,550.00
				18	Falta de lubricante en chumaceras rodillos motriz y de cola	0.2	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Temperatura y ruido anormal en chumaceras de rodillos. Acción correctiva: Reparación o cambio de tubería de lubricación	8	\$ 4,050.00	\$ 700.00	\$ -	\$ 6,620.00
				19	Falta de abastecimiento de bagazo	0.2	Evidente / No evidente: Si Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Baja de molienda por abastecimiento de caña que puede darse por no inventario de caña por lluvias en campo. Acción correctiva: Manejar un inventario de seguridad de bagazo en bodega de ingenio.	4	\$ 4,050.00	\$ 700.00	\$ -	\$ 3,380.00

Tabla Anexo 16 AMEF Transporte de bagazo 5

HOJA DE REGISTRO MCC			Sistema: Transportador N°5 de Bagazo					<u>Indicador de ahorro potencial esperado después de implantar el MCC</u>																		
			Equipos principales: Yuri Chavez, Efrain Jimenez y Tony Guerra					<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: right;">Inversión</td> <td style="text-align: right;">\$ 189,878.02</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Riesgo \$/año</td> <td style="text-align: right;">\$ 237,057.67</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Ahorro potencial</td> <td style="text-align: right;">\$ 47,179.64</td> </tr> </table>													Inversión	\$ 189,878.02	Riesgo \$/año	\$ 237,057.67	Ahorro potencial	\$ 47,179.64
Inversión	\$ 189,878.02																									
Riesgo \$/año	\$ 237,057.67																									
Ahorro potencial	\$ 47,179.64																									
#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de falla	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Responsable	Costos directos de la actividad de Mantenimiento propuesta	Costos del plan Anual	Frecuencia esperada de eventos por año fallas/año	Efecto de Falla	TP PR horas	Imp. Prod. \$/hora	Costos directos por falla \$/falla	Imp. SHA \$/falla	Riesgo Futuro esperado \$/año	Ahorro potencial							
1	Se encarga de transportar el bagazo sobrante de la alimentación de las caldera hacia la bodega de bagazo	1	No transportar el bagazo a la bodega de bagazo	1	Banda atorada	Limpieza semanal de estaciones de rodillos y tención adecuada de banda	Con aire comprimido realizar limpieza en estaciones de rodillos, revisar guarderas y revisar tensión de banda por medio de revisión de catenaria entre estaciones	24.00	Responsable de mantenimiento mecánico, mecánicos y operados	\$ 20.00	\$ 480.00	0.20		2	\$ 4,050.00	\$ 50.00	\$ -	\$ 1,630.00	\$ 30,390.00							

				2	Desalineación excesiva de banda de hule	Revisión de alineación de rodillos de limpieza y Limpieza semanal de estaciones de rodillos	Verificar paralelismos de rodillos con equipo infarrojo, aprete de tornillos de sujeción de estaciones y limpieza de rodillos autoalineantes	12.00	Responsable de mantenimiento mecánico, mecánicos y operadores	\$ 20.00	\$ 240.00	0.20		8	\$ 4,050.00	\$ 55.00	\$ -	\$ 6,491.00	\$ 9,524.00
				3	Banda cortada	Revisión visual de estado empalme vulcanizado y ambas caras de contacto	Verifica estado físico de empalme vulcanizado y caras de contactos para evaluar superficies irregulares, rasgaduras, grietas y limpieza	24.00	Responsable de mantenimiento mecánico, mecánicos y operadores	\$ 20.00	\$ 480.00	0.14		4	\$ 4,050.00	\$ 55.00	\$ -	\$ 2,322.14	\$ 16,648.86

				4	Estaciones de rodillos con rodamientos dañados y/o pines quebrados	Revisión de alineación de rodillos de limpieza y Limpieza semanal de estaciones de rodillos	Verificar paralelismos de rodillos con equipo infarrojo, aprete de tornillos de sujeción de estaciones, limpieza de rodillos y lubricación	12.00	Responsable de mantenimiento mecánico, mecánicos y operadores	\$ 25.00	\$ 300.00	0.10	8	\$ 4,050.00	\$ 55.00	\$ -	\$ 3,245.50	\$ 12,709.50
				5	Motor disparador por sobre carga	Busqueda de falla oculta para determinar disparo de motor	Revisión e inspección de interruptor termo magnetico, rele de sobre carga, lineas de control y estado fisico.	8.00	Jefe de turno mantenimiento, electricista de turno	\$ 25.00	\$ 200.00	1	2	\$ 4,050.00	\$ 55.00	\$ -	\$ 8,155.00	\$ 7,955.00

				6	Motor Quemado	Monitoreo de condición. Termografía y Vibraciones mecánicas	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motores de rodillos.	12.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 420.00	0.10		2	\$ 4,050.00	\$ 5,000.00	\$ -	\$ 1,310.00	\$ 4,940.00
				7	Falta de suministro de energía eléctrica	Busqueda de falla oculta para determinar falta de suministro de energía eléctrica	Revisión e inspección de líneas de alimentación al equipo	2.00	Jefe de turno mantenimiento, electricista de turno	\$ 25.00	\$ 50.00	1		2	\$ 4,050.00	\$ 55.00	\$ -	\$ 8,155.00	\$ 24,305.00
				8	Eje Fracturado del motor	Pruebas No destructivas	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detectos de fallas	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 25.00	\$ 25.00	0.1		2	\$ 4,050.00	\$ 5,000.00	\$ -	\$ 1,310.00	\$ 3,715.00

				9	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de motor	Monitoreo de condición. Termografía y Vibraciones mecánicas	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motores de rodillos.	12.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 420.00	0.2	2	\$ 4,050.00	\$ 200.00	\$ -	\$ 1,660.00	\$ 14,220.00
				10	Fajas reventada	Revisión de tensión en fajas con tensiometro digital y alineación de poleas con equipo laser	Inspeccionar visulamente estado fisico de fajas, verificar tensión de faja y alineamiento de poleas	1.00	Jefe de turno mantenimiento, electricista de turno, mecanicos de turno	\$ 35.00	\$ 35.00	0.5	1	\$ 4,050.00	\$ 200.00	\$ -	\$ 2,125.00	\$ 14,240.00
				11	Poleas quebradas	Pruebas No destructivas	Inspección de polea con liquidos penetrantes y alineación de poleas	2.00	Jefe de turno mantenimiento, electricista de turno, mecanicos de turno y operadores	\$ 35.00	\$ 70.00	0.1	1	\$ 4,050.00	\$ 300.00	\$ -	\$ 435.00	\$ 2,795.00

				12	Eje quebrado de reductor	Pruebas No destructivas	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detectos de fallas	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 25.00	\$ 25.00	0.1	2	\$ 4,050.00	\$ 850.00	\$ -	\$ 895.00	\$ 5,730.00
				13	Dientes de engranajes barridos o quebrados.	Pruebas No destructivas y analisis de aceite	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detectos de fallas. Sacra muestra de aceite hacer analisis fisico-quimico	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 35.00	0.1	3	\$ 4,050.00	\$ 850.00	\$ -	\$ 1,300.00	\$ 5,315.00

				14	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de reductor	Monitoreo de condición. Termografía, Vibraciones mecánicas y análisis de aceite	Rutas quincenales de monitoreo de condición en reductor y extracción muestra de aceite.	12.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 420.00	0.1	2	\$ 4,050.00	\$ 600.00	\$ -	\$ 870.00	\$ 8,550.00
				15	Lubricante inadecuado en reductor	Busqueda de falla oculta para verificar características técnicas del lubricante (viscosidad y tipo de lubricante)	Verificar por medio de mapa de lubricantes y lista de chequeo que las características técnicas de lubricante correspondan a la sugerida por el fabricante del reductor.	1.00	Responsable de predictivo - Lubricación y lubricador	\$ 15.00	\$ 15.00	0.1	1	\$ 4,050.00	\$ 6,500.00	\$ -	\$ 1,055.00	\$ 11,896.67
				16	Eje quebrado de rodillo motriz o rodillo de cola	Pruebas No destructivas	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido medición de espesores	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 25.00	\$ 25.00	0.1	2	\$ 4,050.00	\$ 800.00	\$ -	\$ 890.00	\$ 2,485.00

				17	Desgaste excesivo o fractura rodamiento o chumaceras motriz y tensora	Monitoreo de condición. Termografía e inspección mecánica	Rutas quincenales de monitoreo de condición en chumaceras al momento de sacar la mesa de servicio	12.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 15.00	\$ 180.00	0.1	2	\$ 4,050.00	\$ 350.00	\$ -	\$ 845.00	\$ 5,525.00
				18	Falta de lubricante en chumaceras rodillos motriz y de cola	Monitoreo de condición. Termografía e inspección mecánica en tuberías de lubricación	Rutas quincenales de monitoreo de condición en chumaceras al momento de sacar la mesa de servicio	12.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 5.00	\$ 60.00	0.1	2	\$ 4,050.00	\$ 700.00	\$ -	\$ 880.00	\$ 5,680.00
				19	Falta de abastecimiento de bagazo	Mantener monitoreado el inventario de bagazo	Comunicación de operador de cuarto control calderas con operador de bodega de bagazo	155.00	Jefe de turno producción	\$ 0.10	\$ 15.50	0.1	0.1	\$ 4,050.00	\$ 700.00	\$ -	\$ 110.50	\$ 3,254.00

Tabla Anexo 17 Plan de Mantenimiento Transporte de bagazo 5

Hoja de registro sistema Transportador de bagazo de retorno 1

APLICACIÓN MCC ORGANIZACIÓN COMPAÑIA AZUCARERA SALVADOREÑA

CONTEXTO OPERACIONAL TRANSPORTADOR RETORNO BAGAZO.

1. PROPÓSITO

El sistema tiene como principal objetivo transportar el bagazo que esta almacenado en la bodega de bagazo cuando hay paro de molida para alimentar con bagazo las calderas y cuando la molida esta igual o menor a 350 Ton/h para que los alimentadores de las calderas no pierdan sello.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

Este sistema se encarga de transportar el bagazo que esta almacenado en la bodega de bagazo al transportador N°2 de retorno para ser utilizado en alimentación de calderas, el transporte se realiza a través una banda de hule tipo conveyer que esta siendo movida por un motor electrico de 50 Hp que transfiere energia mecanica a una bomba hidraulica que a su vez mueve un motor hidraulico que esta acoplado a un reductor de ratio 30.42 con factor de servicio 2 que va transmite el movimiento al rodo motriz que hace girar la banda que va soportada por estaciones de rodillos.

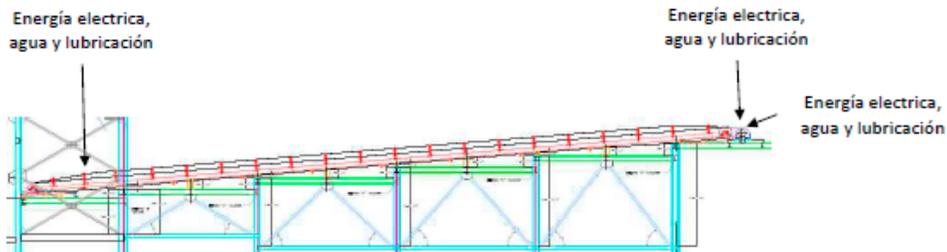
3. DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DEL PROCESO

- Flujo de bagazo: 130 Ton/h
- Largo: 300 pies
- Ancho de banda: 54" de 4 lonas
- Consumo de corriente elevador de caña: 30 amp
- Temperatura de motor: 60 Celcius
- Velocidad lineal: 313.36 pies /min

4. EQUIPOS PRINCIPALES

- Motor Electrico
- Bomba hidraulica
- Mangueras de alta presión
- Tanque de Aceite
- Motor hidraulico
- Reductor de velocidad
- Acople
- Banda de hule y lona
- Estaciones de rodillos
- Rodo y Eje motriz
- Rodo y eje de cola
- Chumaceras motriz
- Chumaceras tensoras
- Contra peso

5. DIAGRAMA ENTRADA - PROCESO - SALIDA



ENTRADAS

- Bagazo
- Energia electrica
- Lubricantes

PROCESO:

- Transportar bagazo bodega a calderas

SALIDAS:

- Bagazo

Ilustración 13 Contexto operacional sistema de Transportador de bagazo de retorno

HOJA DE REGISTRO MCC			Sistema: Transportador Retorno Bagazo			ENT:						
			Equipos principales: Yuri Chavez, Efrain Jimenez y Tony Guerra			Facilitador: Alexander Lemus						
						Riesgo \$/año \$ 286,606.00						
#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de falla	Frecuencia de eventos por año fallas/año	Efecto de Falla	TPPR horas	Imp. Prod. \$/hora	Costos directos por falla \$/falla	Imp. SHA \$/falla	Riesgo \$/año
1	El sistema tiene como principal objetivo transportar el bagazo que esta almacenado en la bodega de bagazo cuando hay paro de molida para alimentar con bagazo las calderas y cuando la molida esta igual o menor a 350 Ton/h para que los alimentadores de las calderas no pierdan sello.	1	No transportar el bagazo de la bodega a trasportador N°2 de retrono	1	Banda atorada	2	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Aumento de corriente de consumo en motor eléctrico. ISobre carga de bagazo en banda. Acción correctiva: Control de tensuió de banda y desalojo de bagazo acumulado.	4	\$ 4,050.00	\$ 50.00	\$ -	\$ 32,500.00
				2	Desalineación excesiva de banda de hule	1	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Desgaste excesivo en banda y daño progresivol. Acción correctiva: Revisión de nivelación y alineamiento de estaciones de rodillos	4	\$ 4,050.00	\$ 55.00	\$ -	\$ 16,255.00
				3	Banda cortada	0.20	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Banda no transporta bagazo por falta tracción y no estar empalmada en una sola pieza. Acción correctiva: Enhebrar banda de hule en estaciones de rodillos y realizar vulanización para empalmar.	24	\$ 4,050.00	\$ 55.00	\$ -	\$ 19,451.00
				4	Estaciones de rodillos con rodamientos dañados y/o pines quebrados	1	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Desalinación o trabamiento de rodillos y pueda danar banda. Acción	1	\$ 4,050.00	\$ 55.00	\$ -	\$ 4,105.00

				correctiva: Cambiar rodillos en mas estado, nivelar y alinear estación de rodillo							
			5	Motor disparador por sobre carga	2	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Aumento de la corriente consumida arriba de la corriente nominal. Acción correctiva: Revisión de estado físico del elevador si lo quiere (desatorar). Revisar sensibilidad de rele de protección del motor	2	\$ 4,050.00	\$ 55.00	\$ -	\$ 16,310.00
			6	Motor Quemado	0.2	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Corto circuito, calor intenso en zona de ruptura, se destruir el aislamiento cercano a las laminaciones y el devanado. Acción correctiva: Cambio de motor	5	\$ 4,050.00	\$ 3,000.00	\$ -	\$ 4,650.00
			7	Falta de suministro de energía eléctrica	2	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Falso contacto de líneas eléctricas de control, termico principal de alimentación disparado. Acción correctiva: Reapretes de líneas de control y fuerza, realizar pruebas de disparo a termico de alimentación.	2	\$ 4,050.00	\$ 55.00	\$ -	\$ 16,310.00
			8	Eje Fracturado del motor	0.2	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Agrietamiento en servicio transversal al eje. Superficie de fractura tersa sin deformación del eje, normamente con marcas elípticas concéntricas al origen. Acción correctiva: cambio de motor.	5	\$ 4,050.00	\$ 3,000.00	\$ -	\$ 4,650.00

			9	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de motor	0.5	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Se presenta en servicio la generación de un rayado abrasivo sobre las superficies de rodadura y también sobre las jaulas, indicando que se esta perdiendo material por abrasión. Normamente está acompañado de ruido anormal y aumento de la temperatura Acción correctiva: cambio de rodamientos	8	\$ 4,050.00	\$ 200.00	\$ -	\$ 16,300.00
			15	Eje quebrado de reductor	0.2	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Agrietamiento en servicio transversal al eje. Superficie de fractura tersa sin deformación del eje, normanmente con marcas elípticas concéntricas al origen. Acción correctiva: cambio de reductor o eje dañado.	8	\$ 4,050.00	\$ 8,500.00	\$ -	\$ 8,180.00
			16	Dientes de engranajes barridos o quebrados.	0.2	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Analisis de vibración en alarma, con frecuencia erratica, contaminación en lubricante con partículas metalicas, posible forzamiento o trancamiento del equipo Acción correctiva: Cambio de reductor y posterior reparación	8	\$ 4,050.00	\$ 8,500.00	\$ -	\$ 8,180.00
			17	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de reductor	0.2	Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Analisis de vibración en alarma, con frecuencia erratica, contaminación en	12	\$ 4,050.00	\$ 1,000.00	\$ -	\$ 9,920.00

				lubricante con partículas metálicas, posible forzamiento o trancamiento del equipo, elevación de temperatura Acción correctiva: Cambio de rodamientos					
18	Lubricante inadecuado en reductor	0.3		Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Elevación de temperatura por fricción y desgaste de los elementos internos (engranajes, rodamiento y fuga en retenedores Acción correctiva: Cambio de reductor o elementos dañados.	8	\$ 4,050.00	\$ 8,500.00	\$ -	\$ 13,633.33
19	Eje quebrado de rodo motriz o rodo de cola	0.2		Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Agrietamiento en servicio transversal al eje. Superficie de fractura tersa sin deformación del eje, normalmente con marcas elípticas concéntricas al origen. Acción correctiva: cambio eje dañado.	4	\$ 4,050.00	\$ 3,500.00	\$ -	\$ 3,940.00
20	Desgaste excesivo o fractura rodamiento o chumaceras motriz y tensora	0.2		Evidente / No evidente: No Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Análisis de vibración en alarma, con frecuencia errática, contaminación en lubricante con partículas metálicas, posible forzamiento o trancamiento del equipo, elevación de temperatura Acción correctiva: Cambio de chumaceras.	8	\$ 4,050.00	\$ 1,200.00	\$ -	\$ 6,720.00
21	Falta de lubricante en chumaceras rodillos motriz y de cola	0.2		Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Temperatura y ruido anormal en chumaceras de rodillos.	8	\$ 4,050.00	\$ 1,200.00	\$ -	\$ 6,720.00

				Acción correctiva: Reparación o cambio de tubería de lubricación							
			22	Falta de abastecimiento de bagazo	0.2	Evidente / No evidente: Si Afecta SHA: No Efecto operacional (síntomas): Baja de molienda por abastecimiento de caña que puede darse por no inventario de caña por lluvias en campo. Acción correctiva: Manejar un inventario de seguridad de bagazo en bodega de ingenio.	4	\$ 4,050.00	\$ 700.00	\$ -	\$ 3,380.00
			23	Pistones de bomba hidráulica dañado	0.3	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Ruido anormal en bomba hidráulica, sedimento metálico en tanque de aceite Acción correctiva: Cambio de bomba hidráulica	6	\$ 4,050.00	\$ 8,000.00	\$ -	\$ 10,766.67
			24	Mangueras hidráulicas rotas	0.5	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Fuga de aceite en manguera o conexiones Acción correctiva: Cambio de manguera	4	\$ 4,050.00	\$ 350.00	\$ -	\$ 8,275.00
			25	Pistones de motor hidráulico dañados	0.5	Evidente / No evidente: SI Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Ruido anormal en motor hidráulico, sedimento metálico en tanque de aceite Acción correctiva: Cambio de motor hidráulico	6	\$ 4,050.00	\$ 5,000.00	\$ -	\$ 14,650.00
			26	Acople quebrado	2	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Se presenta quebradura de tapaset y rejillas Acción correctiva: cambio de tapaset o rejillas	6	\$ 4,050.00	\$ 180.00	\$ -	\$ 48,960.00

				27	Aceite contaminado con agua	0.5	Evidente / No evidente: NO Afecta SHA: NO Efecto operacional (síntomas): Cambio de color en aceite y emulsificación. Acción correctiva: Sustitución de enfriador de aceite	6	\$ 4,050.00	\$ 1,200.00	\$ -	\$ 12,750.00
--	--	--	--	----	-----------------------------	-----	--	---	-------------	-------------	------	--------------

Tabla Anexo 18 AMEF Transportador de bagazo de retorno

HOJA DE REGISTRO MCC			Sistema: Transportador Retorno Bagazo			<u>Indicador de ahorro potencial esperado después de implantar el MCC</u>													
						Equipos principales: Yuri Chavez, Efrain Jimenez y Tony Guerra						Inversión \$ 228,775.36 Riesgo \$/año \$ 286,606.00 Ahorro potencial \$ 57,830.64							
#	Función	#	Falla Funcional	#	Modo de falla	Actividad de mantenimiento utilizando el árbol lógico de decisión del MCC	Acción de mantenimiento a ejecutar	Frecuencia de aplicación	Responsable	Costos directos de la actividad de Mantenimiento propuesta	Costos del plan Anual	Frecuencia esperada de eventos por año fallas/año	Efecto de Falla	TPP R horas	Imp. Prod. \$/hora	Costos directos por falla \$/falla	Imp. SHA \$/falla	Riesgo Futuro esperado \$/año	Ahorro potencial
1	El sistema tiene como principal objetivo transportar el bagazo que esta almacenado en la bodega de bagazo cuando hay paro de molida para alimentar con bagazo las calderas y	1	No transportar el bagazo de la bodega a trasportador N°2 de retrono	1	Banda atorada	Limpieza semanal de estaciones de rodillos y tención adecuada de banda	Con aire compirmido realizar limpieza en estaciones de rodillos, revisar guarderas y revisar tensión de banda por medio de revisión de catenaria entre estaciones	24.00	Responsable de mantenimiento mecanico, mecanicos y operadores	\$ 20.00	\$ 480.00	0.20		2	\$ 4,050.00	\$ 50.00	\$ -	\$ 1,630.00	\$ 30,390.00

cuando la molidora esta igual o menor a 350 Ton/h para que los alimentadores de las calderas no pierdan sello.	2	Desalineación excesiva de banda de hule	Revisión de alineación Limpieza semanal de estaciones de rodillos	Verificar paralelismos de rodillos con equipo infarrojo, aprete de de tornillos de sujeción de estaciones y limpieza de rodillos autoalineantes	12.00	Responsable de mantenimiento mecánico, mecánicos y operadores	\$ 20.00	\$ 240.00	0.20	8	\$ 4,050.00	\$ 55.00	\$ -	\$ 6,491.00	\$ 9,524.00
	3	Banda cortada	Revisión visual de estado empalme vulcanizado y ambas caras de contacto	Verifica estado físico de empalme vulcanizado y caras de contactos para evaluar superficies irregulares, rasgaduras, grietas y limpieza	24.00	Responsable de mantenimiento mecánico, mecánicos y operadores	\$ 20.00	\$ 480.00	0.14	4	\$ 4,050.00	\$ 55.00	\$ -	\$ 2,322.14	\$ 16,648.86
	4	Estaciones de rodillos con rodamientos dañados y/o pinos quebrados	Revisión de alineación de rodillos de limpieza y Limpieza semanal de estaciones de rodillos	Verificar paralelismos de rodillos con equipo infarrojo, aprete de de tornillos de sujeción de estaciones, limpieza de rodillos y lubricación	12.00	Responsable de mantenimiento mecánico, mecánicos y operadores	\$ 25.00	\$ 300.00	0.10	8	\$ 4,050.00	\$ 55.00	\$ -	\$ 3,245.50	\$ 559.50
	5	Motor disparador por	Busqueda de falla oculta para determinar	Revisión e inspección de interruptor termo magnetico,	8.00	Jefe de turno mantenimiento, electricis	\$ 25.00	\$ 200.00	1	2	\$ 4,050.00	\$ 55.00	\$ -	\$ 8,155.00	\$ 7,955.00

					sobre carga	disparo de motor	rele de sobre carga, líneas de control y estado físico de rodillos de limpieza.		ta de turno									
				6	Motor Quemado	Monitoreo de condición. Termografía y Vibraciones mecánicas	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motores de rodillos.	12.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 420.00	0.10	2	\$ 4,050.00	\$ 3,000.00	\$ -	\$ 1,110.00	\$ 3,120.00
				7	Falta de suministro de energía eléctrica	Busqueda de falla oculta para determinar falta de suministro de energía eléctrica	Revisión e inspección de líneas de alimentación al equipo	2.00	Jefe de turno mantenimiento, electricista de turno	\$ 25.00	\$ 50.00	1	2	\$ 4,050.00	\$ 55.00	\$ -	\$ 8,155.00	\$ 8,105.00
				8	Eje Fracturado del motor	Pruebas No destructivas	Inspección de eje con líquidos penetrantes y ultrasonido detectos de fallas	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 25.00	\$ 25.00	0.1	2	\$ 4,050.00	\$ 3,000.00	\$ -	\$ 1,110.00	\$ 3,515.00
				9	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de motor	Monitoreo de condición. Termografía y Vibraciones mecánicas	Rutas quincenales de monitoreo de condición en motores de rodillos.	12.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 420.00	0.2	2	\$ 4,050.00	\$ 200.00	\$ -	\$ 1,660.00	\$ 14,220.00
				15	Eje quebrado de	Pruebas No destructivas	Inspección de eje con líquidos penetrantes	1.00	Analista de mantenimiento	\$ 25.00	\$ 25.00	0.1	2	\$ 4,050.00	\$ 8,500.00	\$ -	\$ 1,660.00	\$ 6,495.00

				reductor		y ultrasonido detectos de fallas		de predictivo										
				16	Dientes de engranajes barridos o quebrados.	Pruebas No destructivas y analisis de aciete	Inspección de eje con liquidos penetrantes y ultrasonido detectos de fallas. Sacra muestra de aciete hacer analsis fisico-quimico	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 35.00	0.1	3	\$ 4,050.00	\$ 8,500.00	\$ -	\$ 2,065.00	\$ 6,080.00
				17	Desgaste excesivo o fractura rodamiento de reductor	Monitoreo de condición. Termografía, Vibraciones mecanicas y analisis de aceite	Rutas quincenales de monitoreo de condición en reductor y extracción muestra de aceite.	12.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 35.00	\$ 420.00	0.1	2	\$ 4,050.00	\$ 1,000.00	\$ -	\$ 910.00	\$ 8,590.00
				18	Lubricante inadecuado en reductor	Busqueda de falla oculta para verificar características tecnicas del lubricante (viscosidad y tipo de lubricante)	Verificar por medio de mapa de lubricantes y lista de chequeo que las características tecnicas de lubricante correspondan a la sugerida por el fabricante del reductor.	1.00	Responsable de predictivo - Lubricación y lubricador	\$ 15.00	\$ 15.00	0.1	1	\$ 4,050.00	\$ 8,500.00	\$ -	\$ 1,255.00	\$ 12,363.33
				19	Eje quebrado de rodo	Pruebas No destructivas	Inspección de eje con liquidos penetrantes y ultrasonido	1.00	Analista de mantenimiento de	\$ 25.00	\$ 25.00	0.1	2	\$ 4,050.00	\$ 3,500.00	\$ -	\$ 1,160.00	\$ 2,755.00

							turno y operado res											
				27	Aceite cont aminado con agua	Prueba hidrostática de enfriador de aceite y analisis de aceite	Realizar prueba hidrostática de enfriador de aceite una vez al año y hacer analisis de aceite	1.00	Analista de mantenimiento de predictivo	\$ 100.00	\$ 100.00	0.2	2	\$ 4,050.00	\$ 1,200.00	\$ -	\$ 1,860.00	\$ 10,790.00

Tabla Anexo 19 Plan de Mantenimiento Transportador de bagazo de retorno

Anexo C. Graficas de WEIBULL

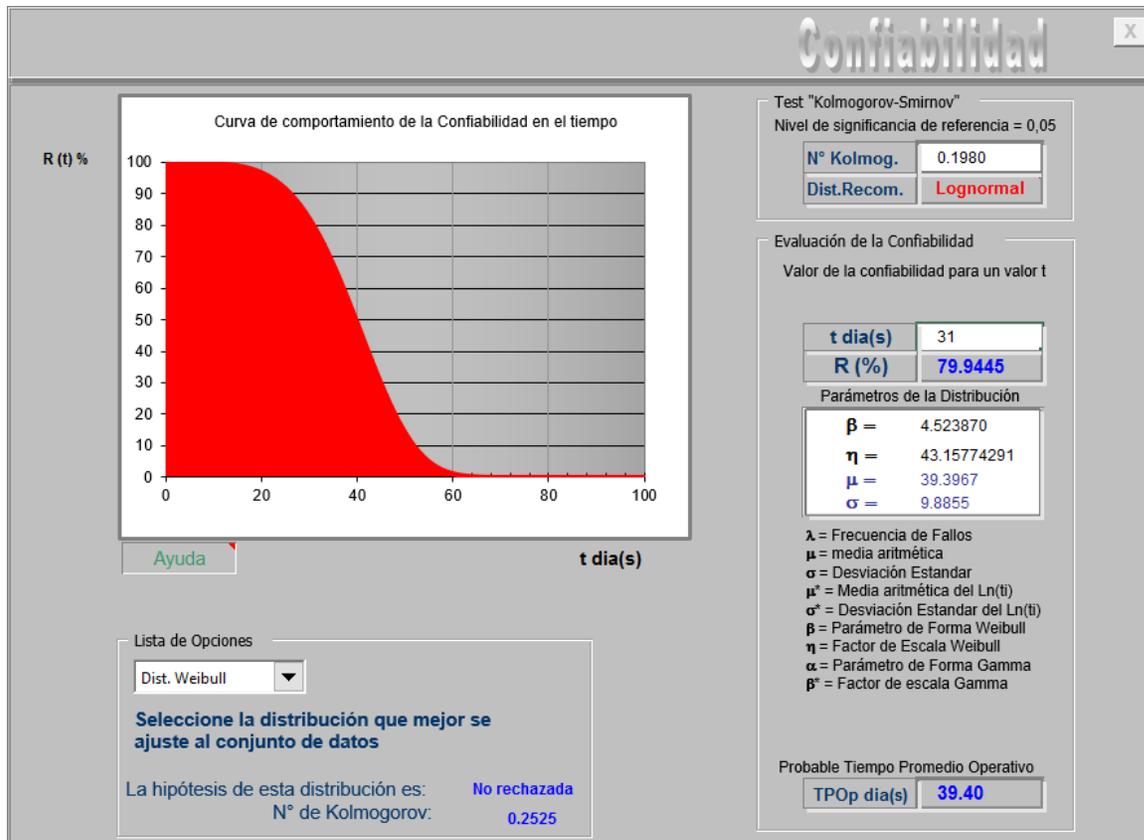


Ilustración 14 Elevador de caña, Desgaste excesivo o fractura en corredera de plástico

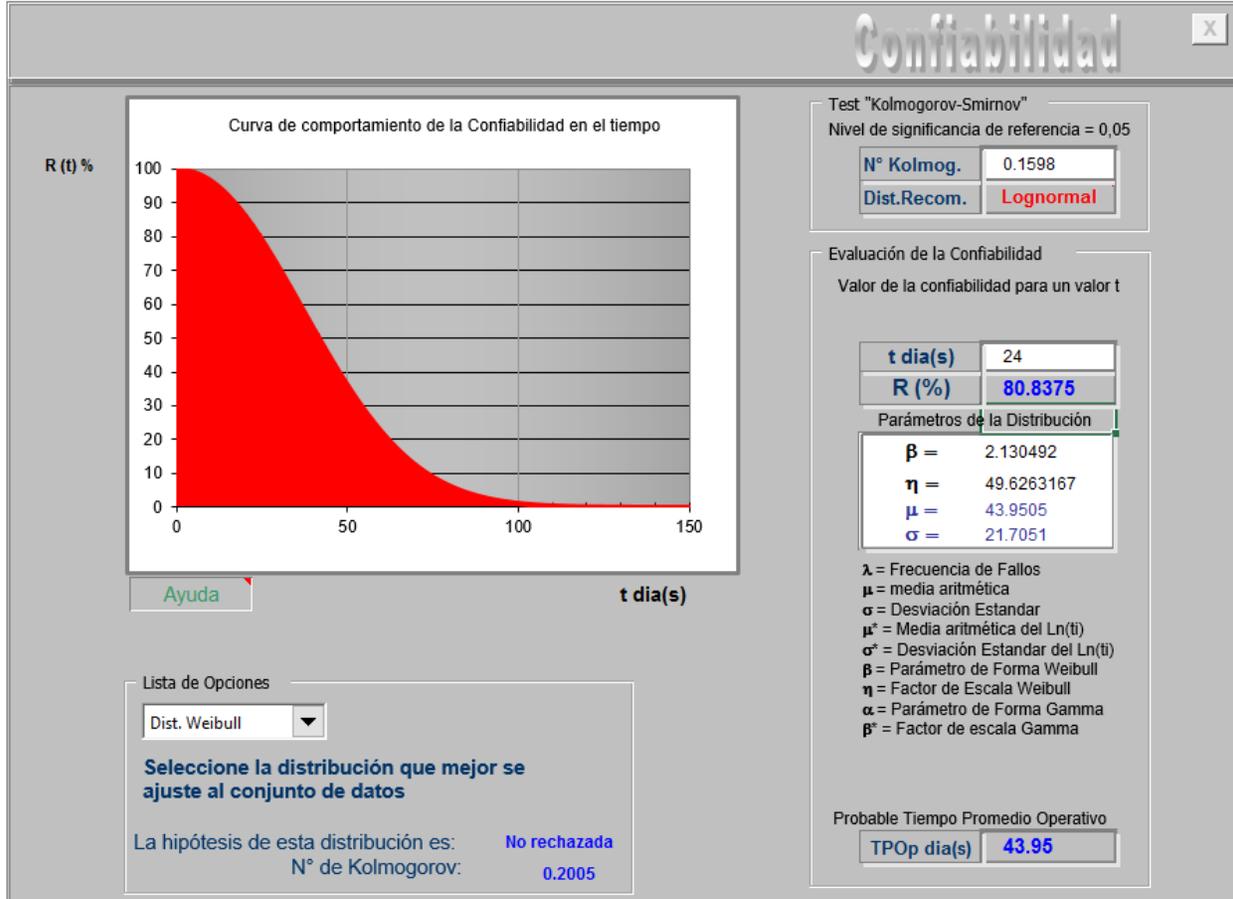


Ilustración 15 Elevador de Caña, Cadena Quebrada

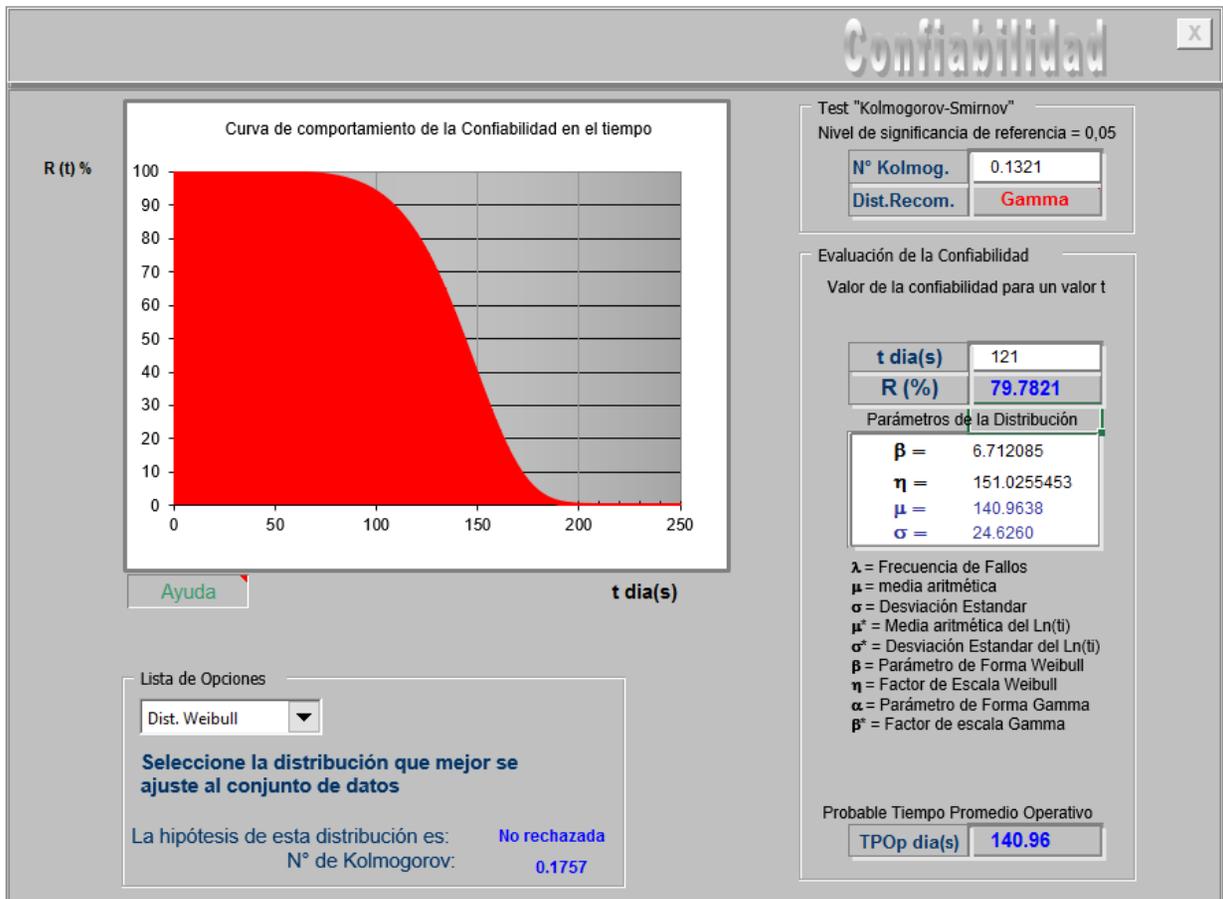


Ilustración 16 Elevador de Caña, Corredera de lamina By-pass atoradas

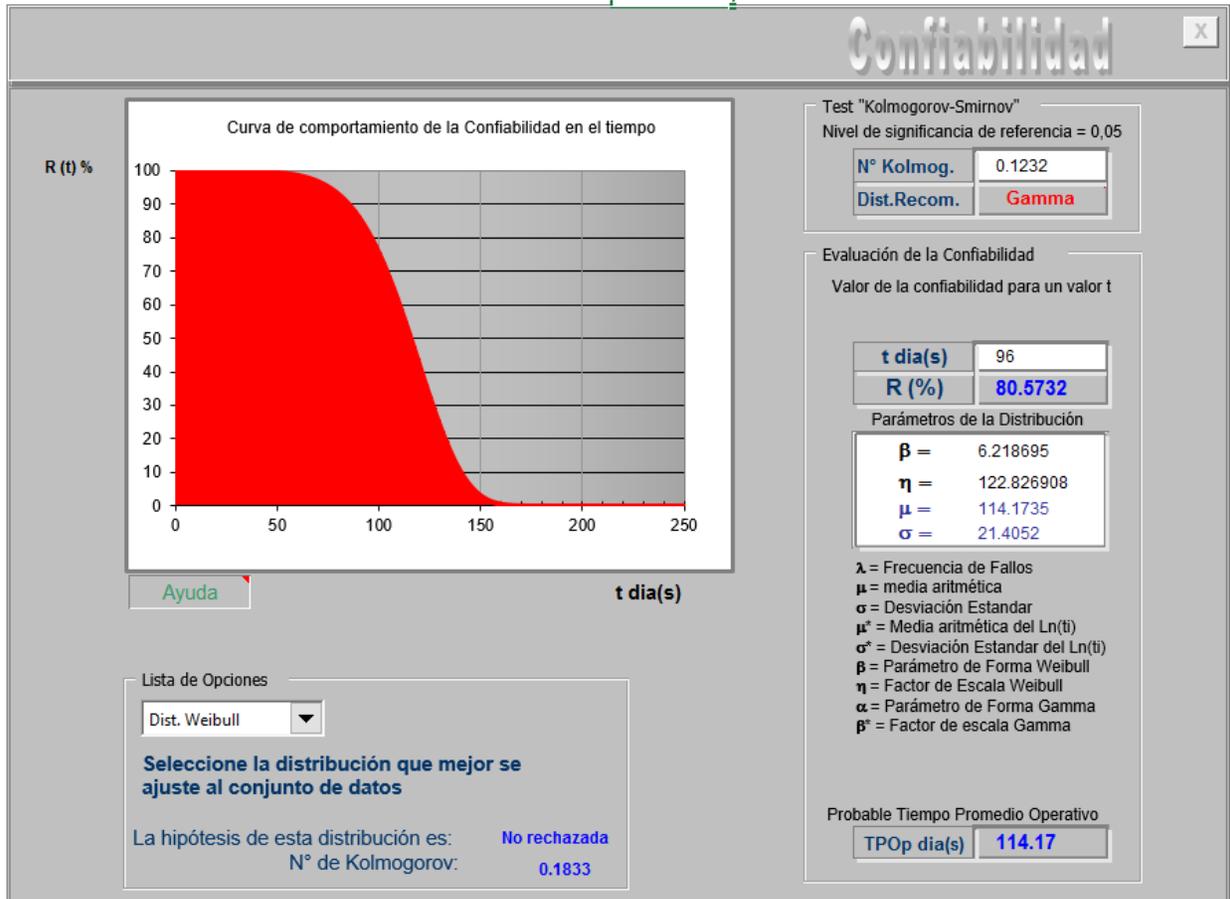


Ilustración 17 Elevador de Caña, Desgaste excesivo en lamina By-pass

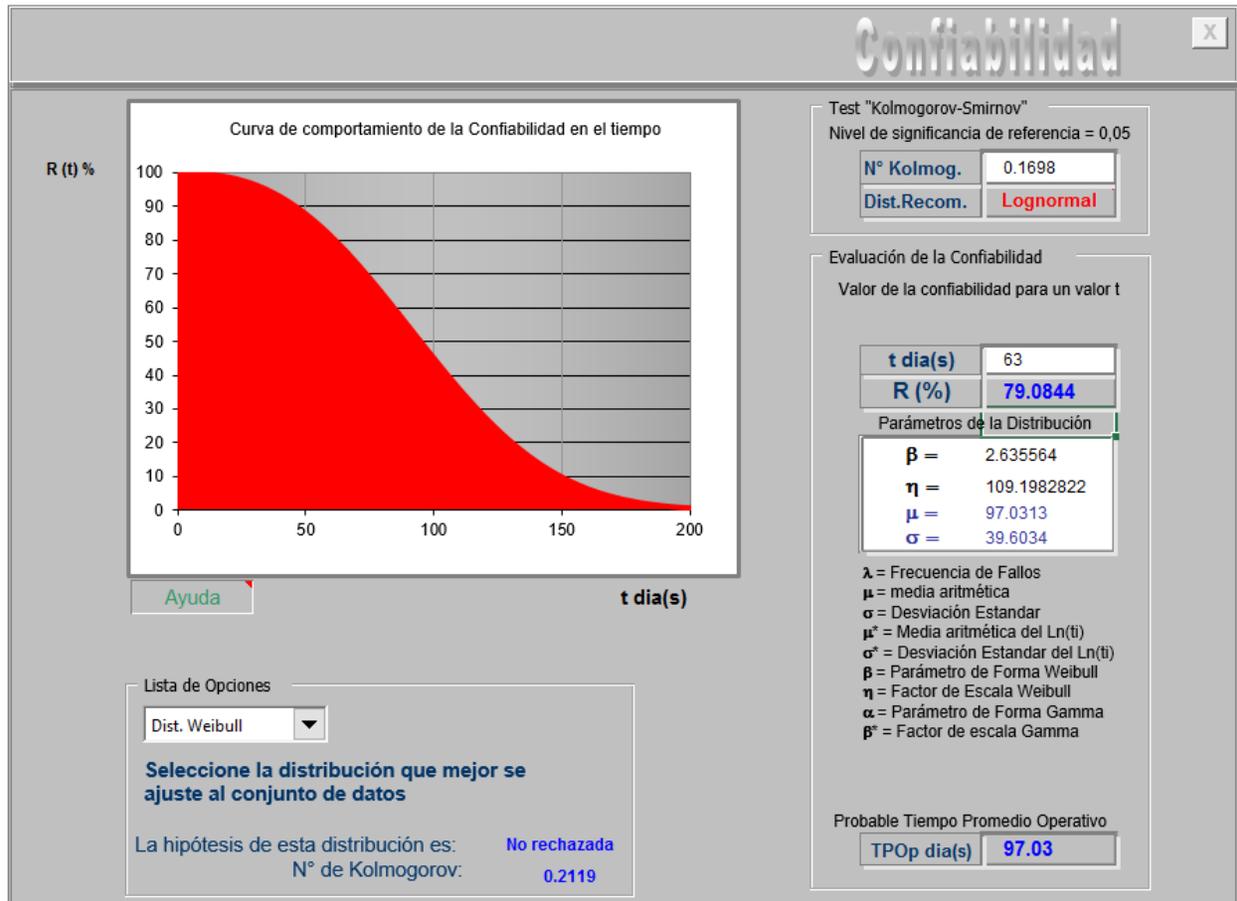


Ilustración 18 Elevador de Caña, Desgaste excesivo en faldón zona laminar

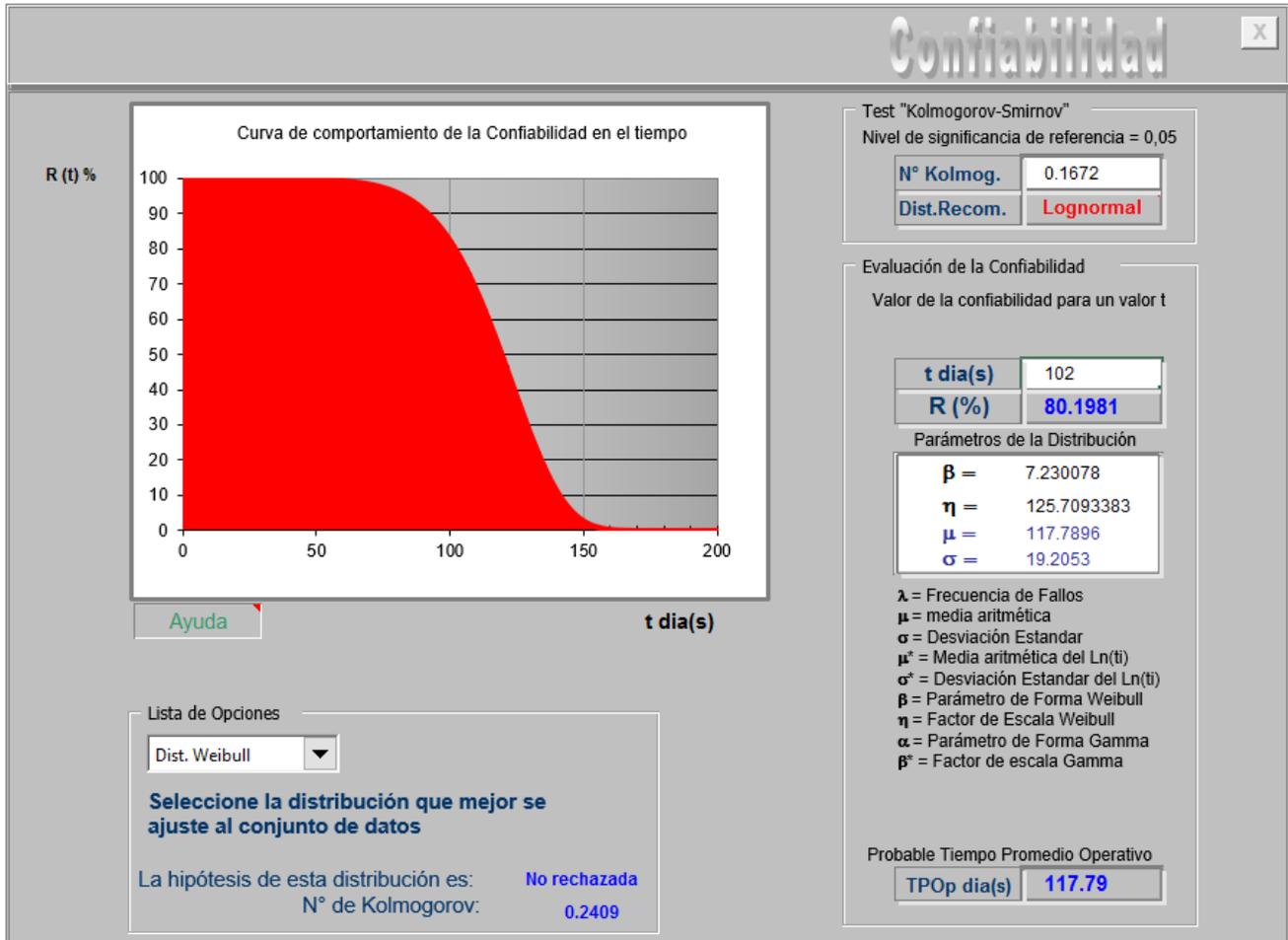


Ilustración 19 Elevador de Caña, Desgaste excesivo o fractura de rodamientos de motor

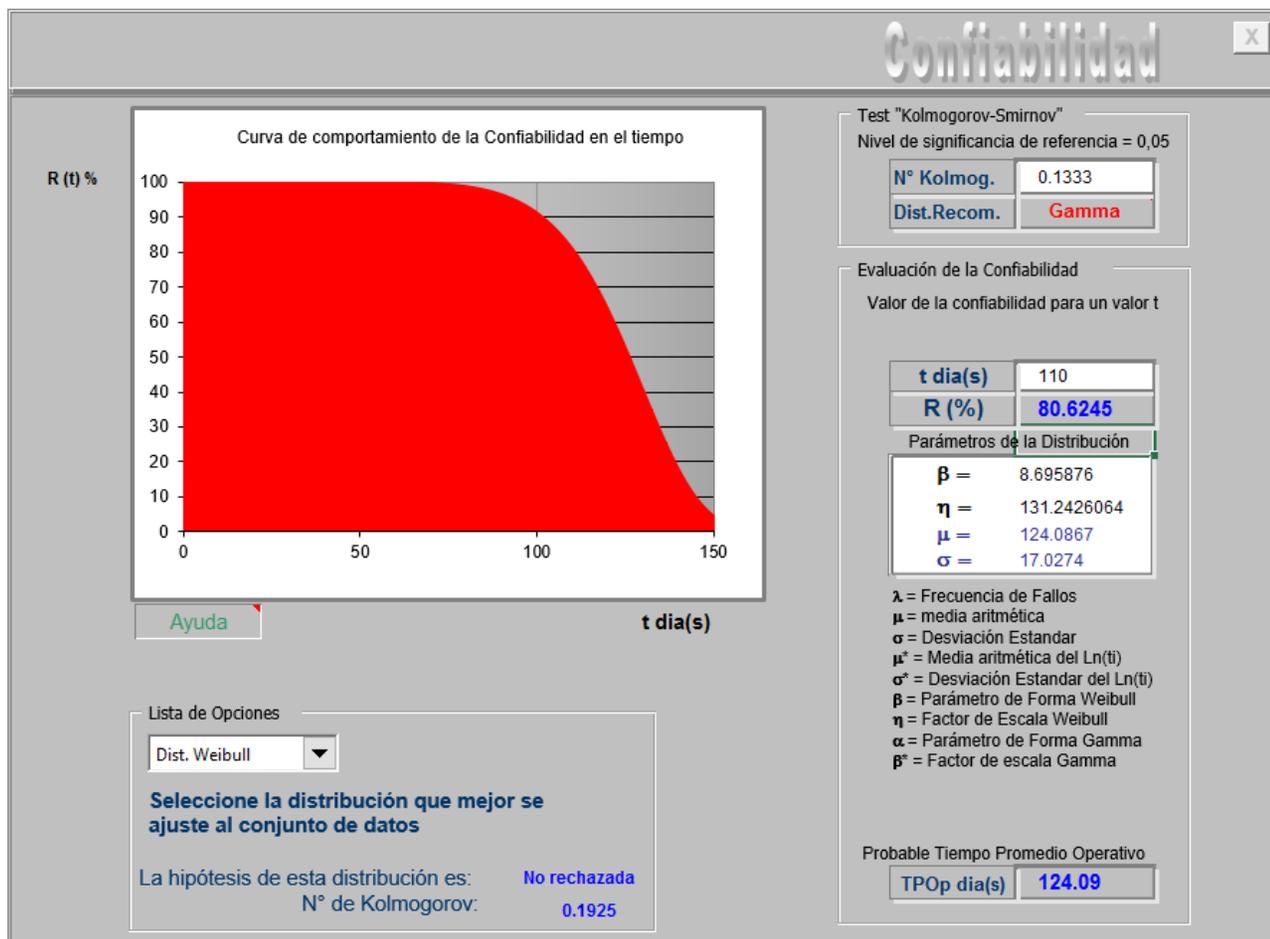


Ilustración 20 Elevador de Caña, Desgaste excesivo o fractura de rodo tensor

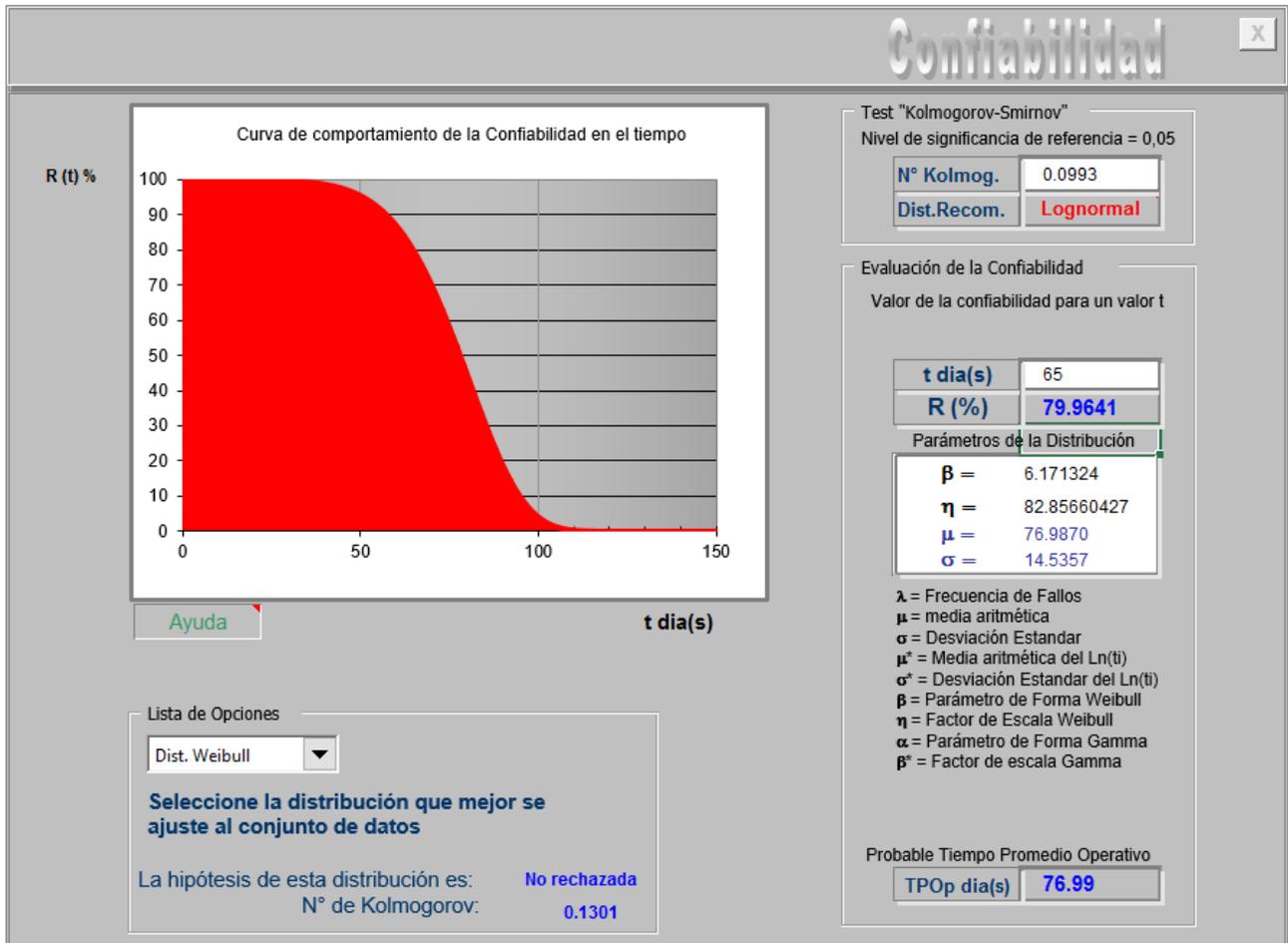


Ilustración 21 Elevador de Caña, Desgaste excesivo o fractura de rodo tensor

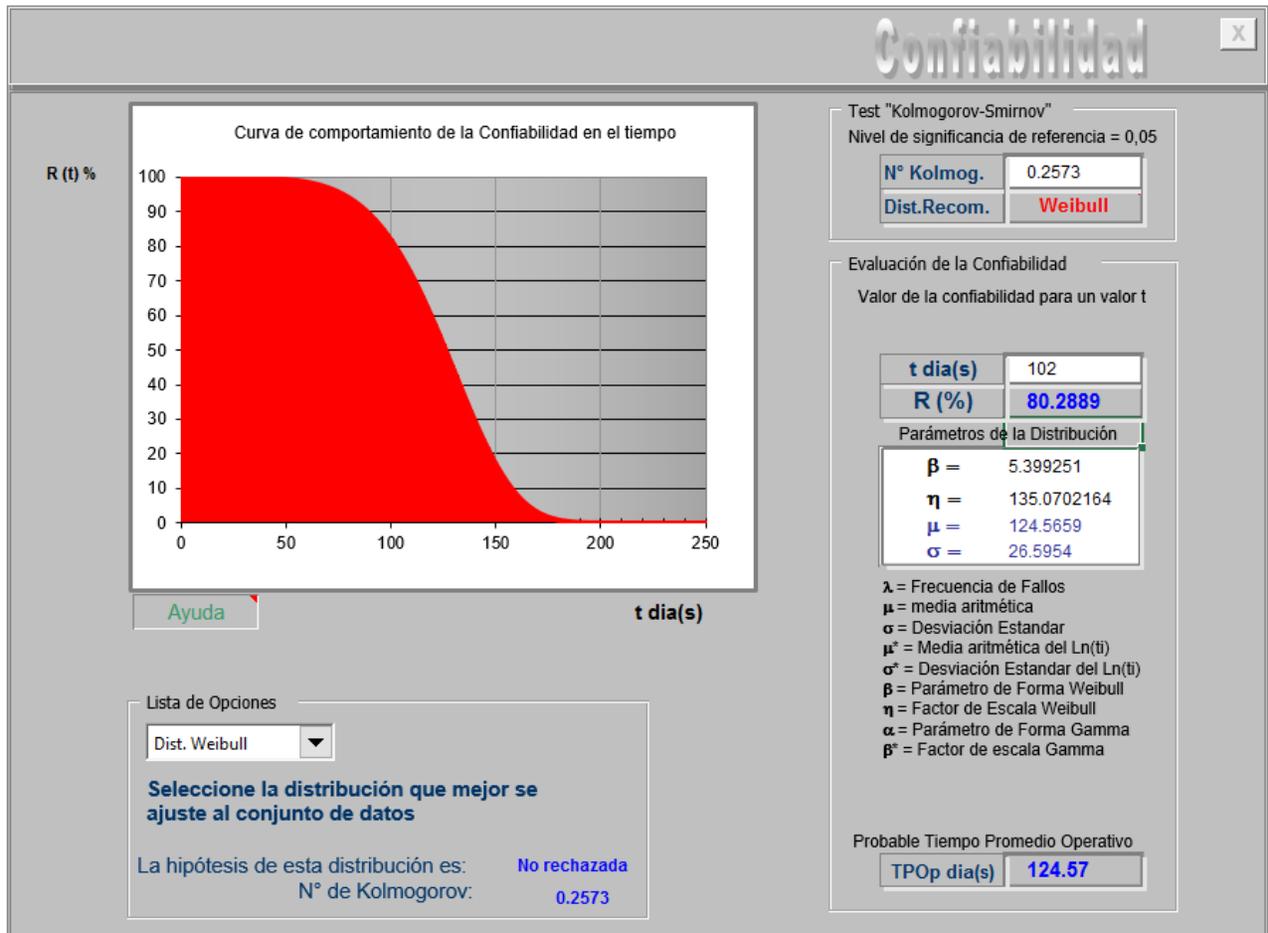


Ilustración 22 Elevador de Caña, Eje quebrado de rodo tensor

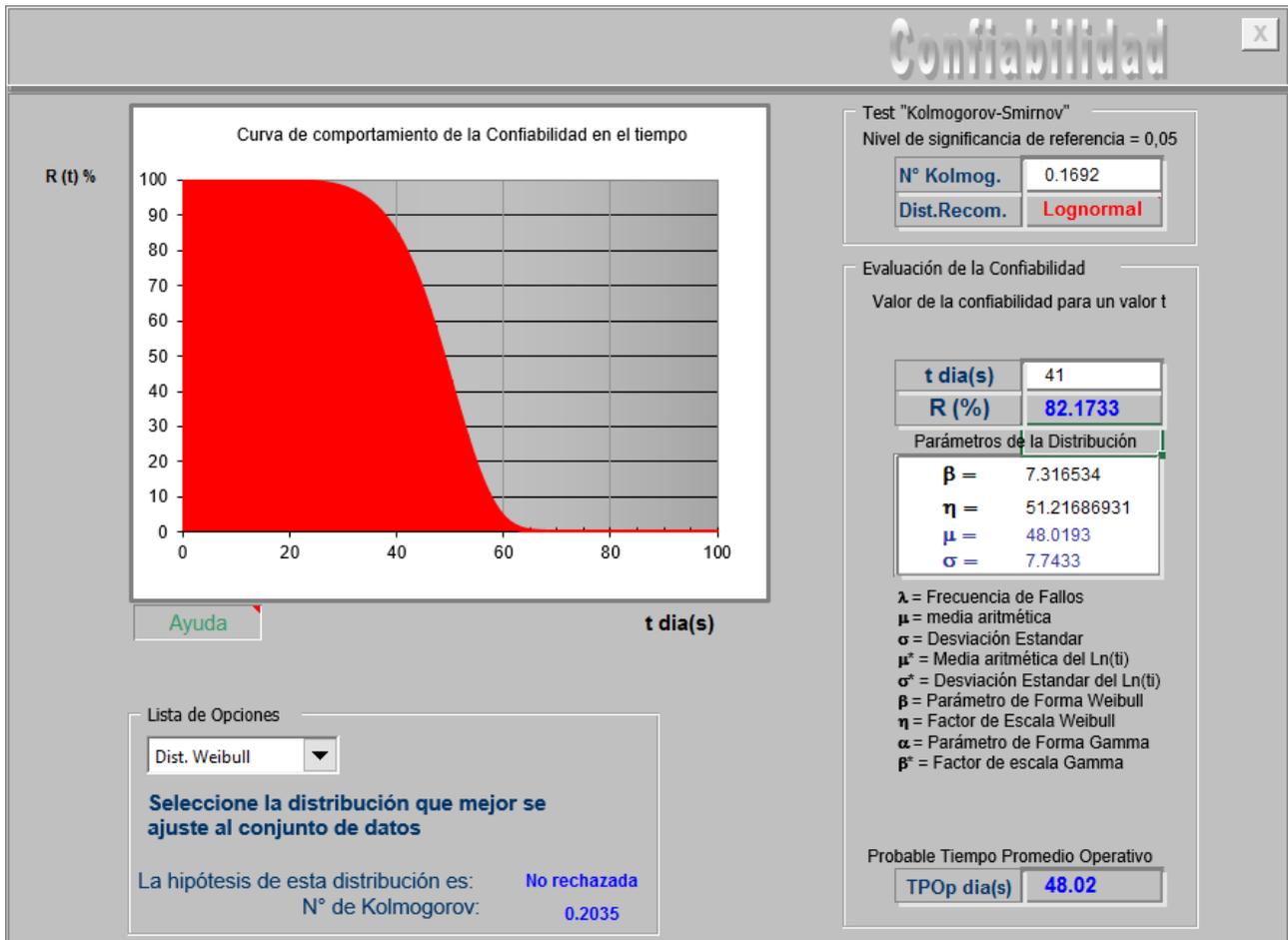


Ilustración 23 Elevador de Caña, Faja reventada

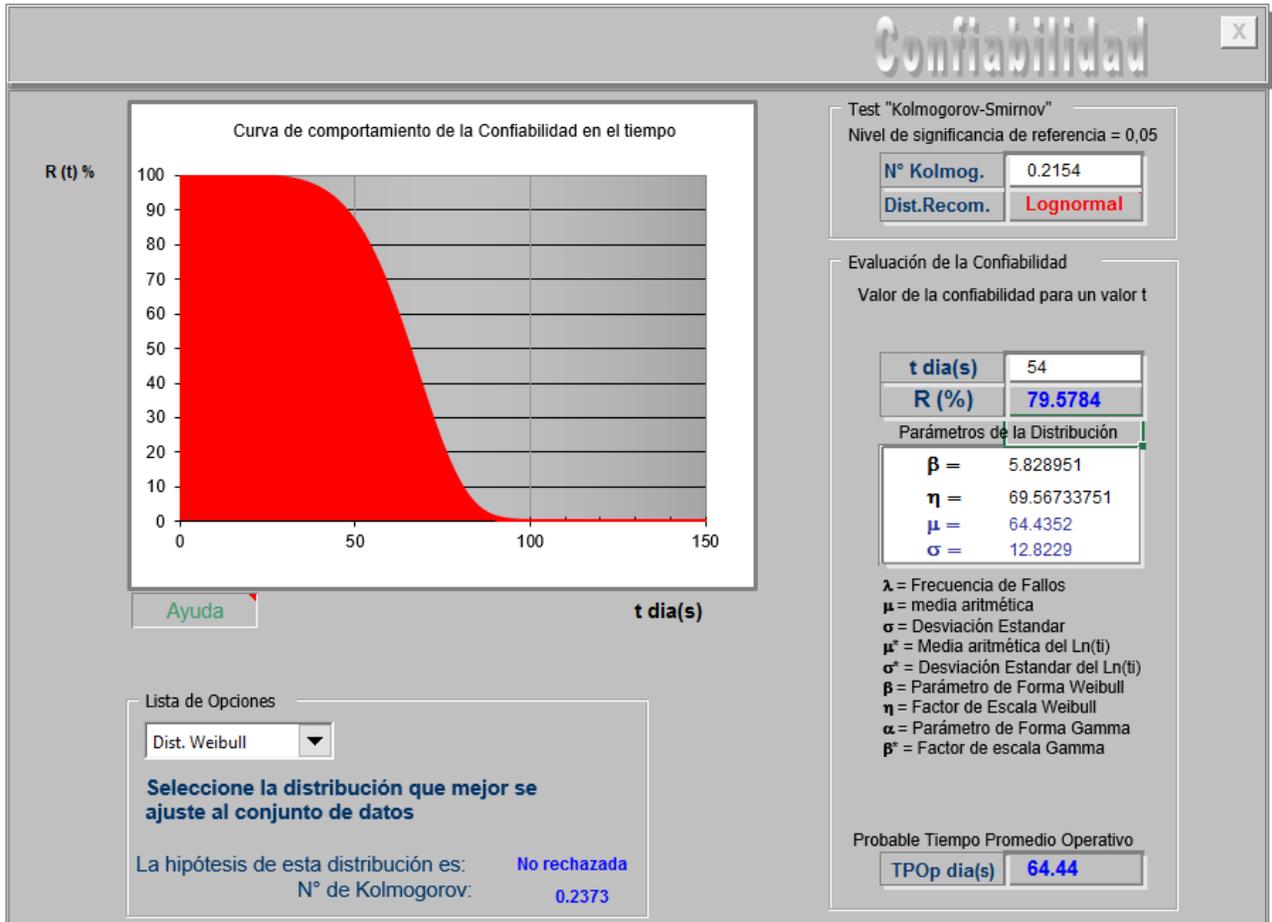


Ilustración 24 Elevador de Caña, Tornillos o tuerca quebrada

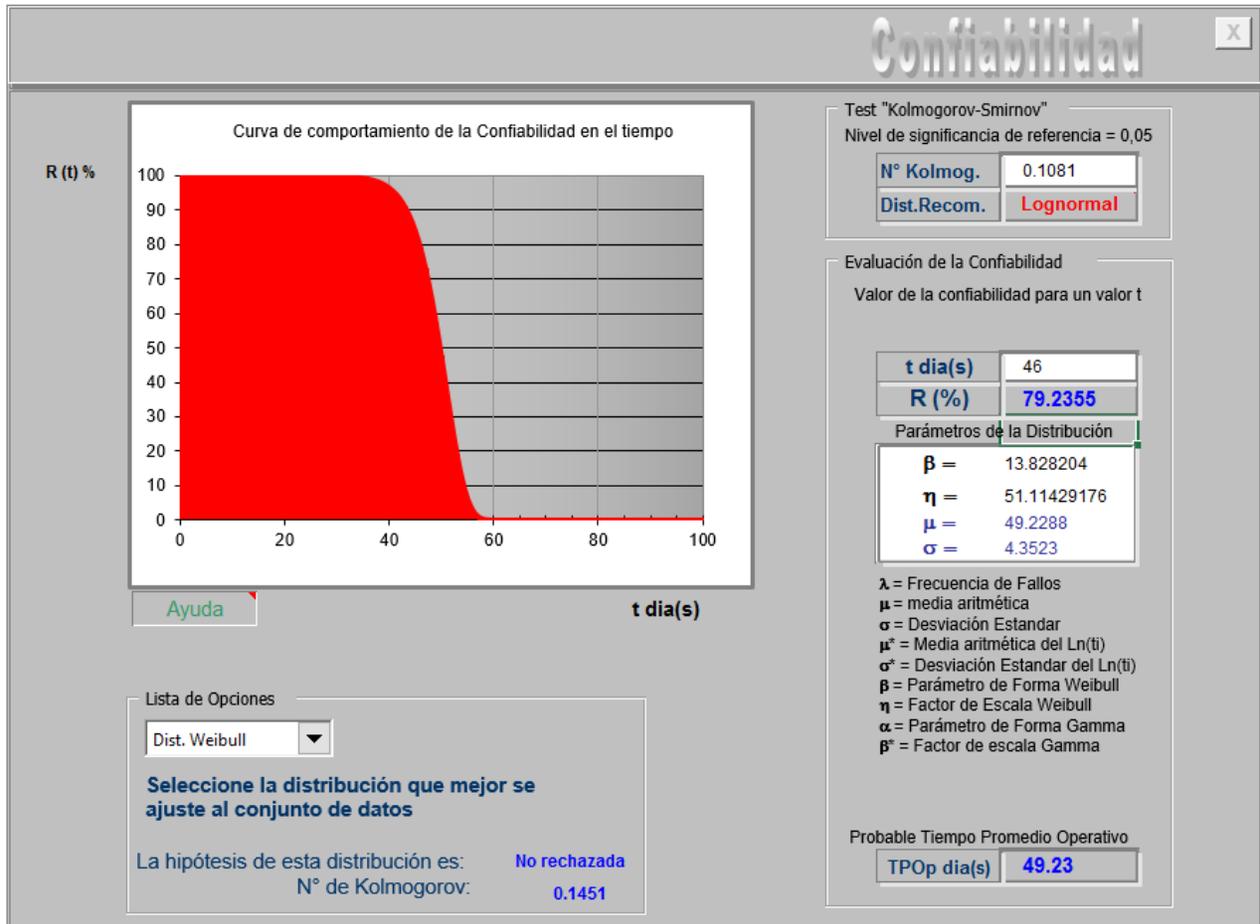


Ilustración 25 Elevadores de caña Falta de abastecimiento de caña

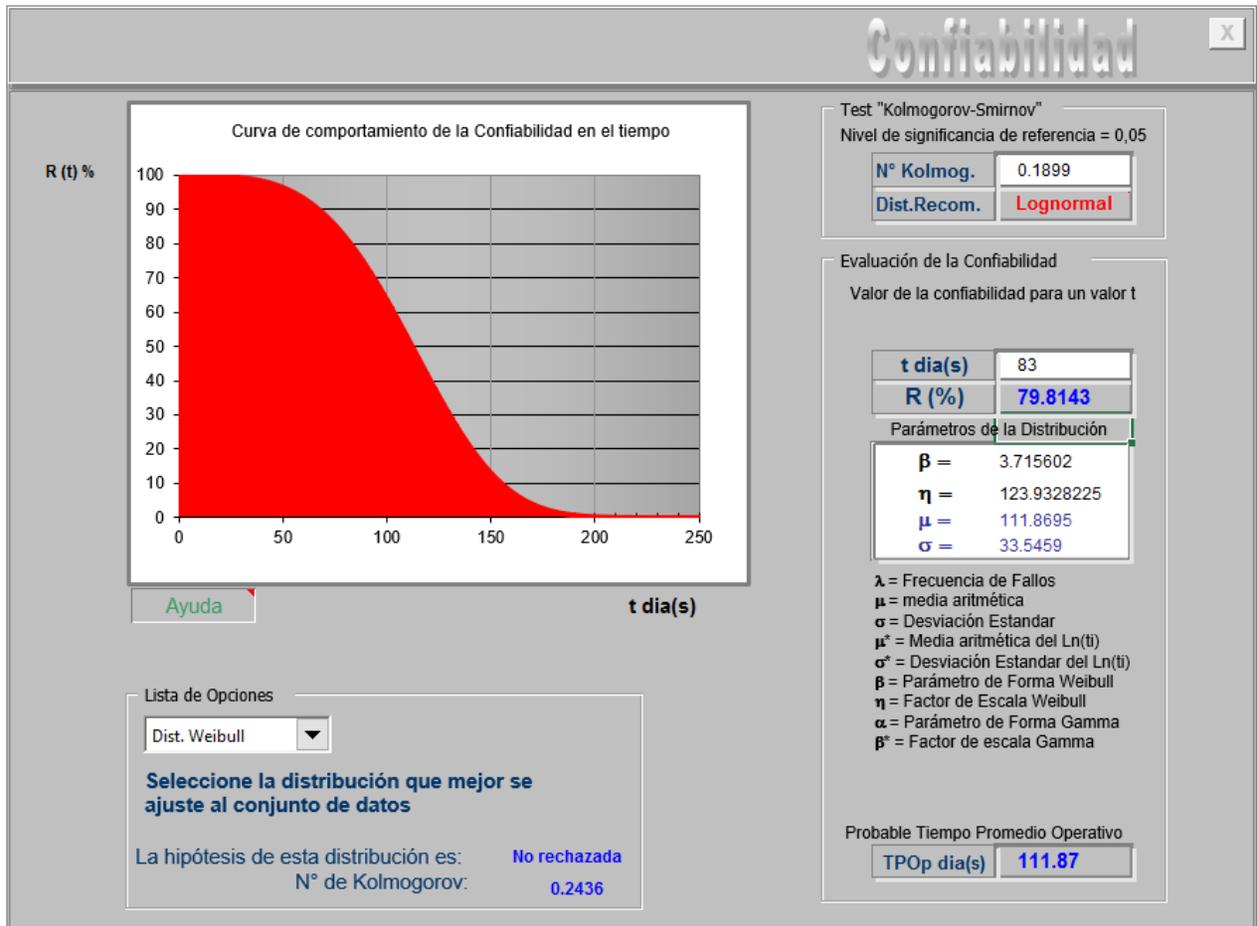


Ilustración 26 Elevadores de caña Falta de lubricante en chumaceras

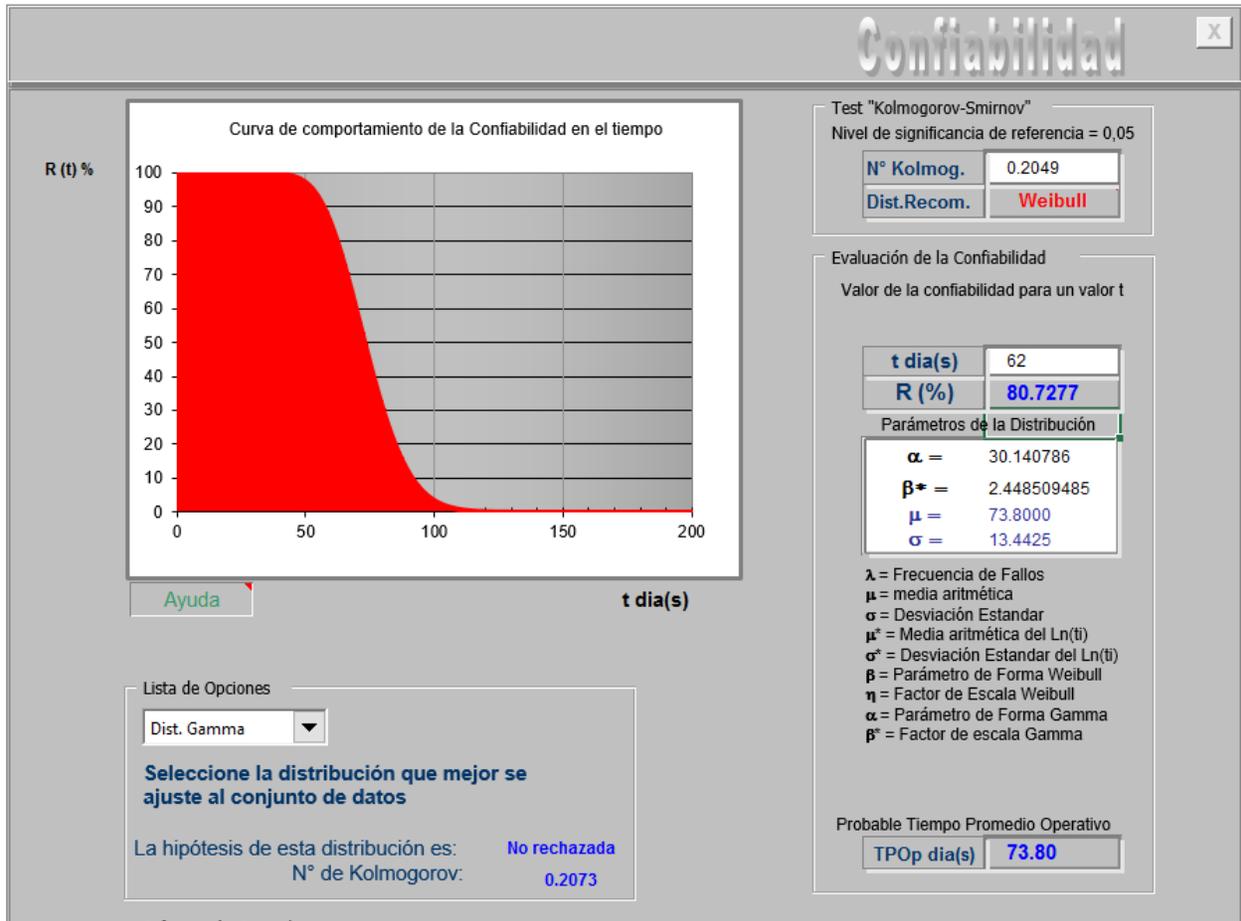


Ilustración 27 Picadoras de caña 1, 2 y 3 Acople dañado

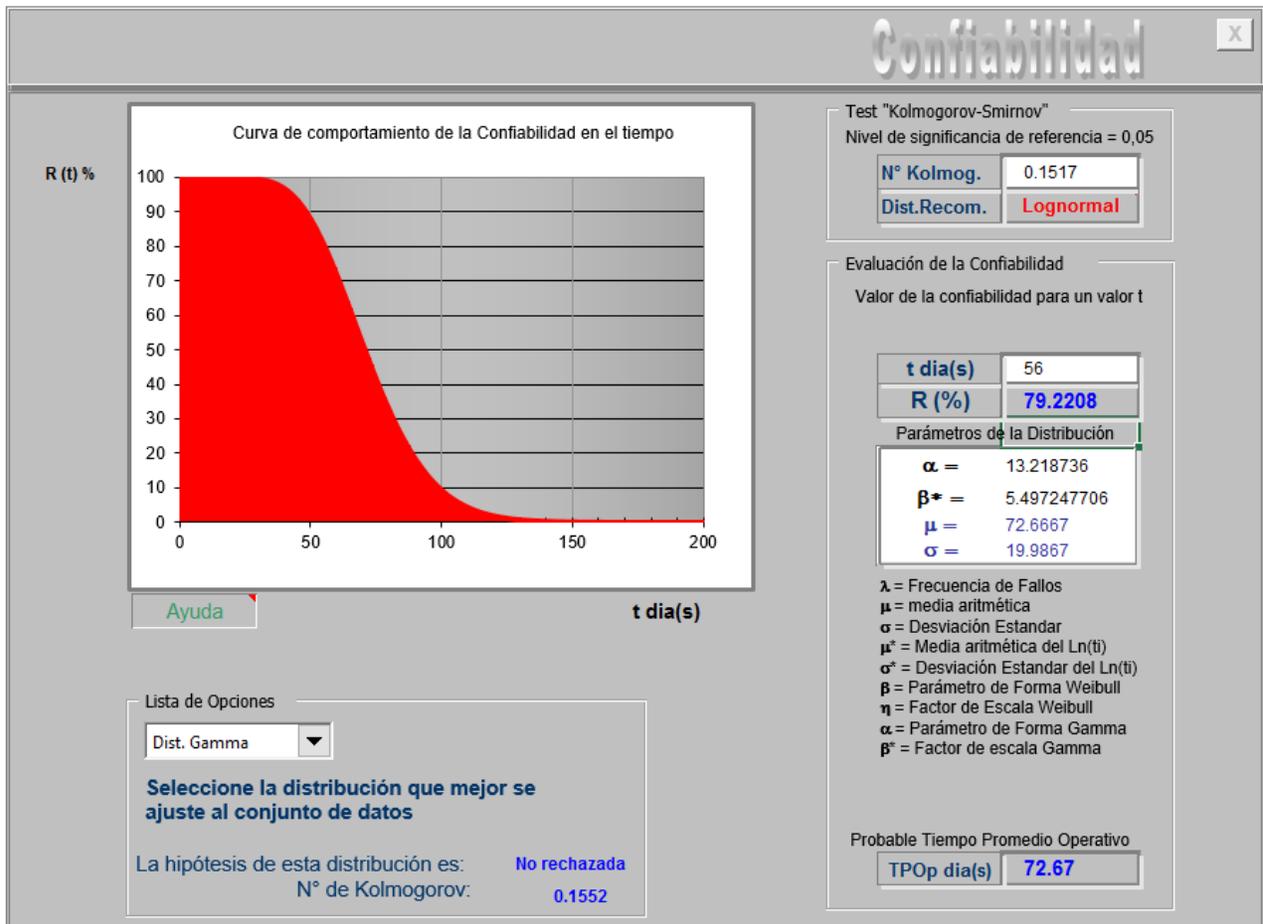


Ilustración 28 Picadoras de caña 1, 2 y 3 Cuchillas quebradas

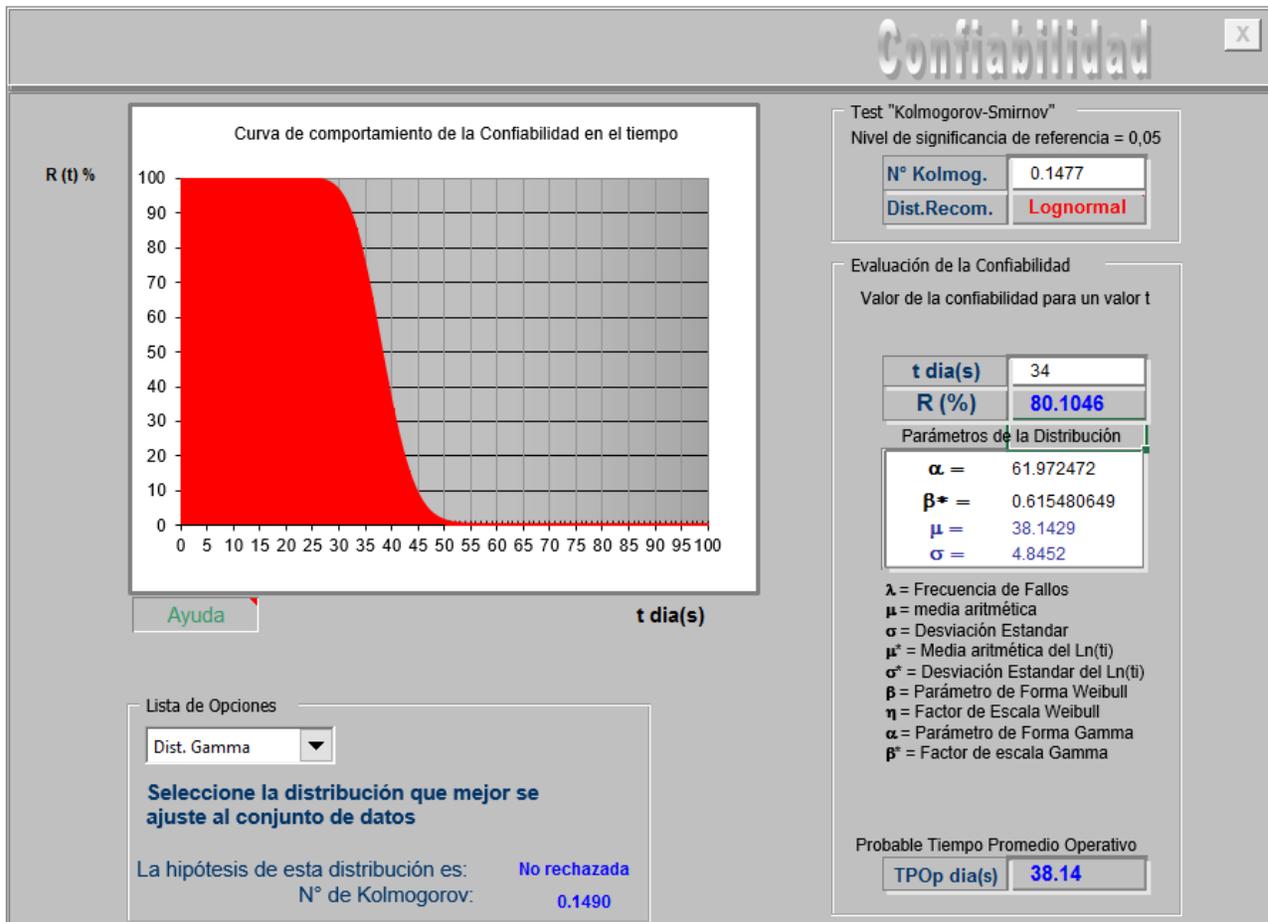


Ilustración 29 Picadoras de caña 1, 2 y 3 Desgaste de insertos de cuchillas

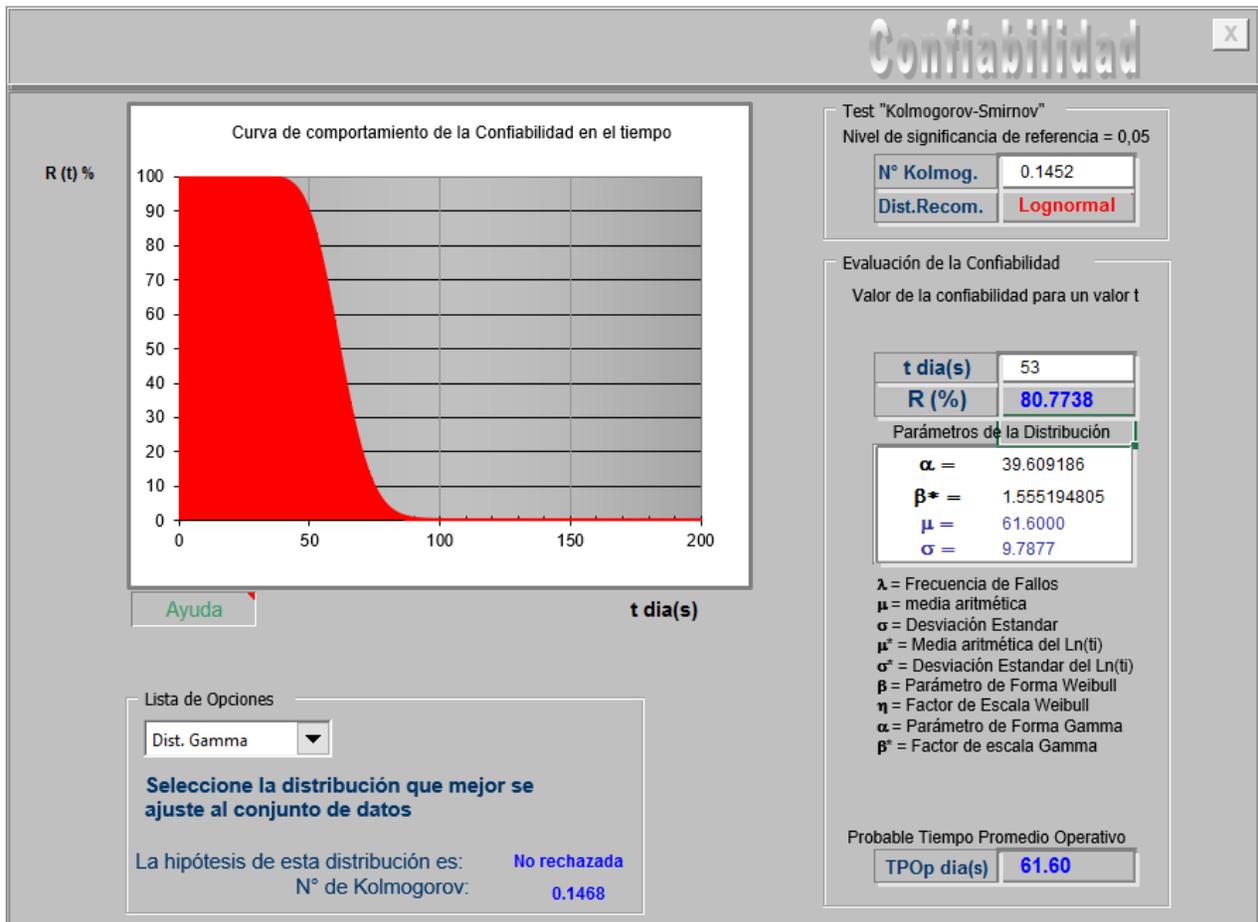


Ilustración 30 Picadoras de caña 1, 2 y 3 Desgaste excesivo o fractura rodamiento de motor

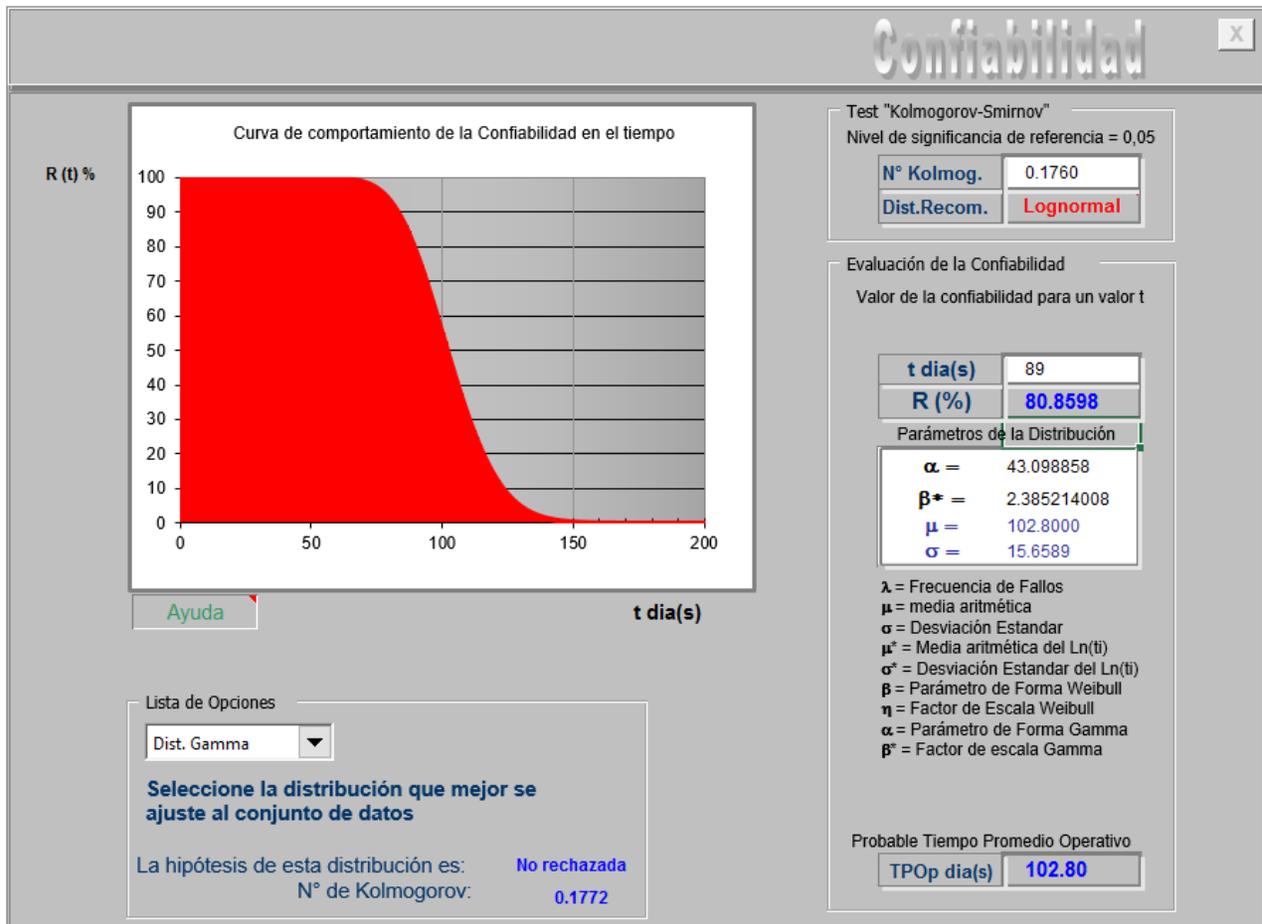


Ilustración 31 Picadoras de caña 1, 2 y 3 Desgaste excesivo/fractura rodamientos de chumacera

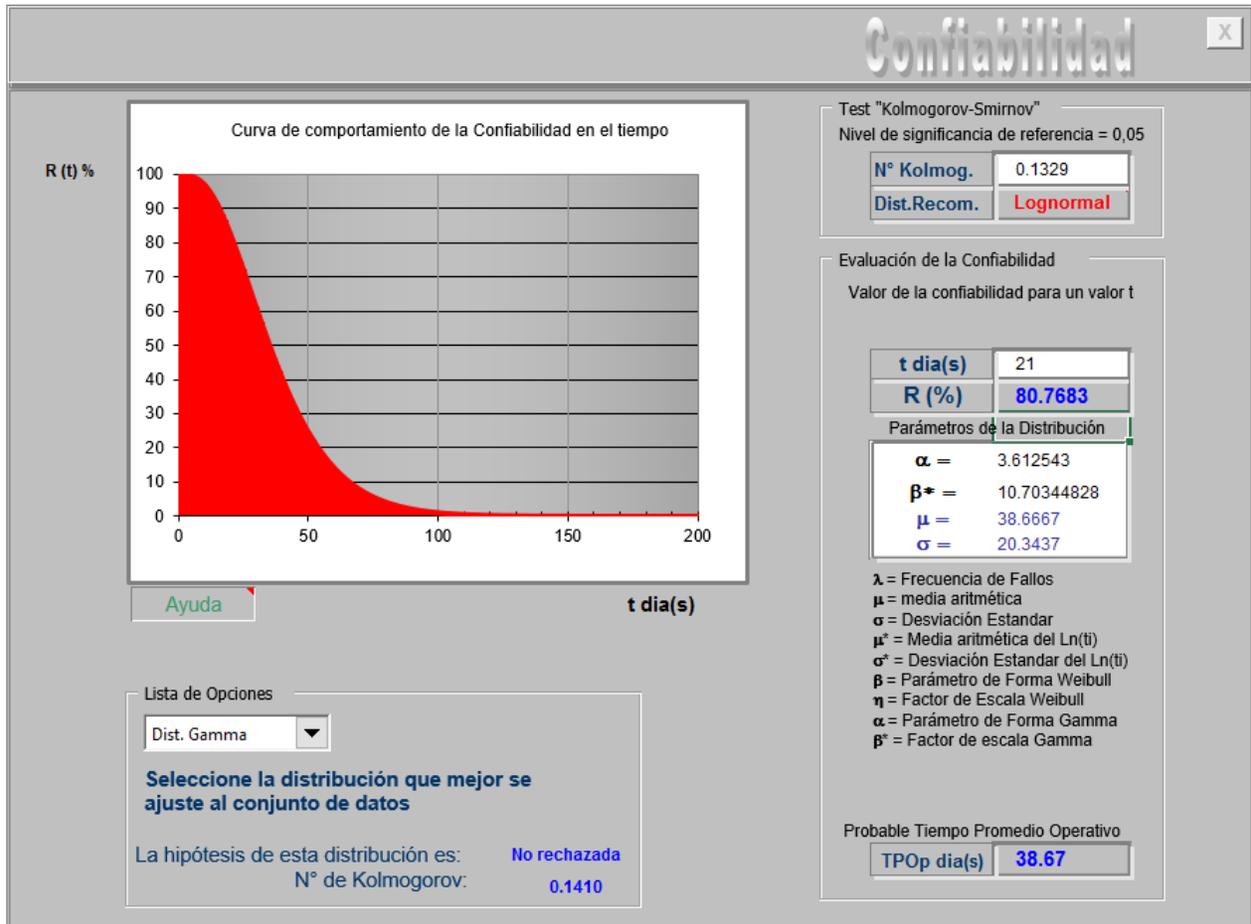


Ilustración 32 Picadoras de caña 1, 2 y 3 Picadora atorada

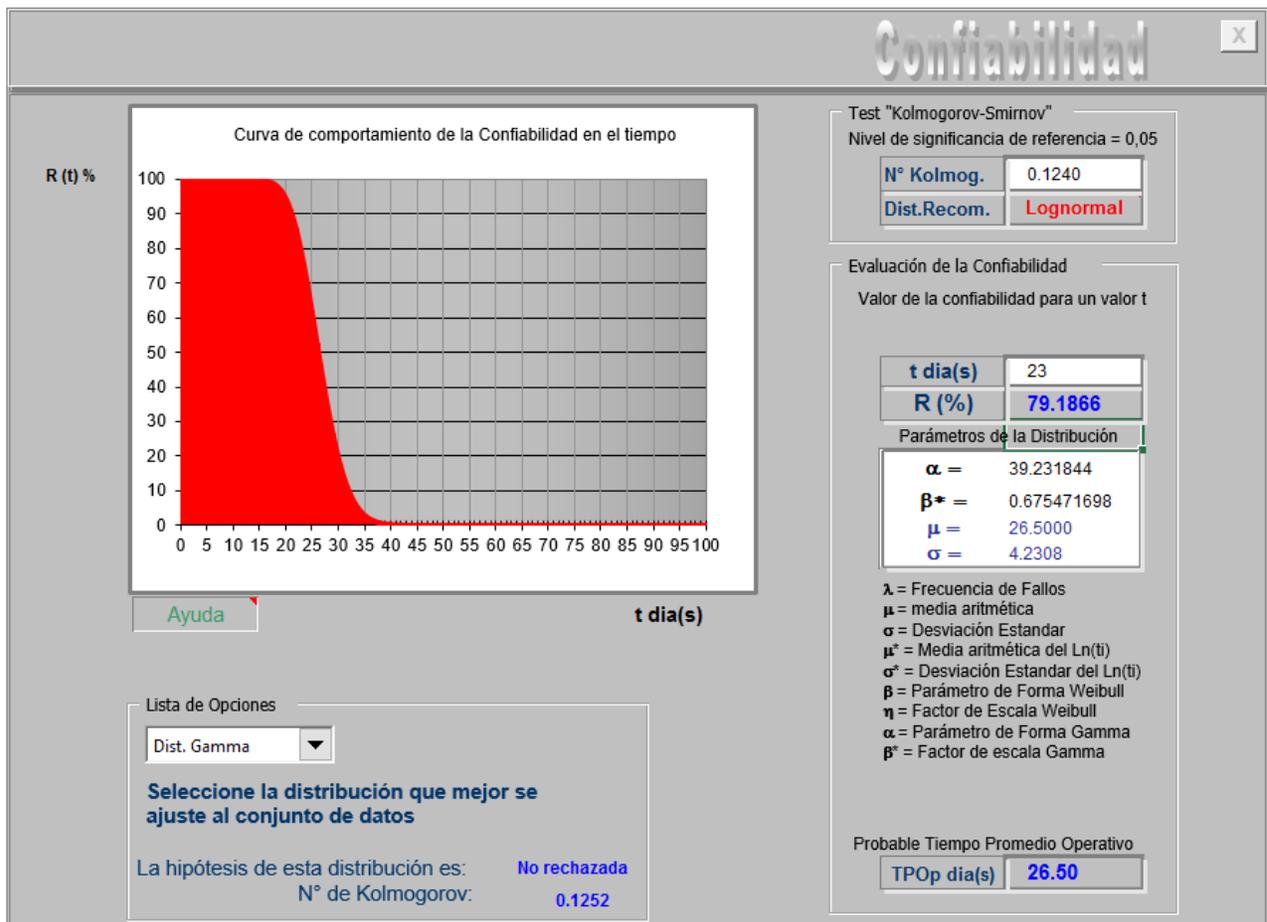


Ilustración 33 Rodillos de limpieza mesa #2 Desgaste excesivo o fractura rodamiento o chumacera de brida

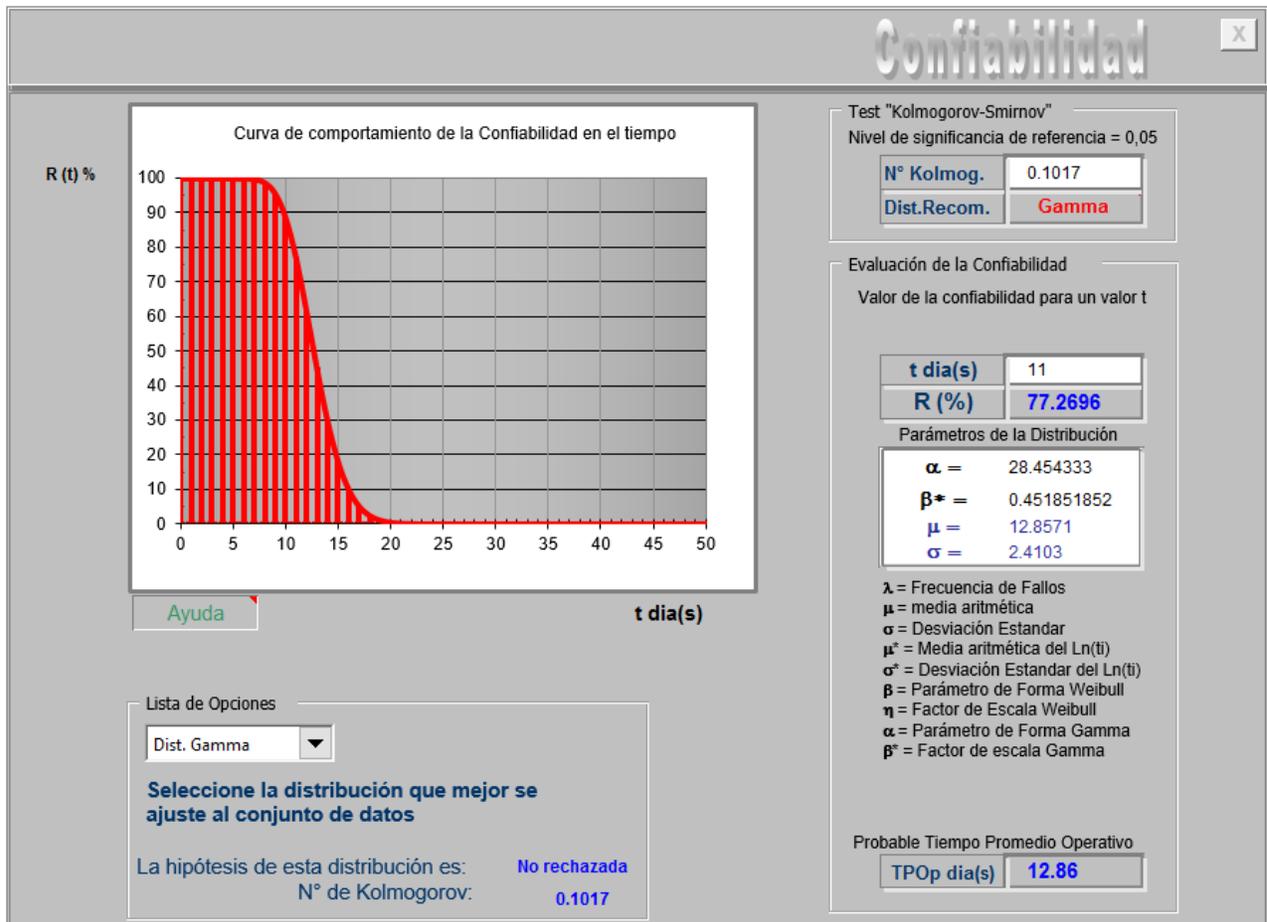


Ilustración 34 Rodillos de limpieza mesa #2 Saturación de tierra entre los discos

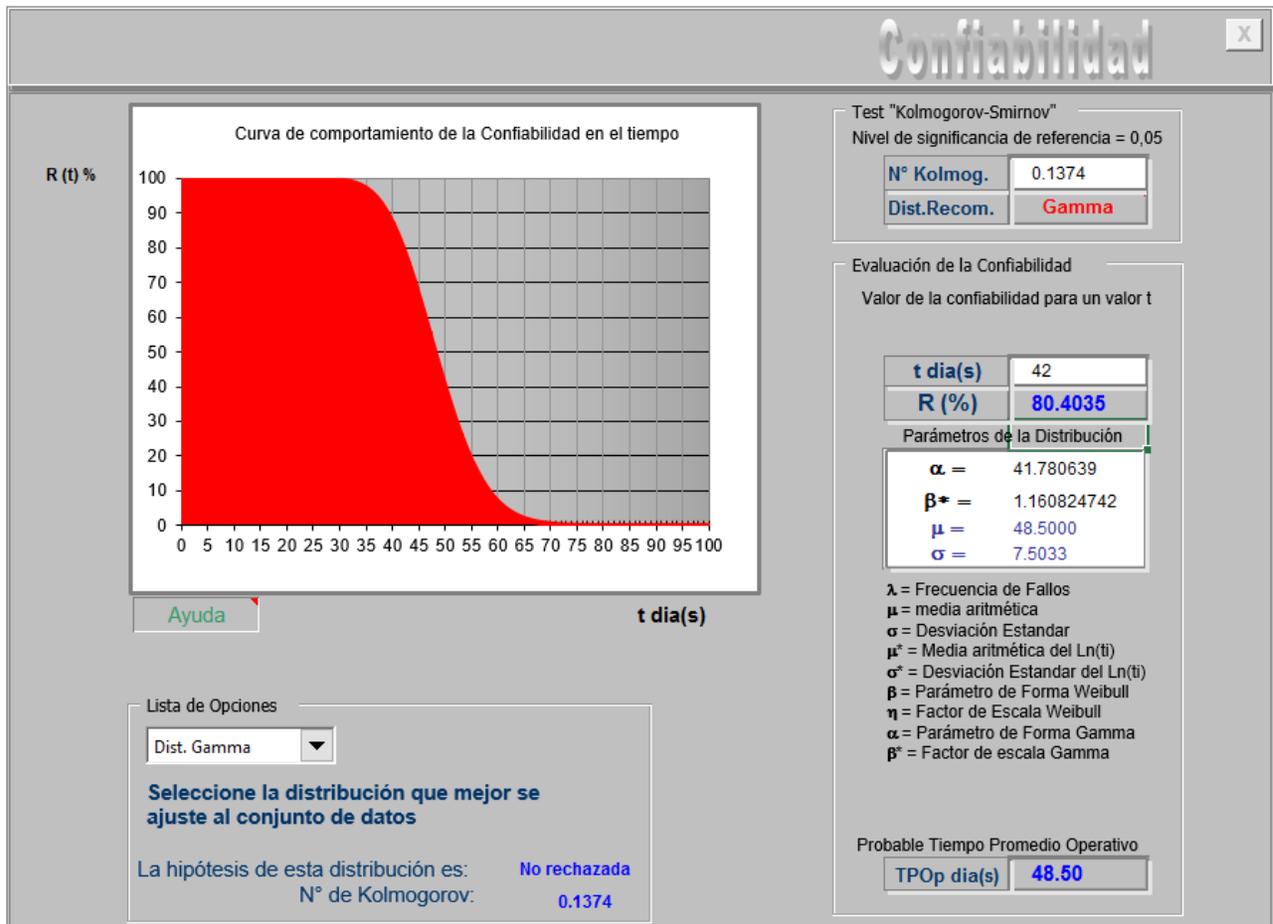


Ilustración 35 Rodillos de limpieza mesa #2 Falta de abastecimiento de caña en rodillos de limpieza

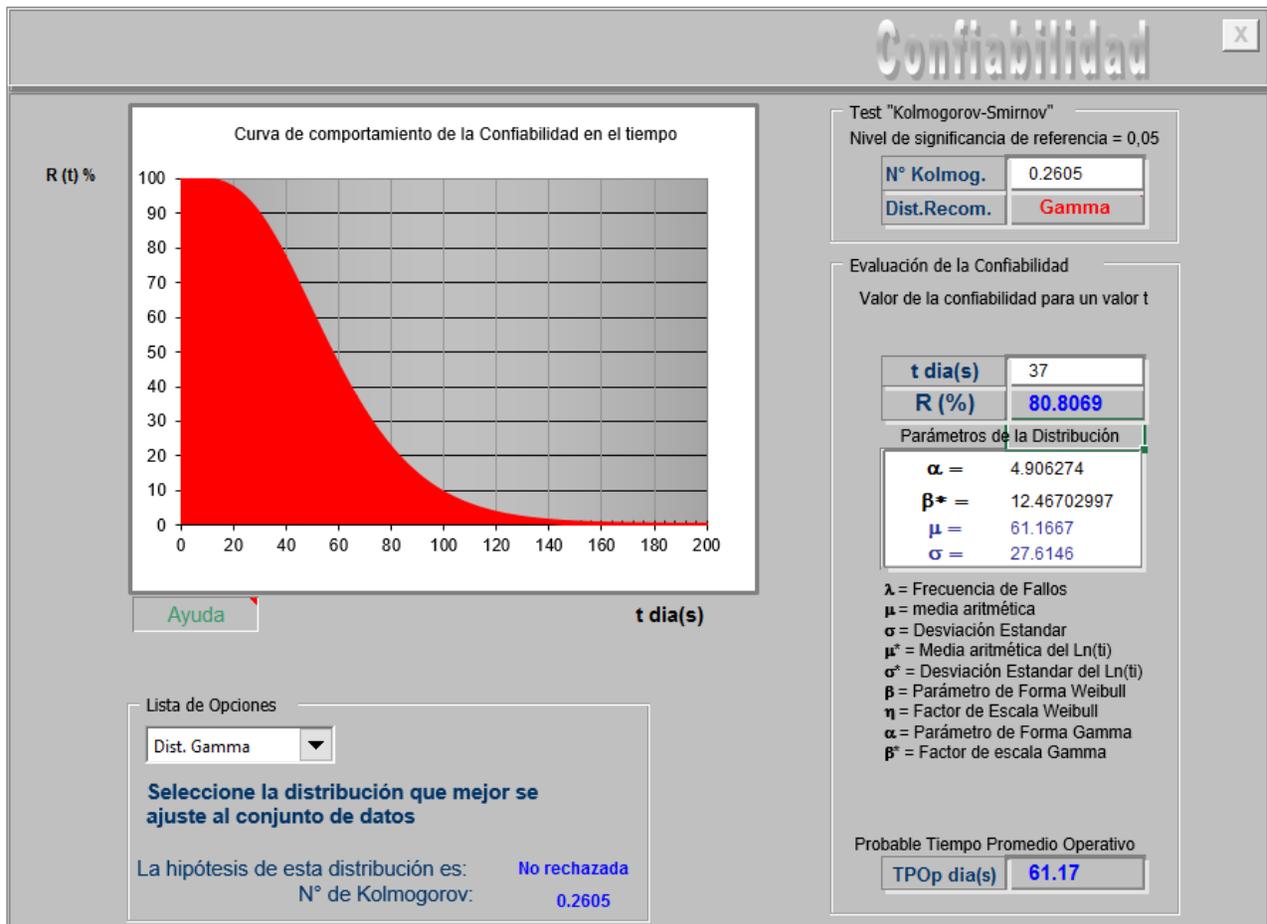


Ilustración 36 Rodillos de limpieza mesa #2 Motor disparador por sobre carga

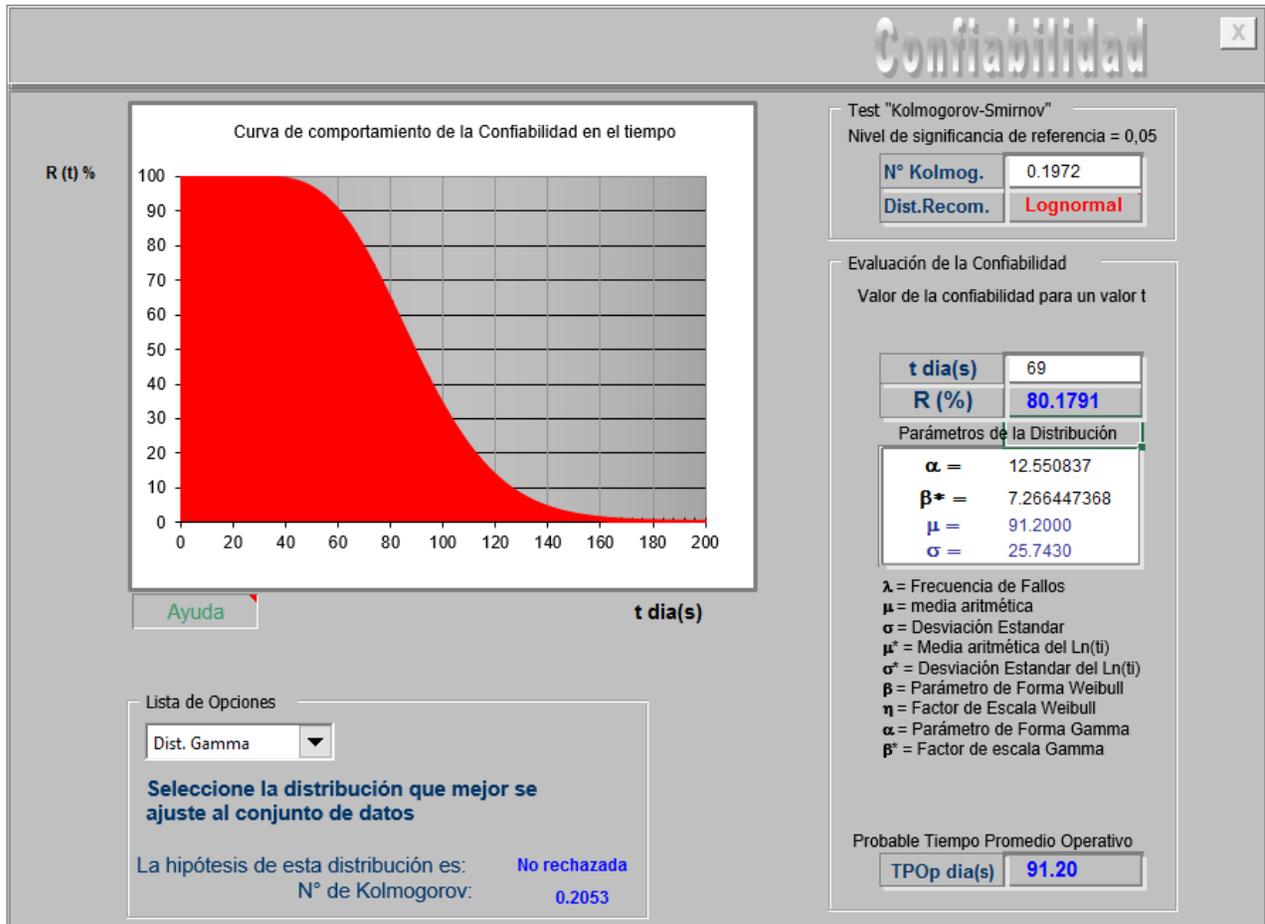


Ilustración 37 Rodillos de limpieza mesa #2 Desgaste excesivo o fractura rodamiento de motor

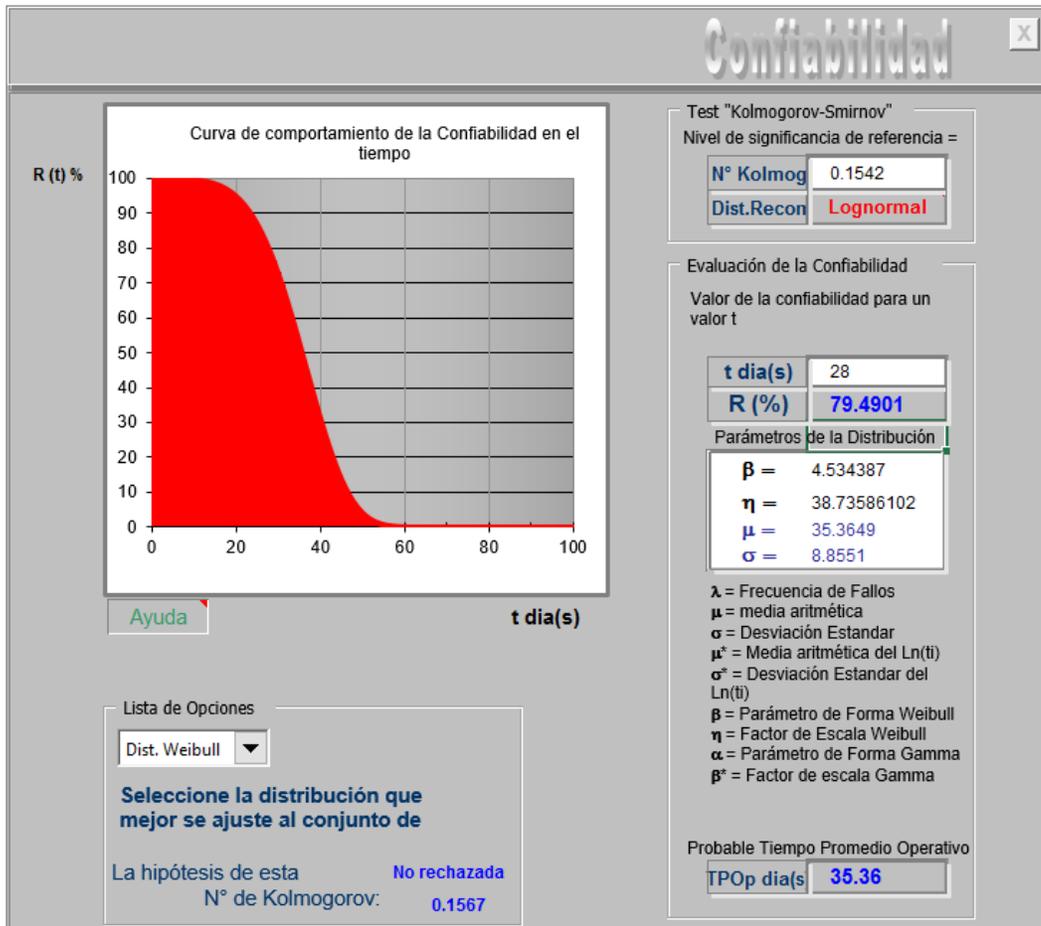


Ilustración 38 Transportador de caña N°1, 2 y 3 Cadena de arraste quebrada

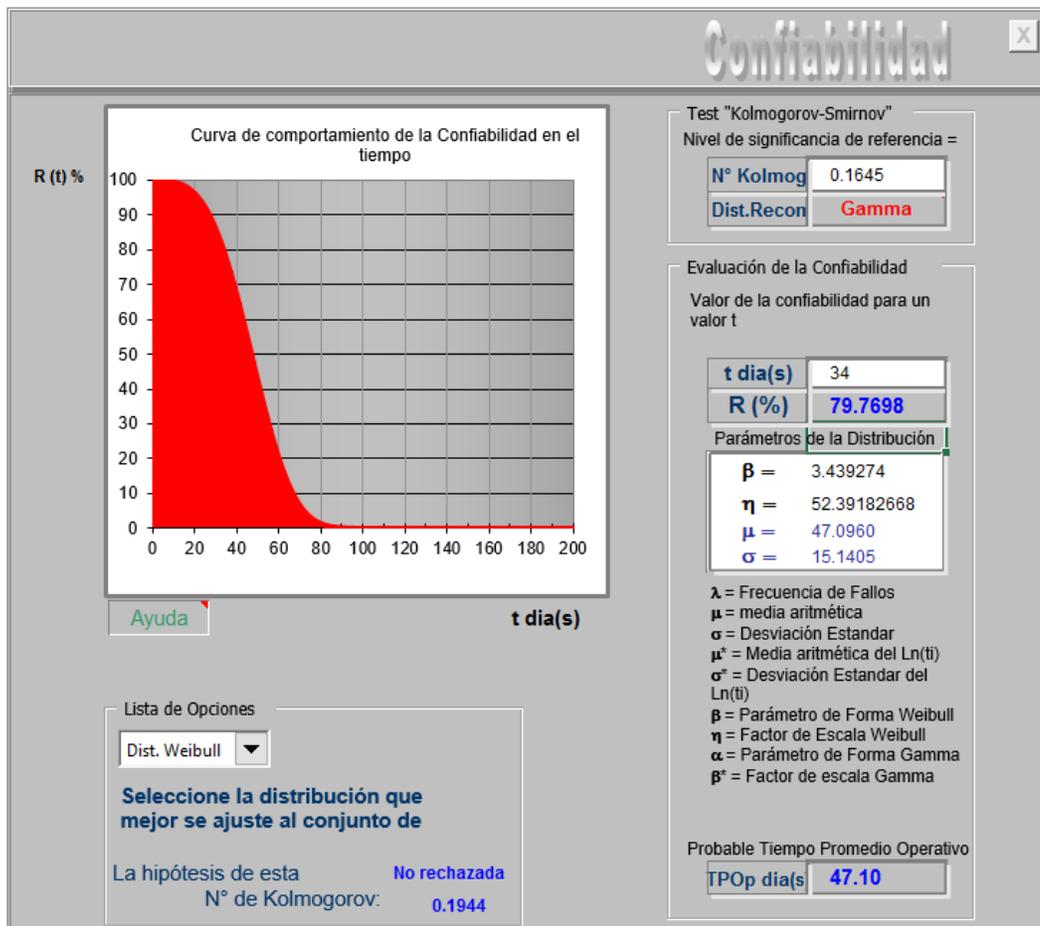


Ilustración 39 Transportador de caña N°1, 2 y 3 Desgaste excesivo o fractura en corredera de plástico

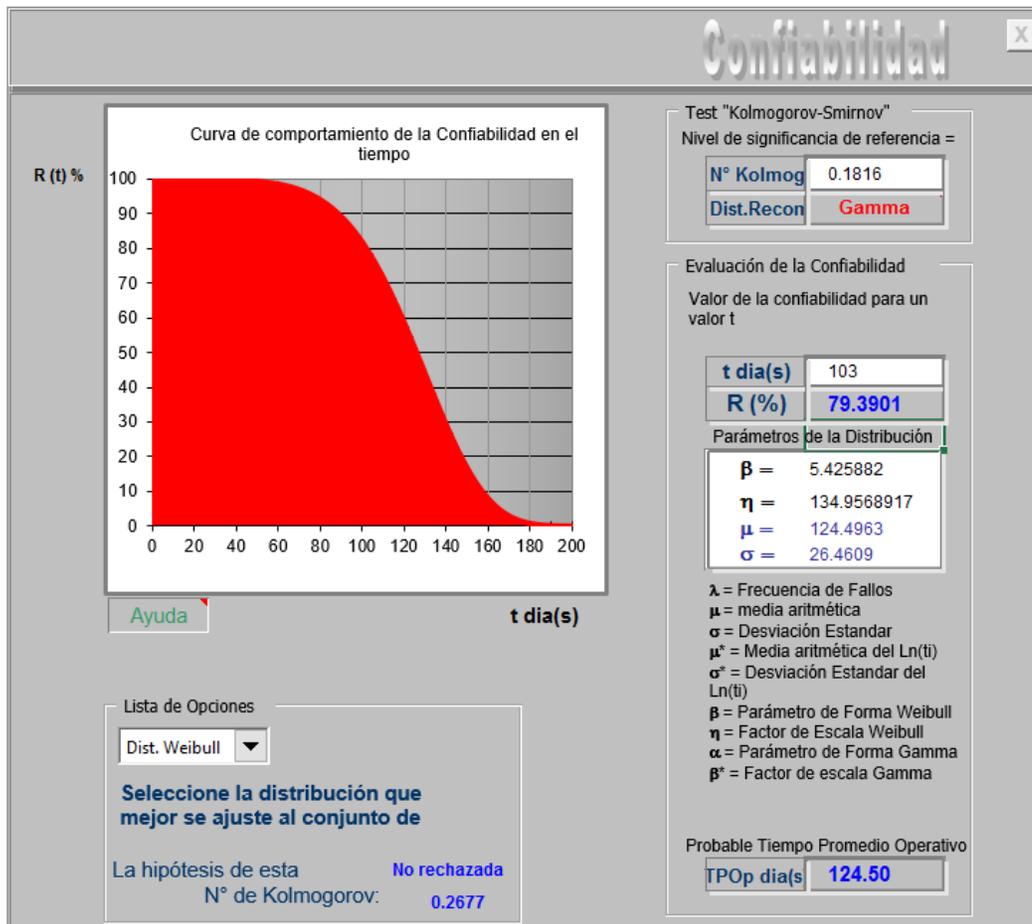


Ilustración 40 Transportador de caña N°1, 2 y 3 Desgaste excesivo o fractura rodamiento de motor

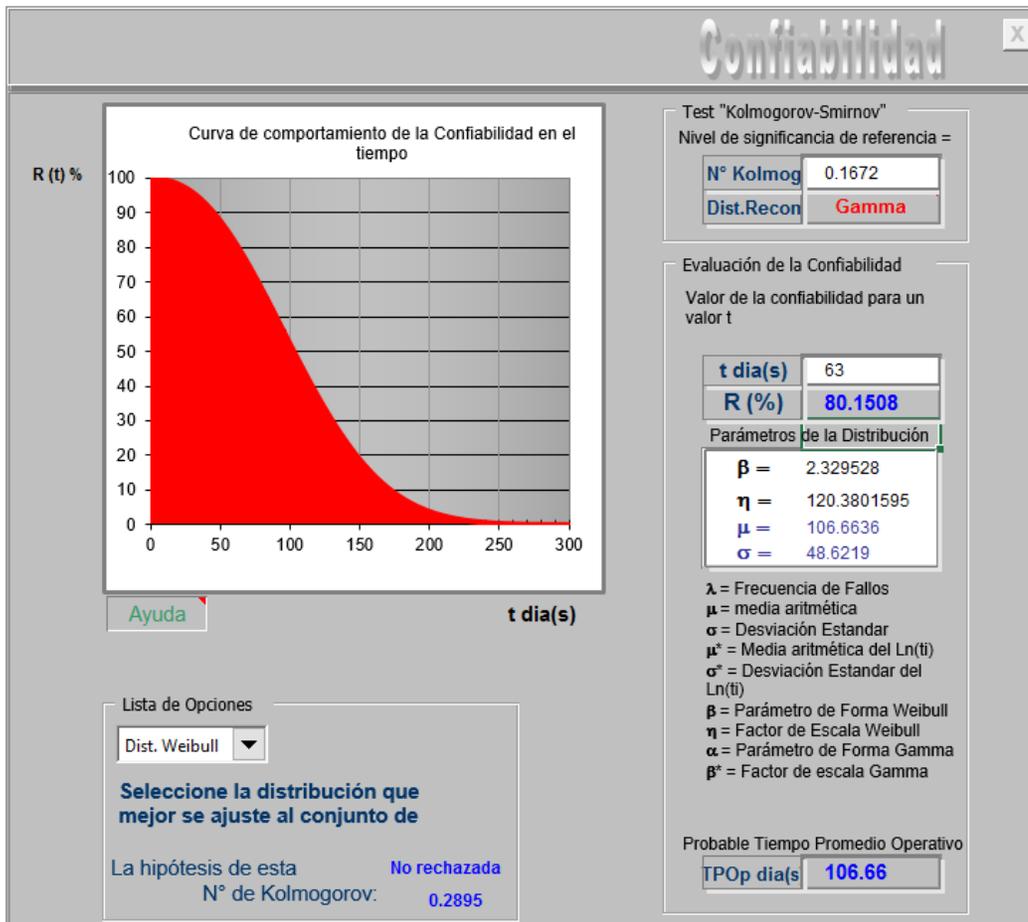


Ilustración 41 Transportador de caña N°1, 2 y 3 Desgaste excesivo o fractura rodo tensor

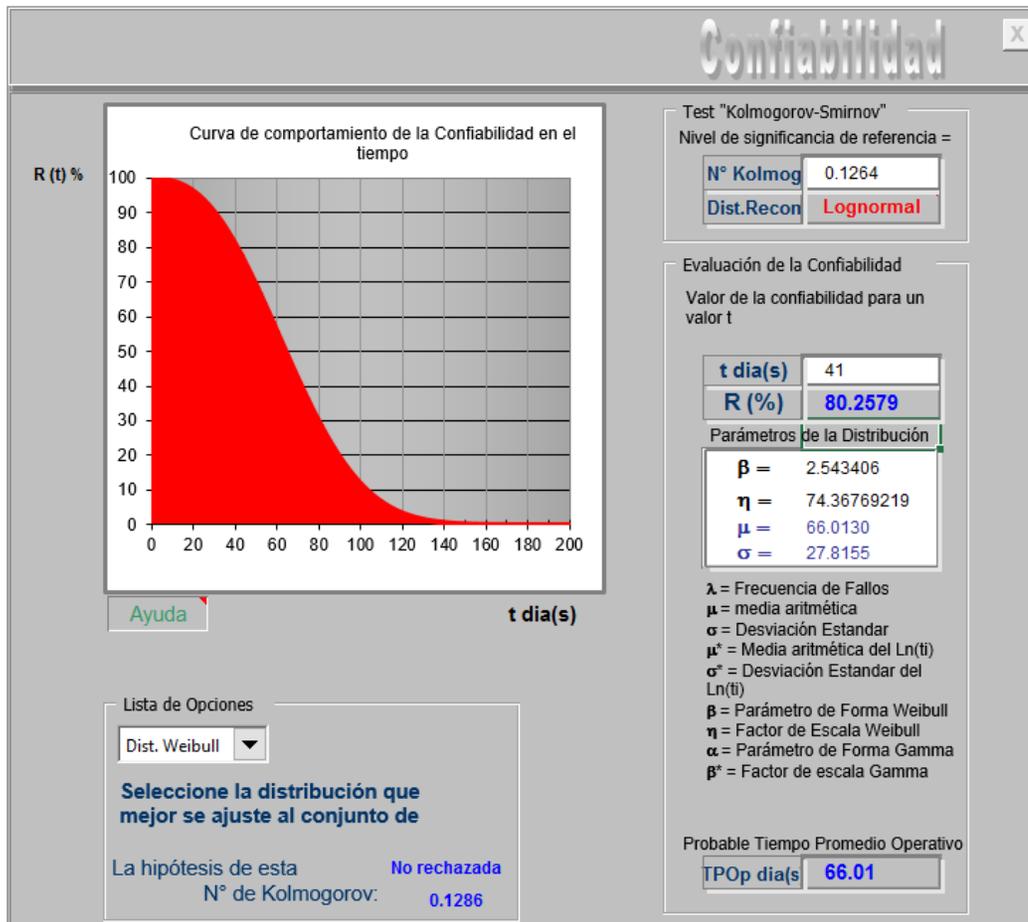


Ilustración 42 Transportador de caña N°1, 2 y 3 Duela quebrada

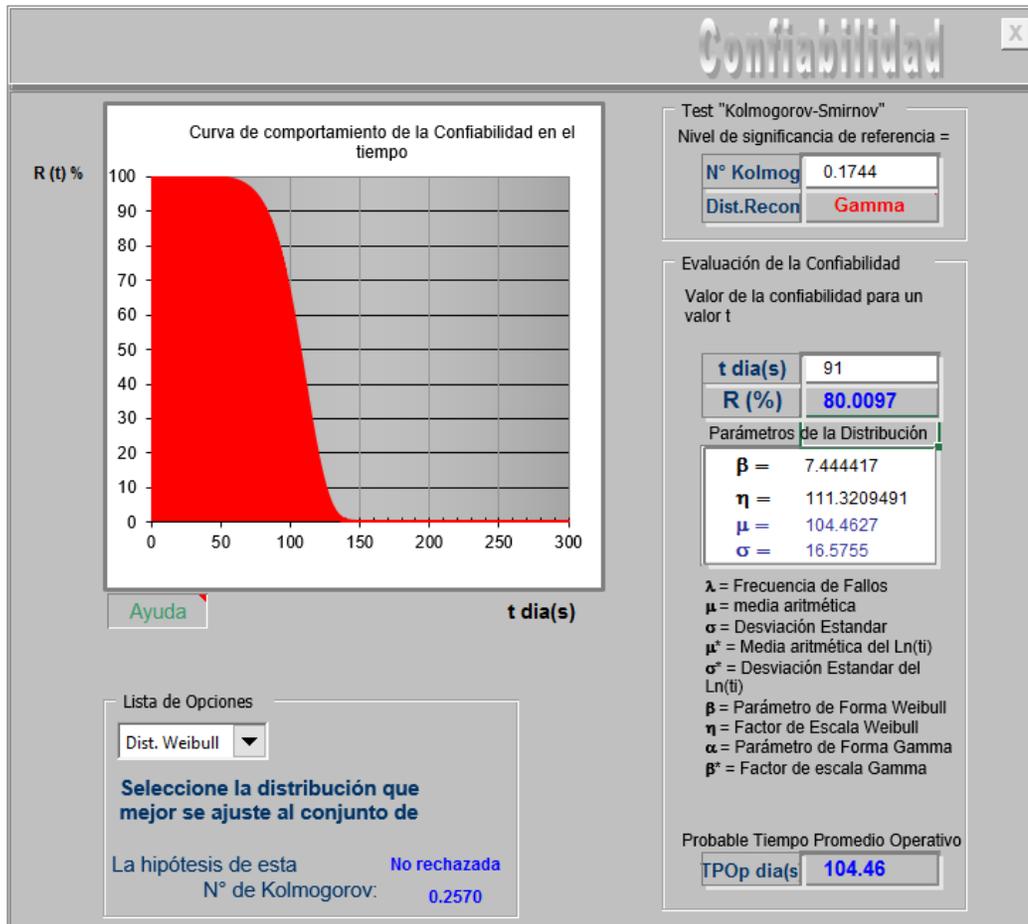


Ilustración 43 Transportador de caña N°1, 2 y 3 Eje quebrado Motriz, intermedio o cola rodo tensor

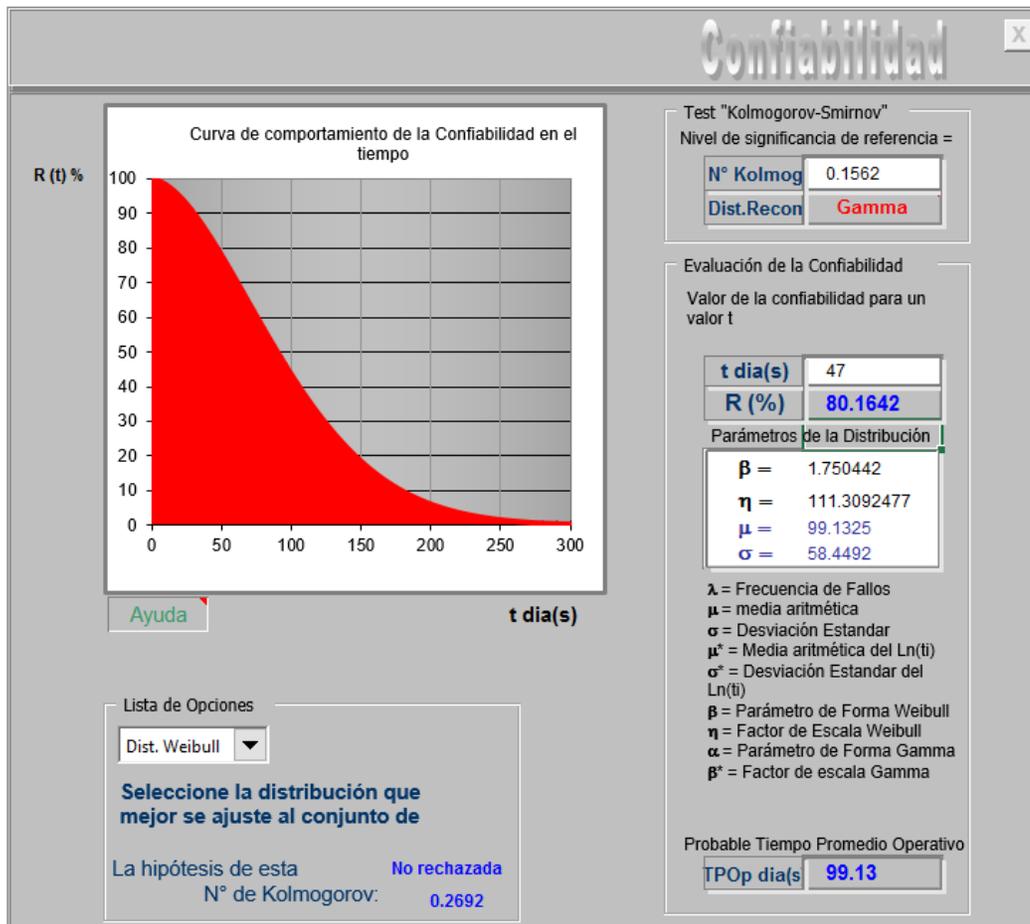


Ilustración 44 Transportador de caña N°1, 2 y 3 Falta de suministro de energía eléctrica

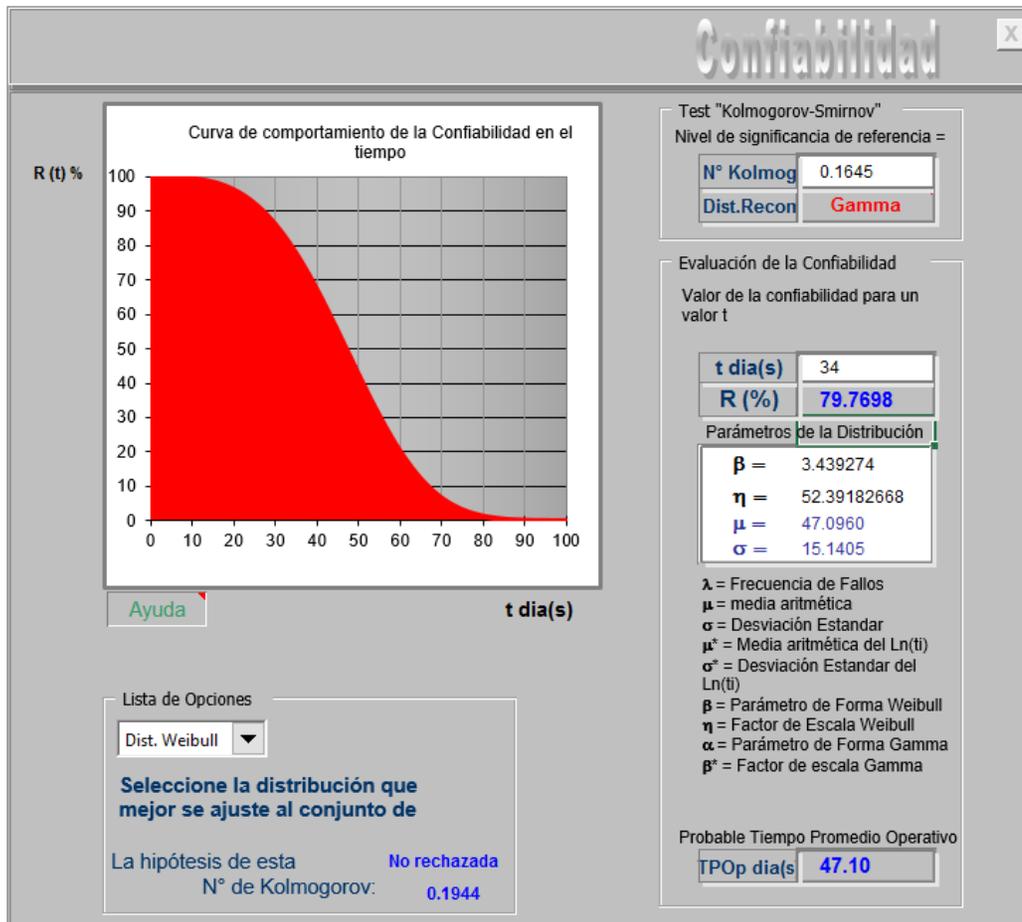


Ilustración 45 Transportador de caña N°1, 2 y 3 Tornillo o tuerca quebrada

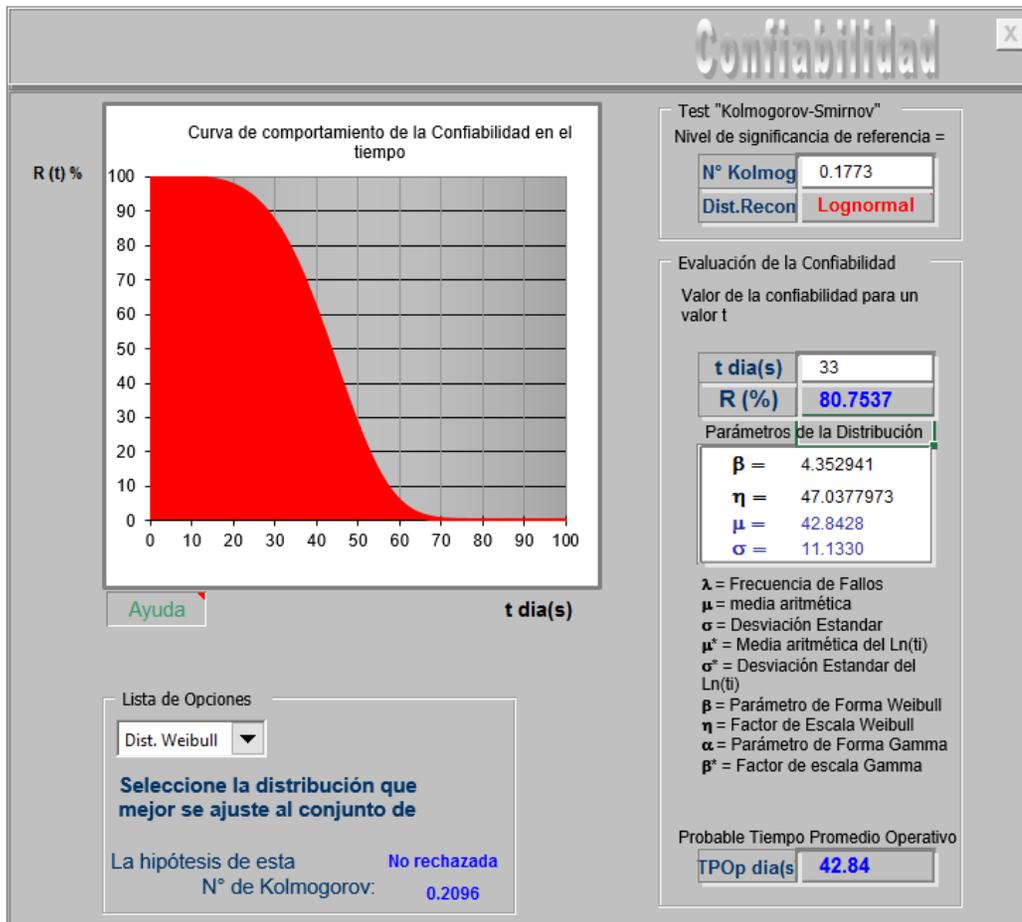


Ilustración 46 Transportador de caña N°1, 2 y 3 Transportador atorado

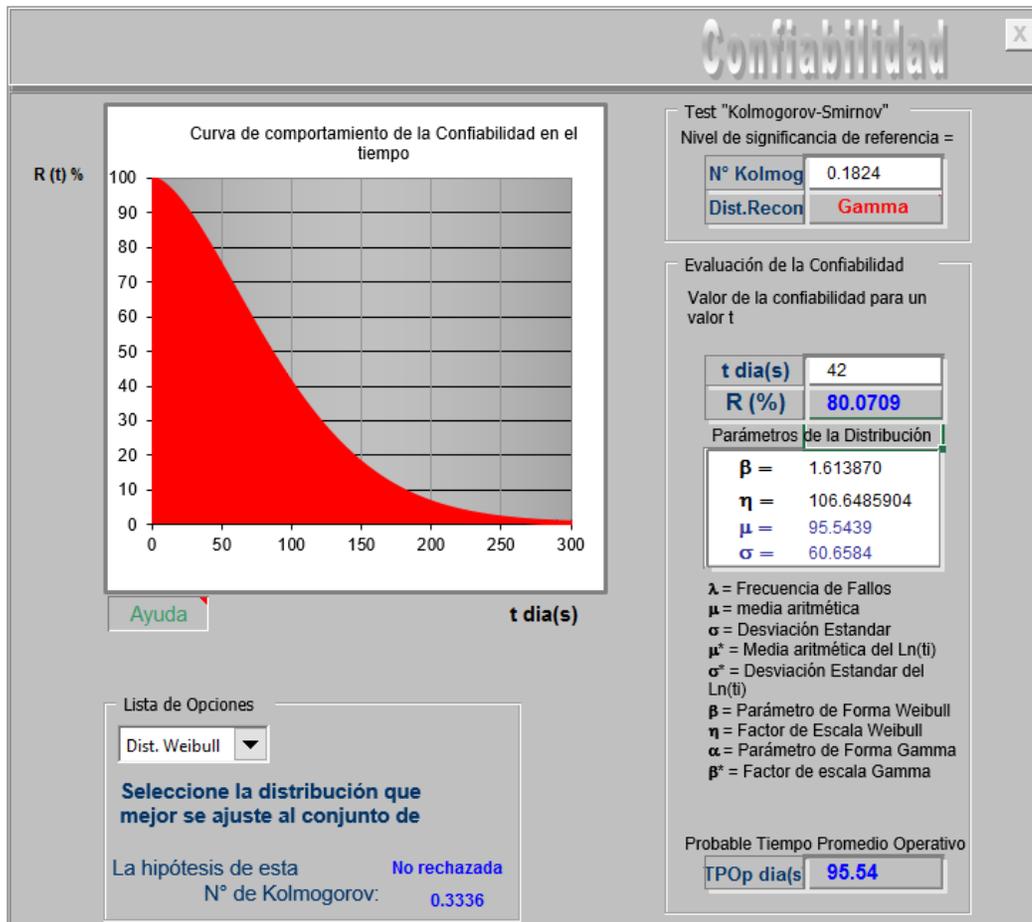


Ilustración 47 Transportador de Bagazo N°4 Duela doblada

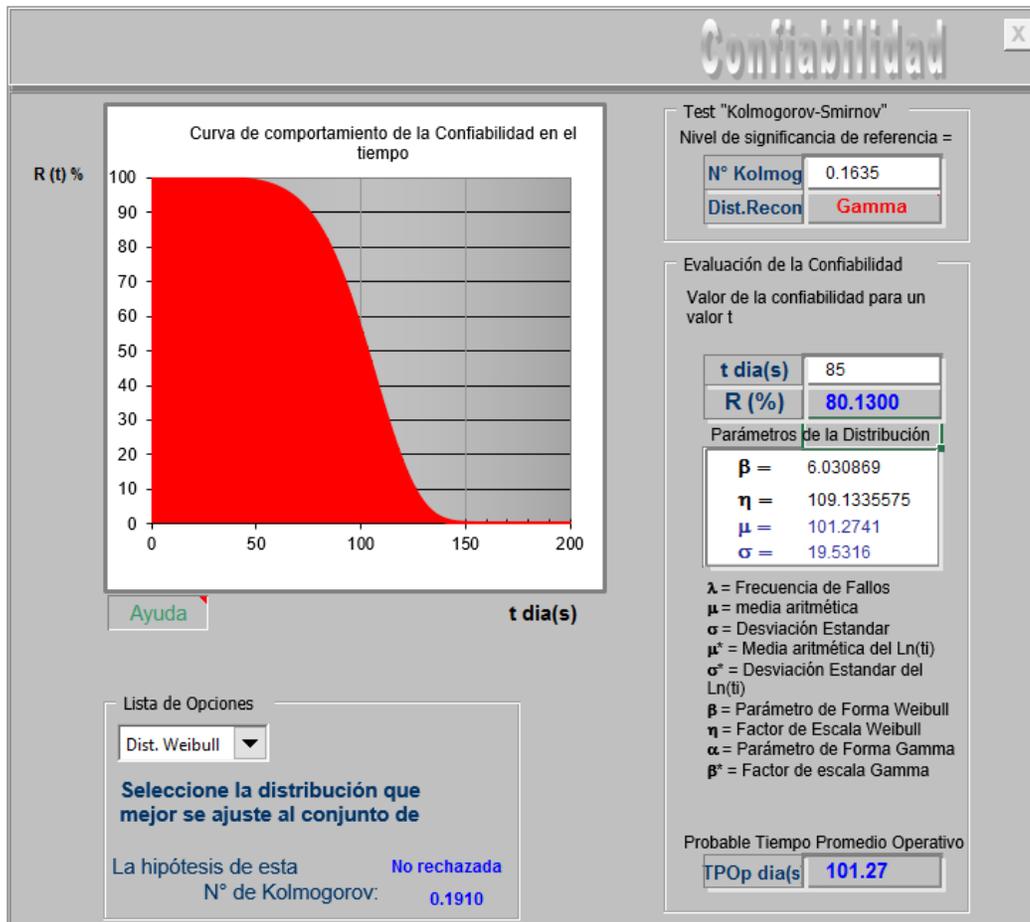


Ilustración 48 Transportador de Bagazo N°4 Fuga de bagazo en cuerpo de transportadores de bagazo

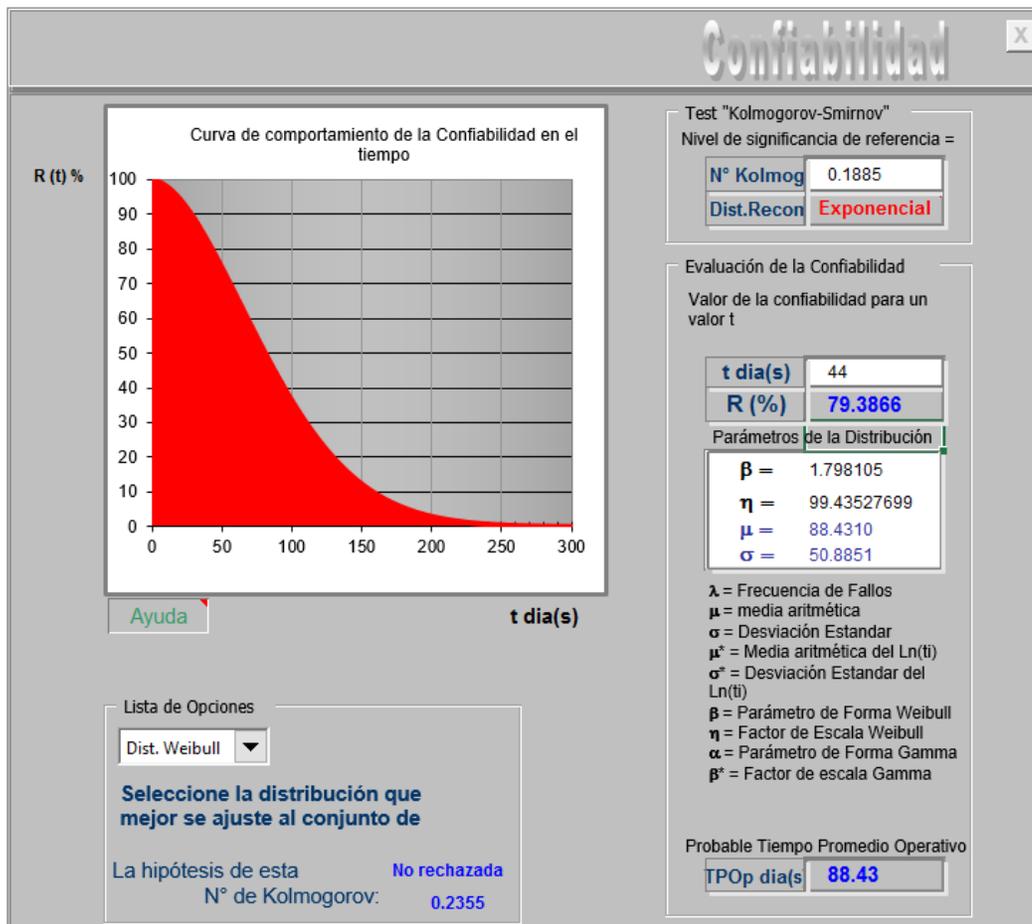


Ilustración 49 Transportador de Bagazo N°4 Disparo de motor eléctrico

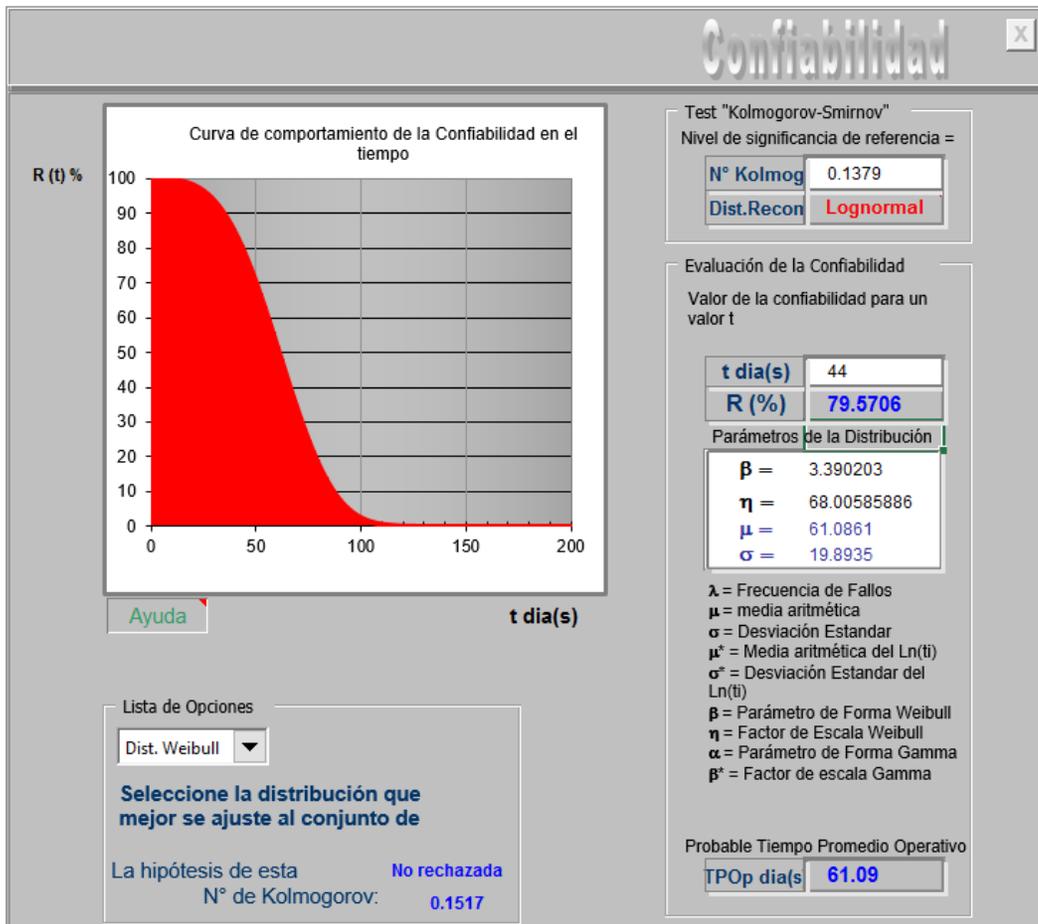


Ilustración 50 Transportador de Bagazo N°4 Eslabon de cadena de arrastre quebrado

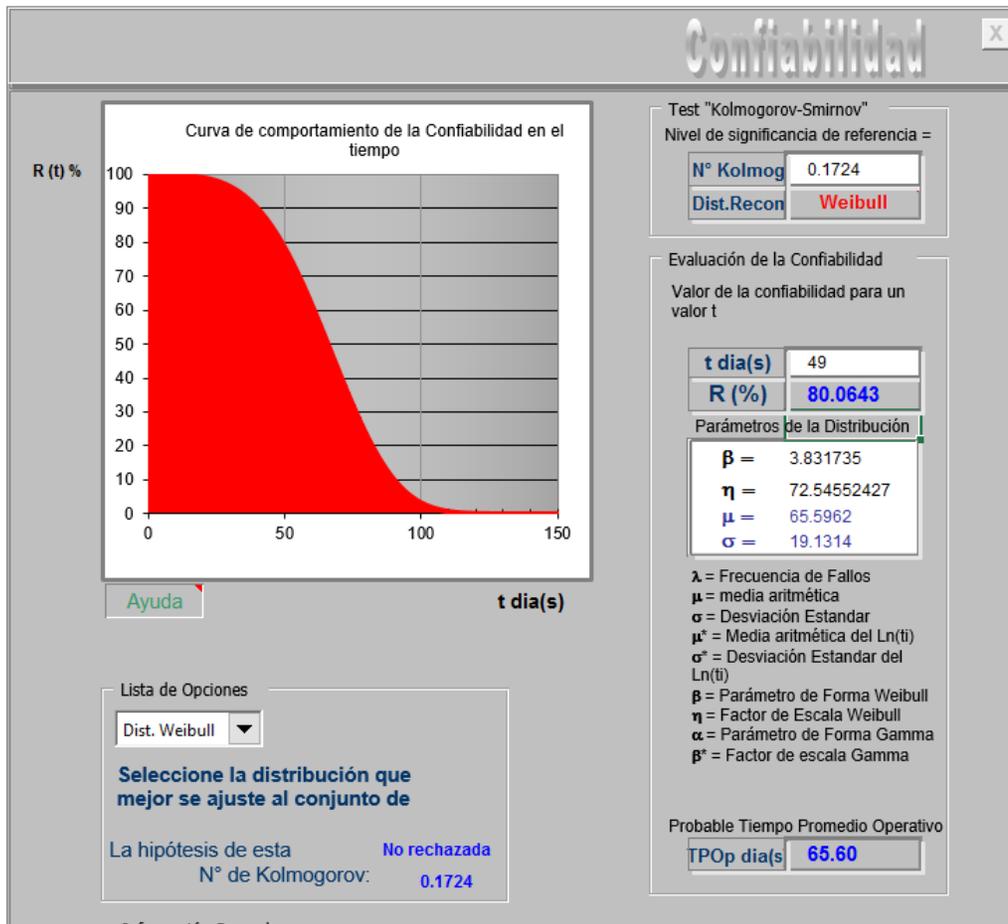


Ilustración 51 Transportador de Bagazo N°4 Eslabon de cadena de transmisión roto

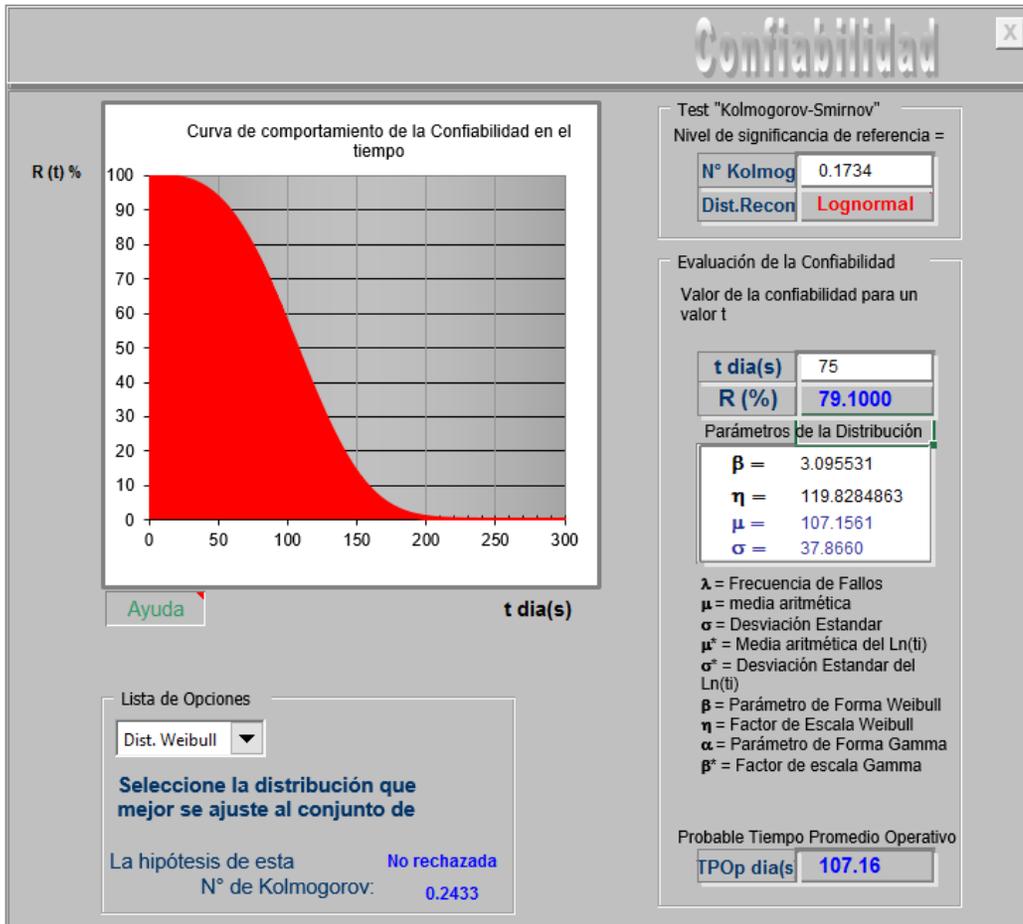


Ilustración 52 Transportador de Bagazo N°4 Falta de suministro de energía eléctrica

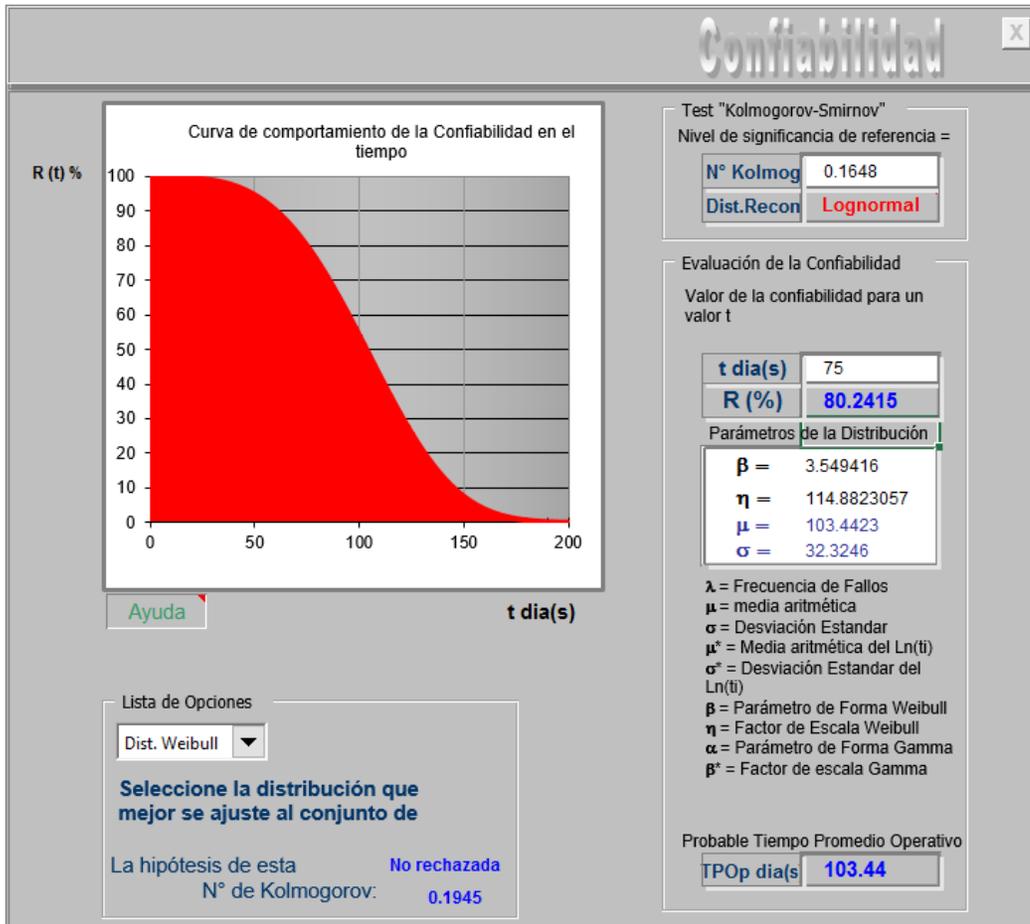


Ilustración 53 Transportador de Bagazo N°4 Transportador de bagazo atorado

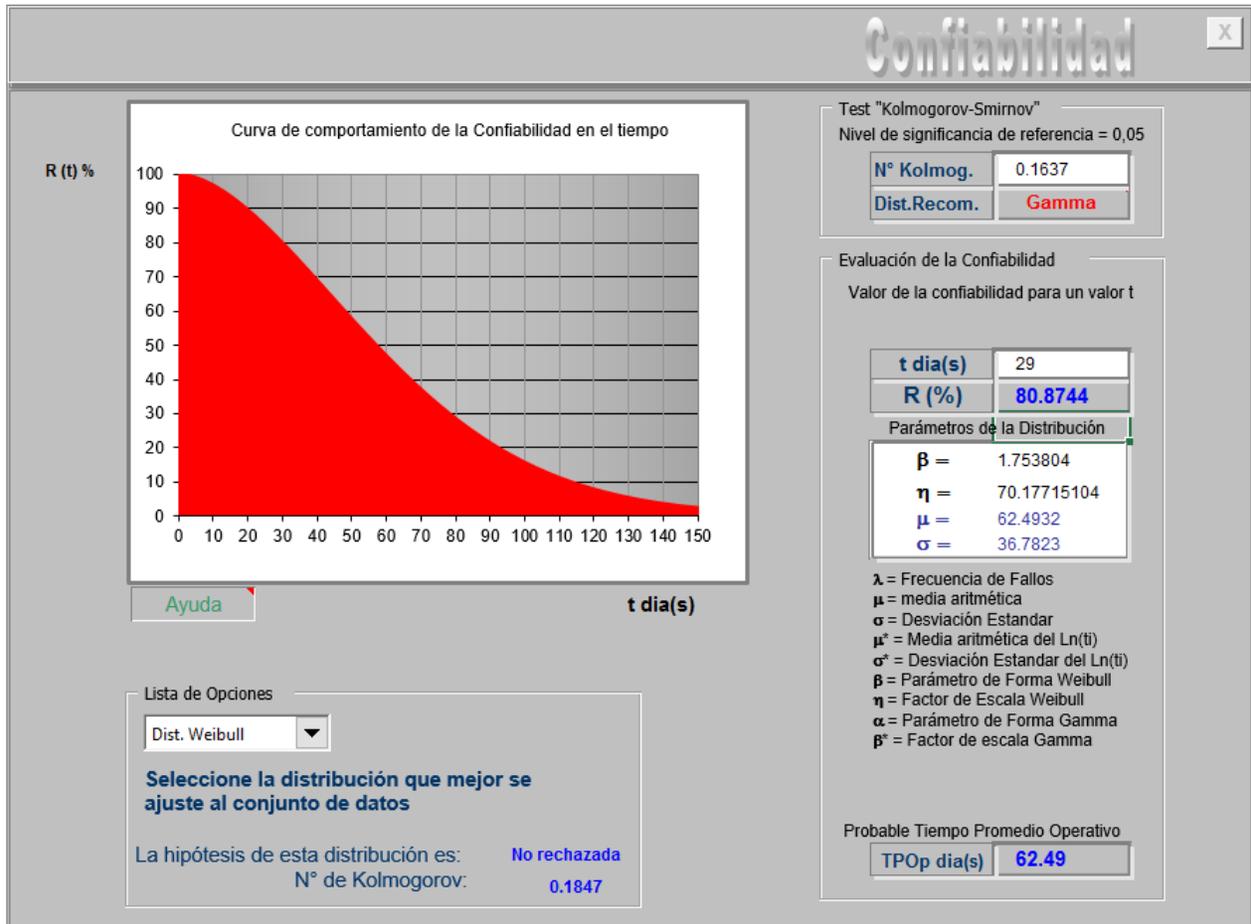


Ilustración 54 Transportador N°2 retorno de Bagazo Disparo de motor eléctrico

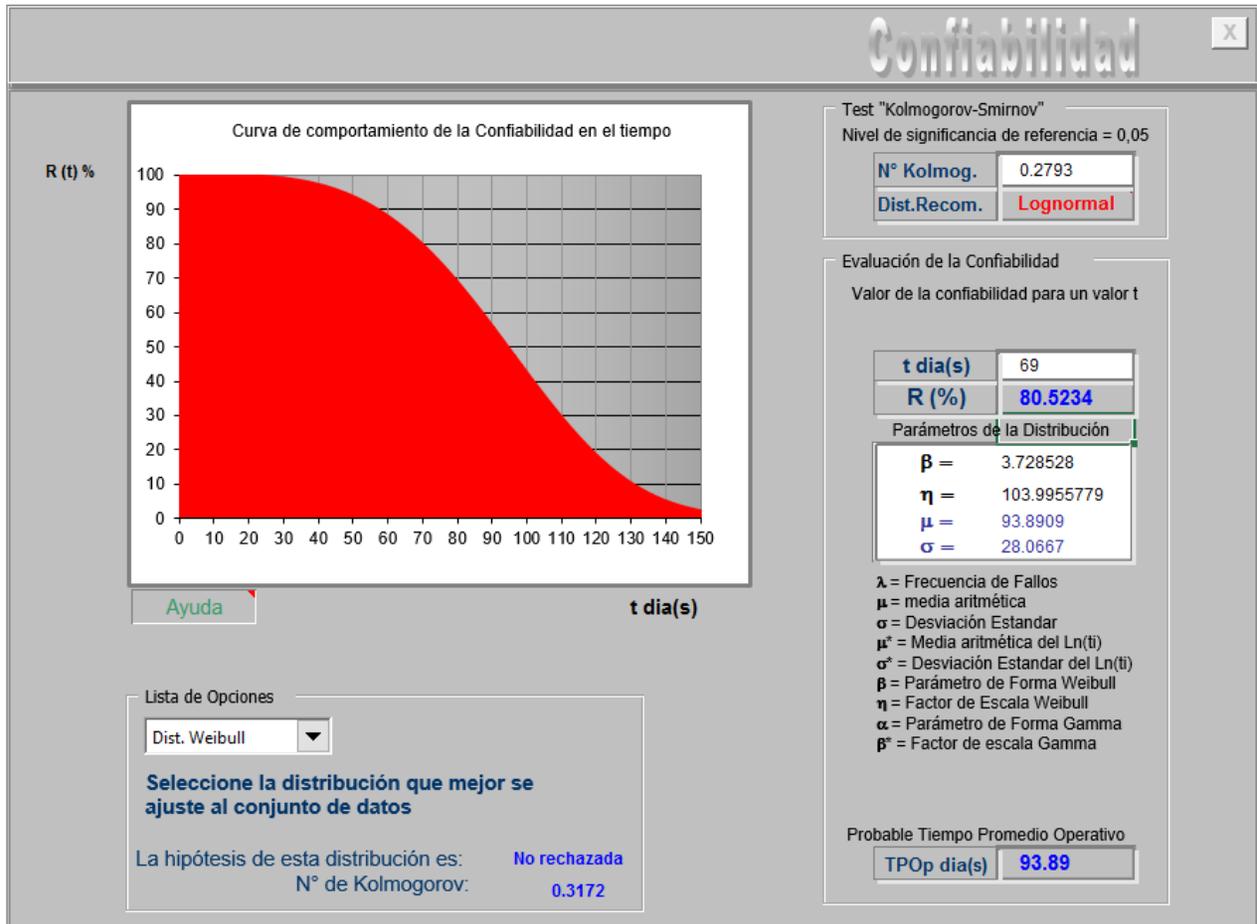


Ilustración 55 Transportador N°2 retorno de Bagazo Duela doblada

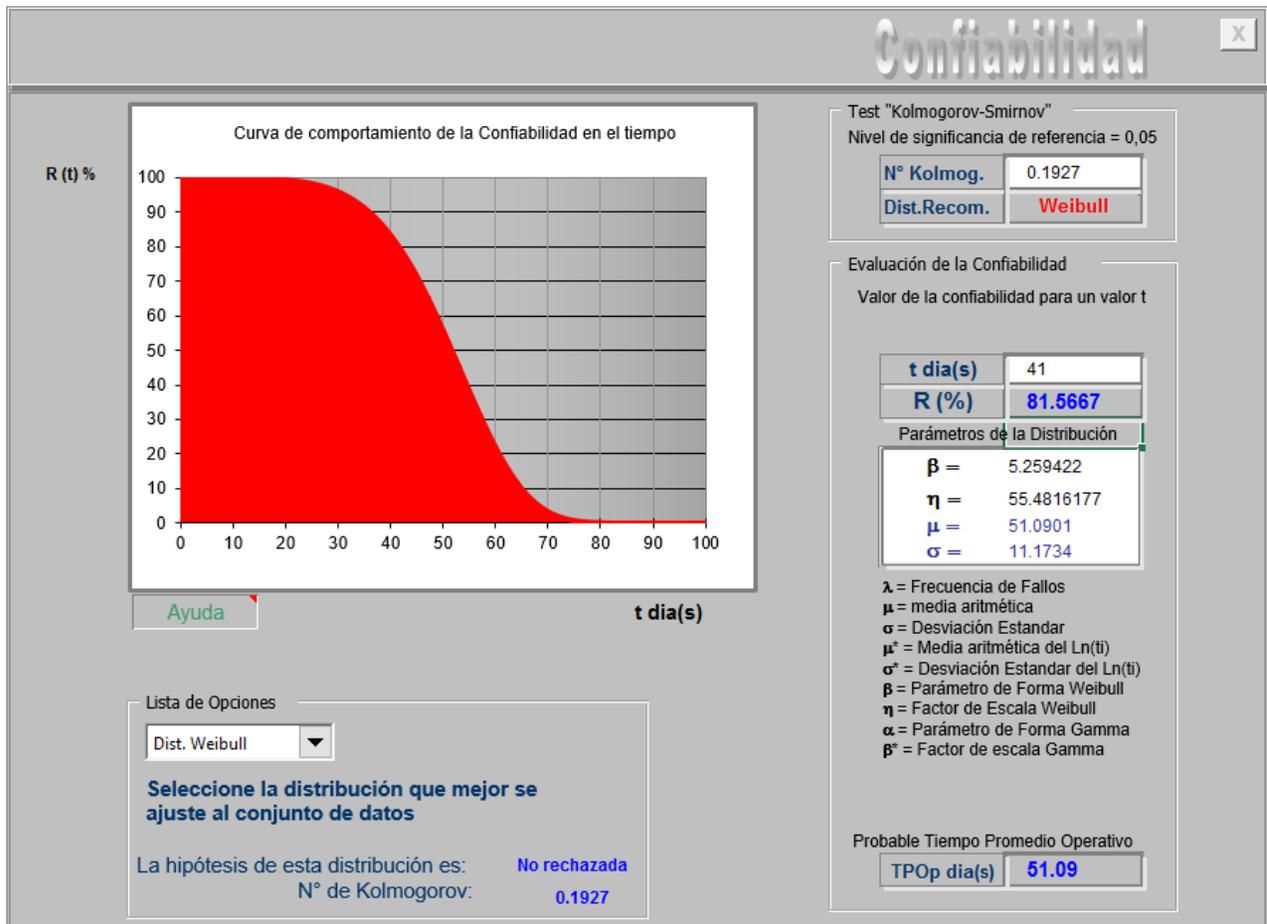


Ilustración 56 Transportador N°2 retorno de Bagazo Eslabon de cadena de arrastre quebrado

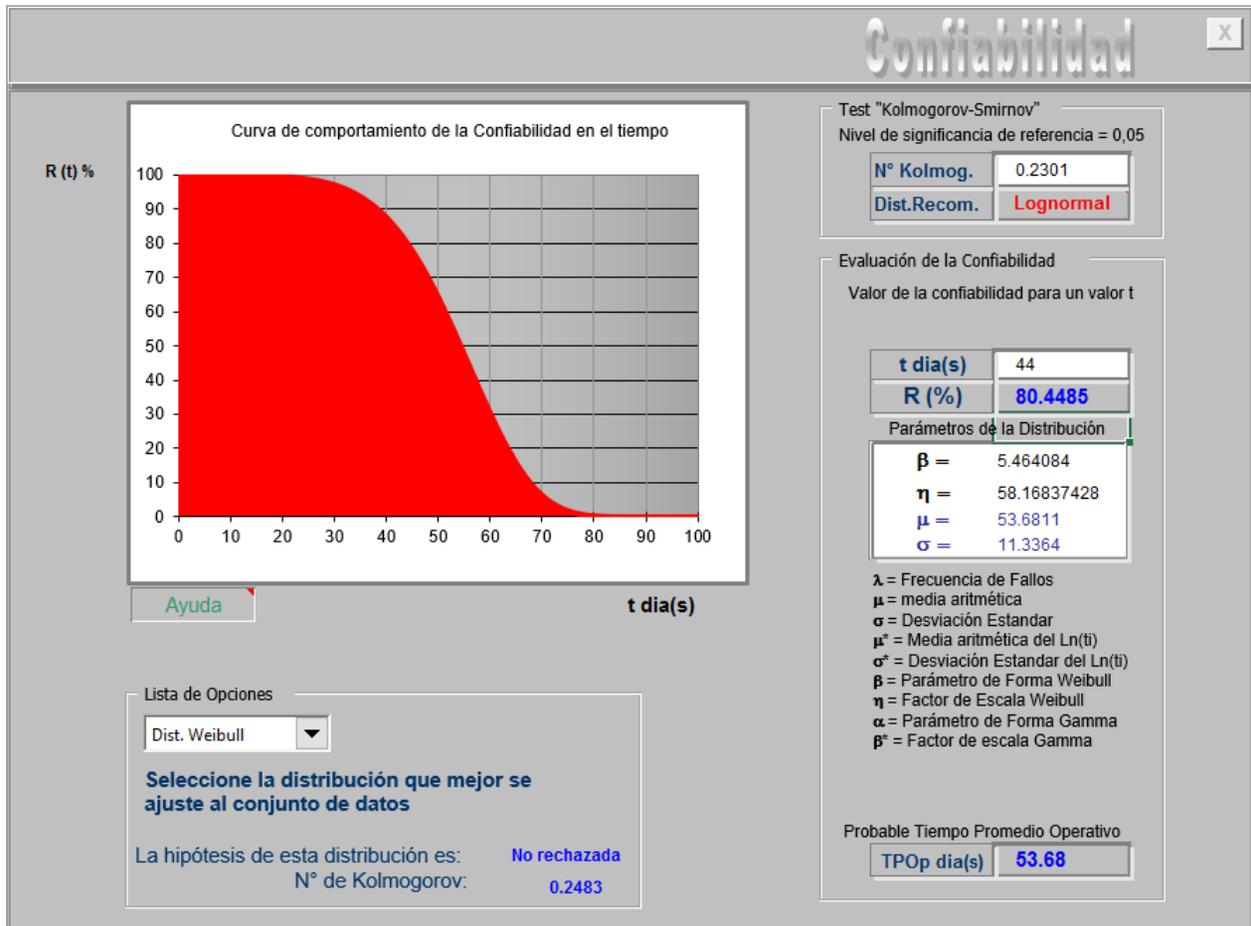


Ilustración 57 Transportador N°2 retorno de Bagazo Eslabon de cadena de transmisión roto

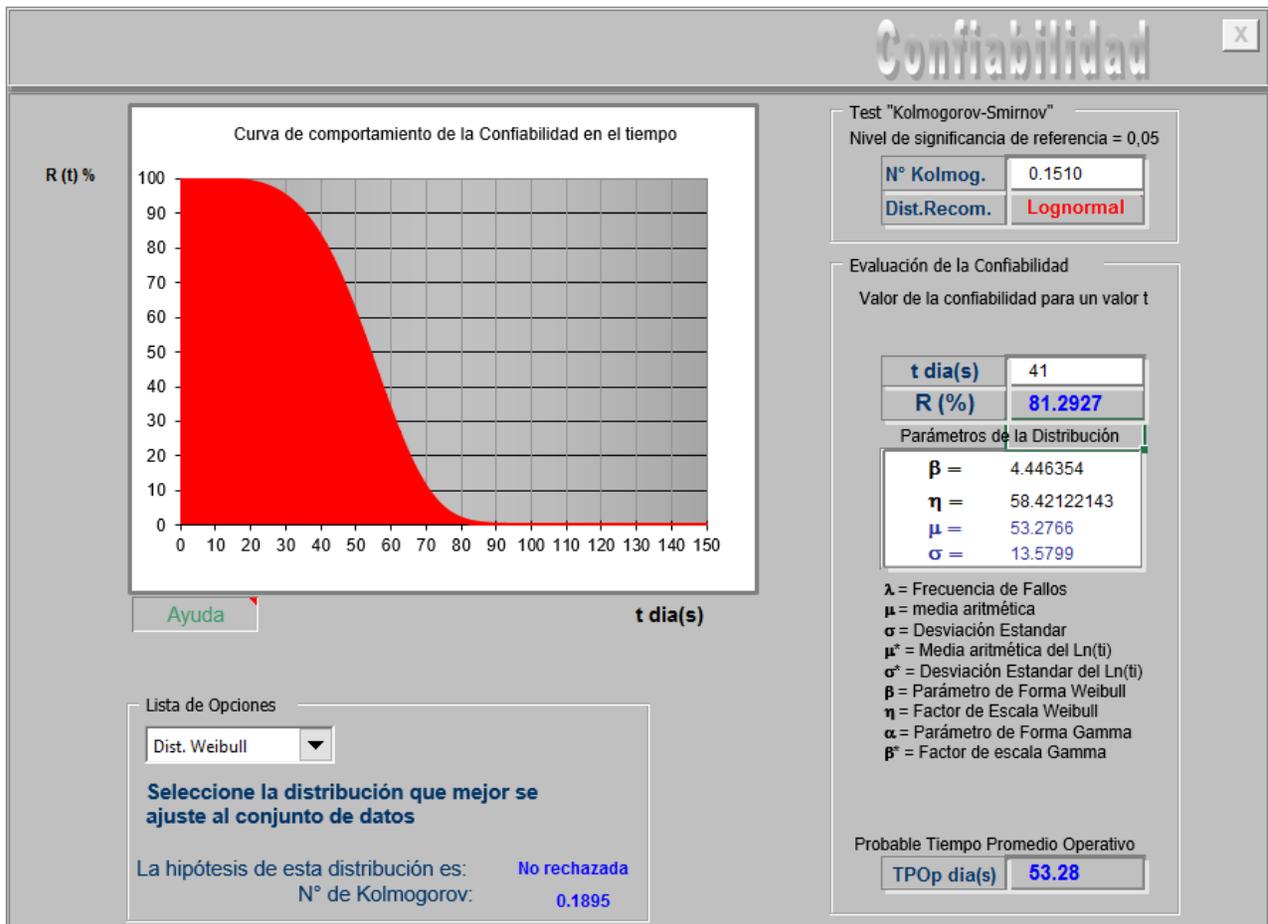


Ilustración 58 Transportador N°2 retorno de Bagazo Falta de suministro de energía eléctrica

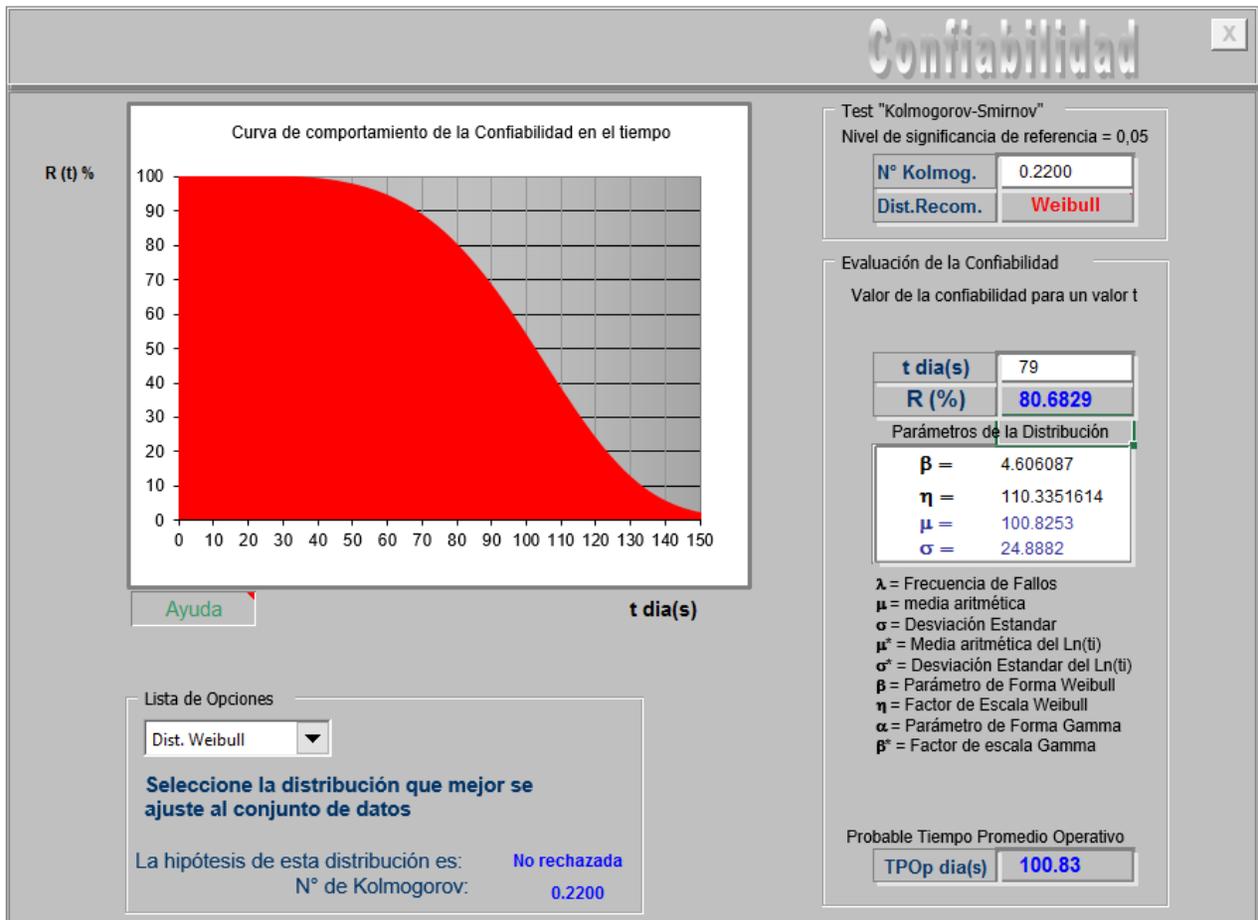


Ilustración 59 Transportador N°2 retorno de Bagazo Fuga de bagazo en cuerpo de transportadores de bagazo

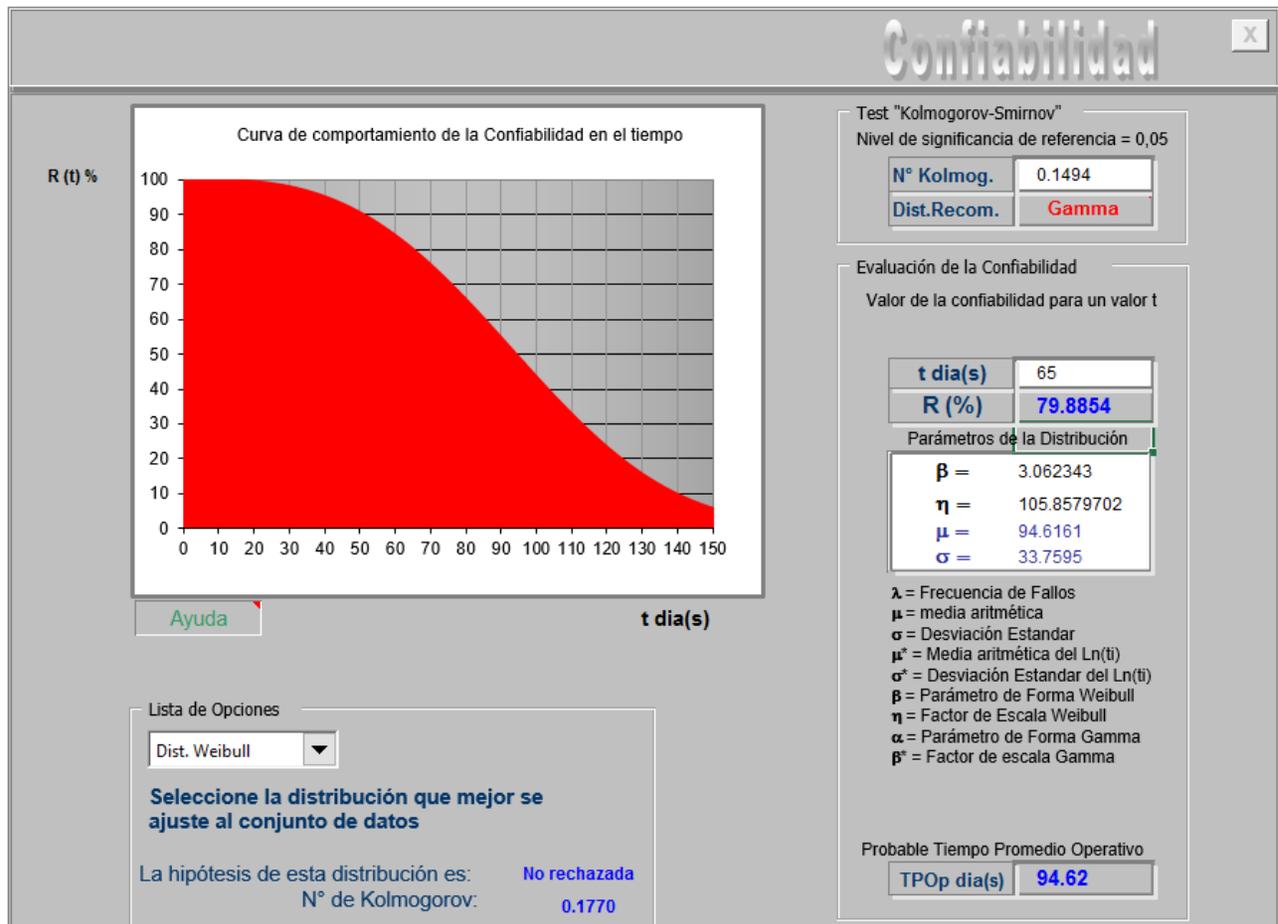


Ilustración 60 Transportador N°2 retorno de Bagazo Transportador de bagazo atorado

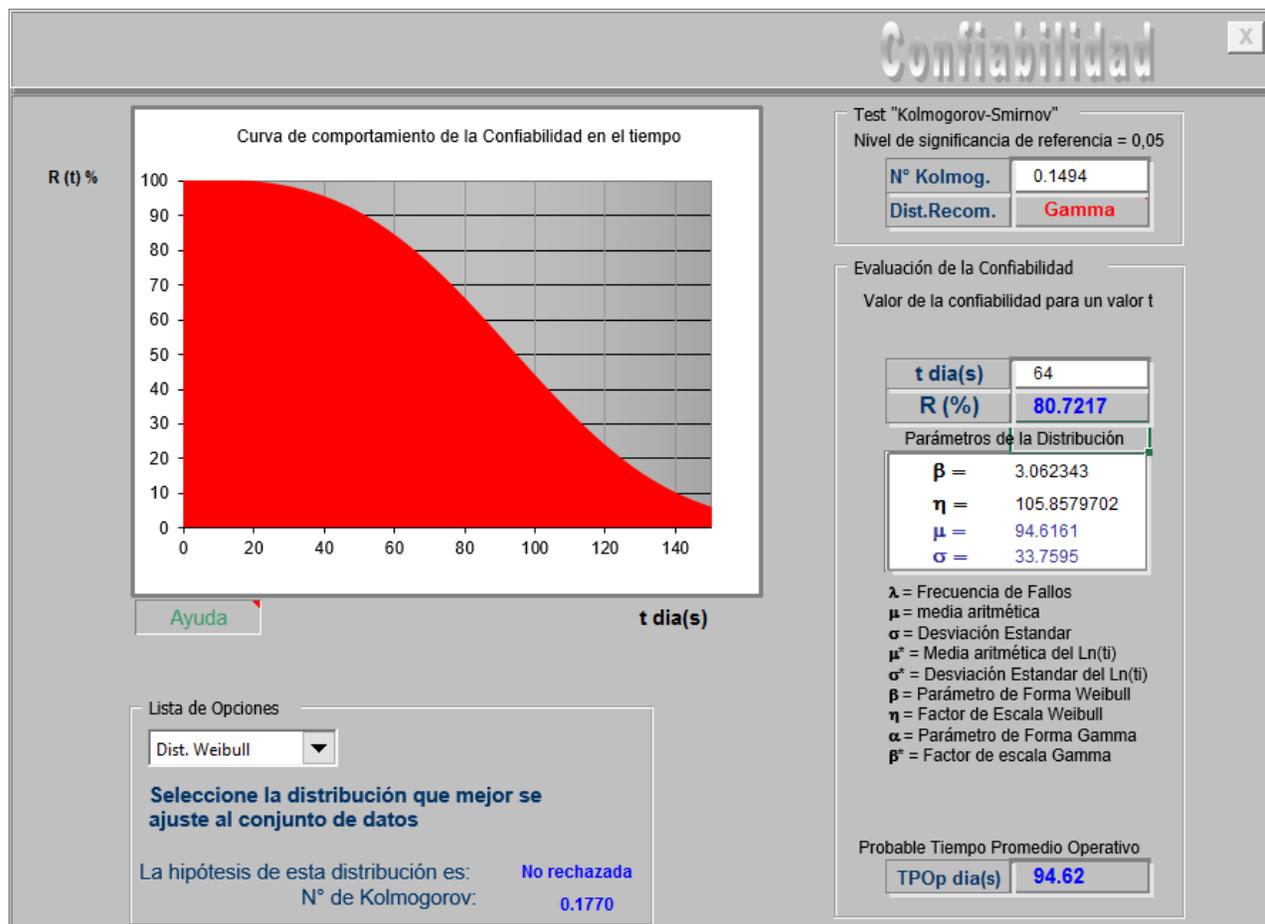


Ilustración 61 Transportador N°5 de Bagazo Banda atorada

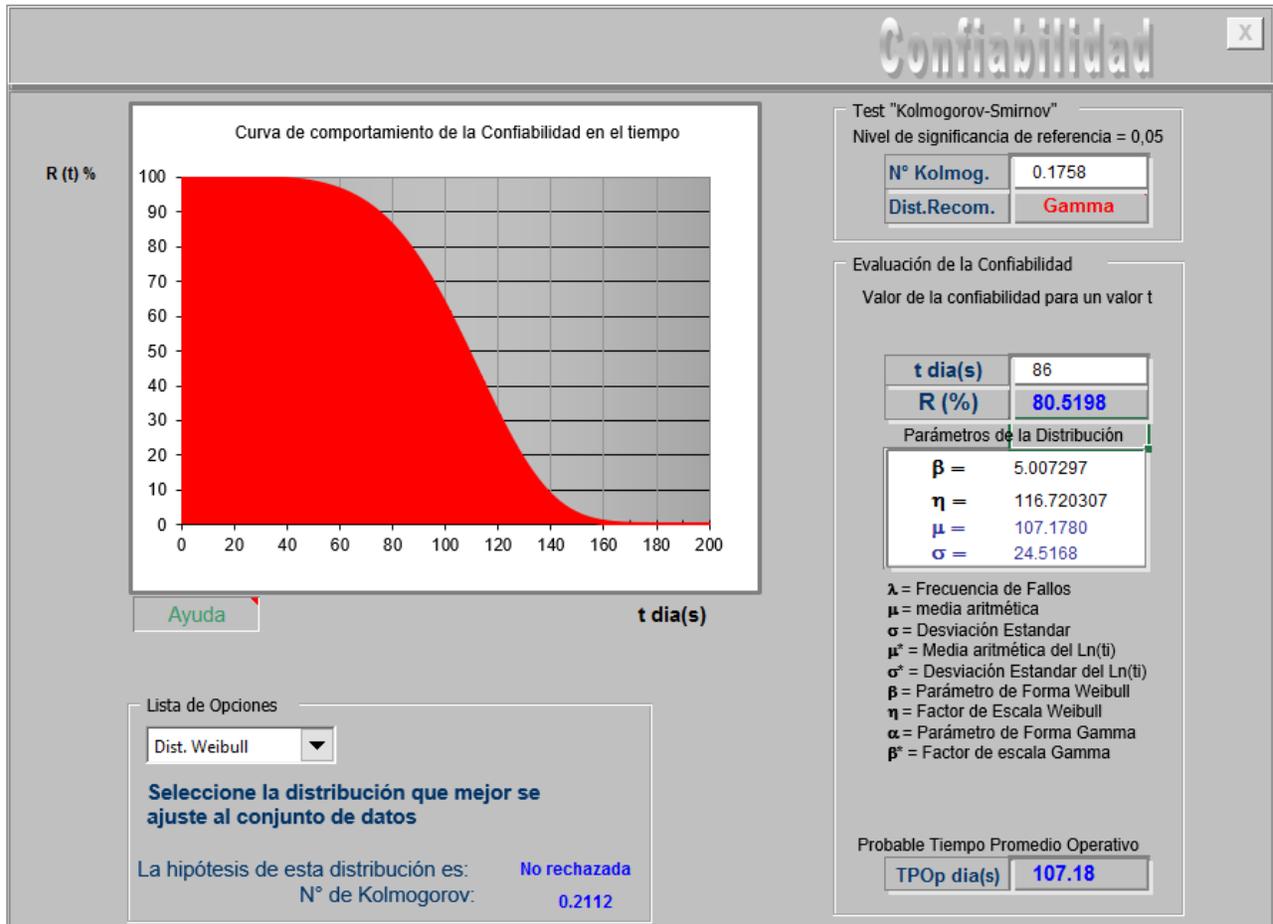


Ilustración 62 Transportador N°5 de Bagazo Desalineación excesiva de banda de hule

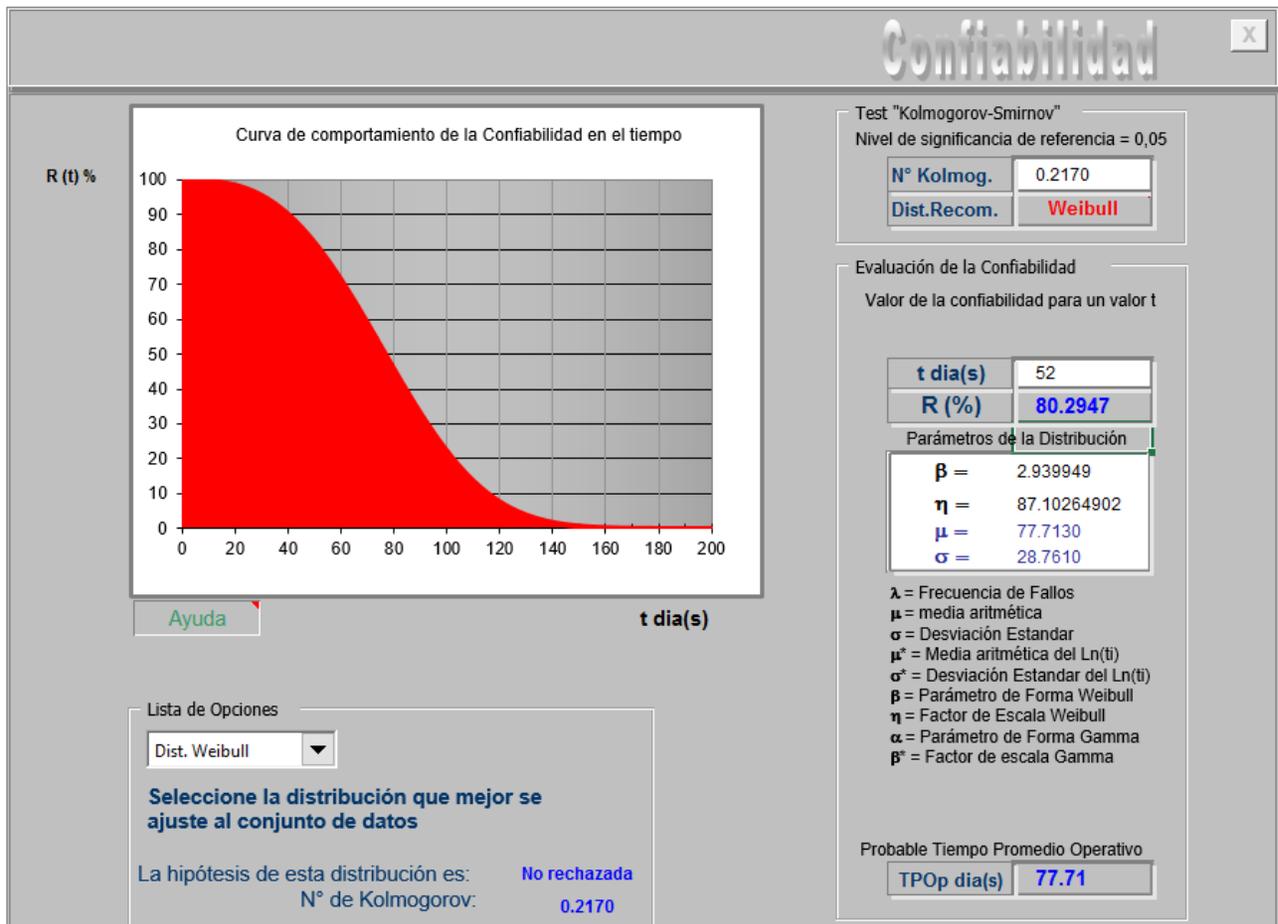


Ilustración 63 Transportador N°5 de Bagazo Estaciones de rodillos con rodamientos dañados o pines quebrados

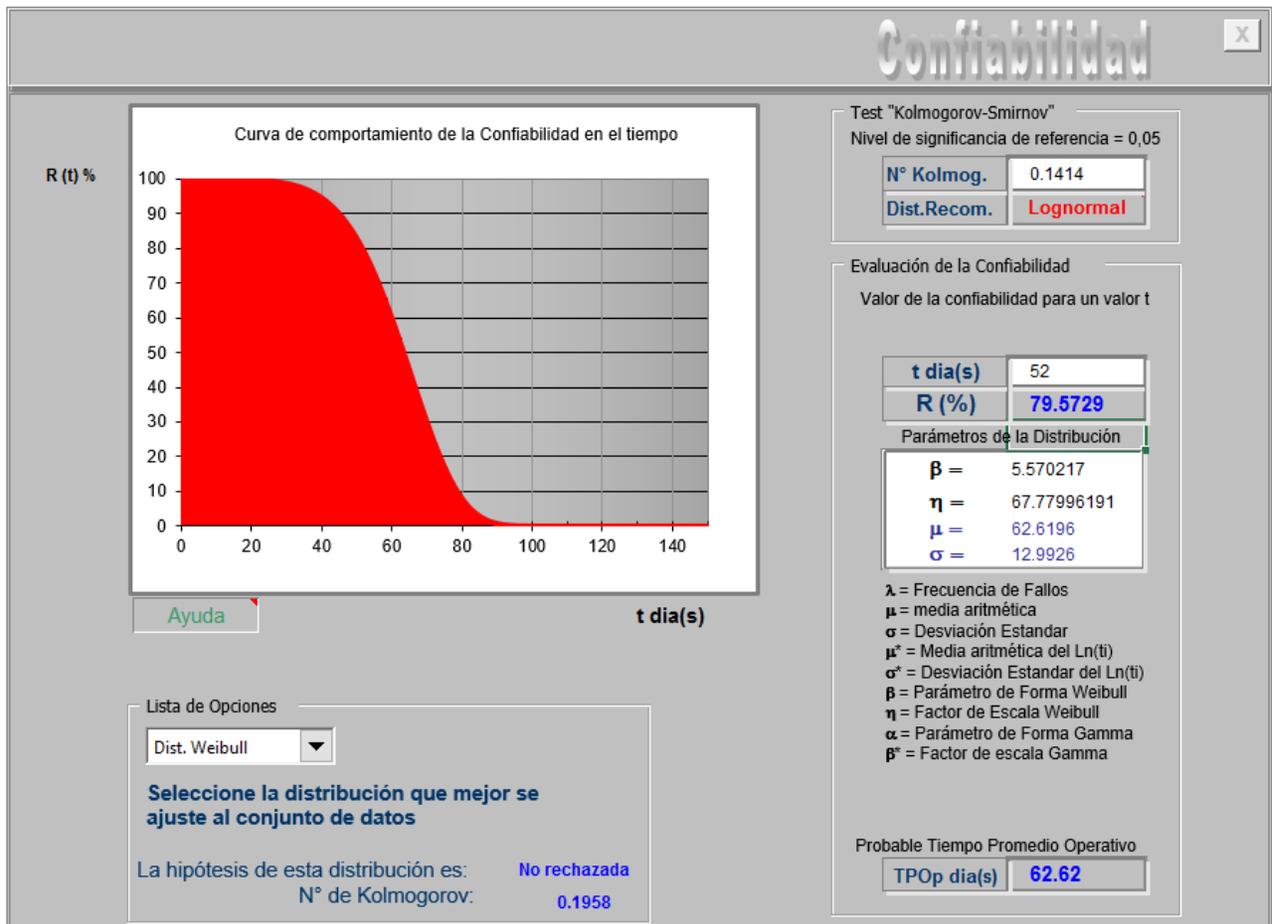


Ilustración 64 Transportador N°5 de Bagazo Fajas reventada

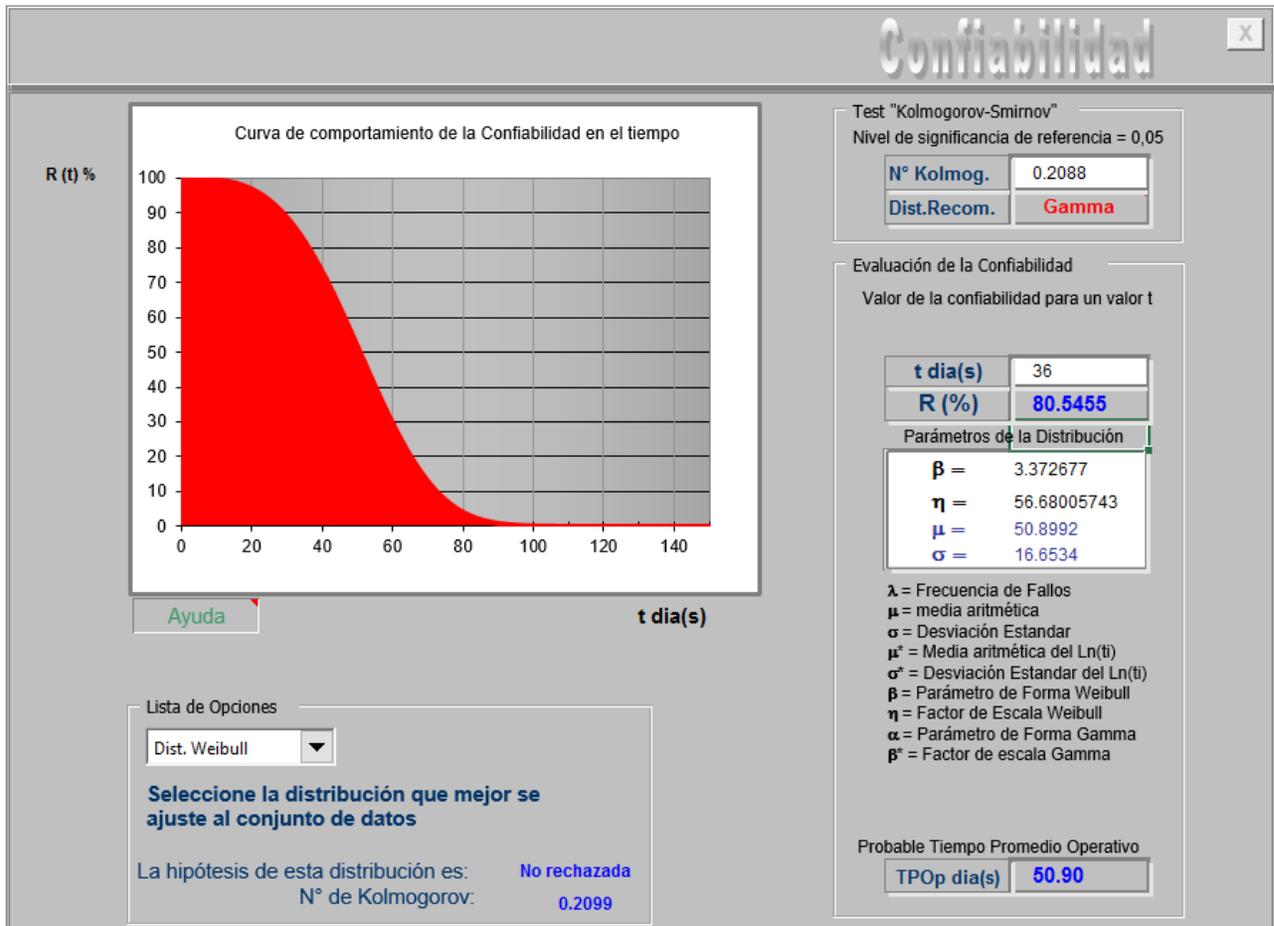


Ilustración 65 Transportador N°5 de Bagazo Falta de suministro de energía eléctrica

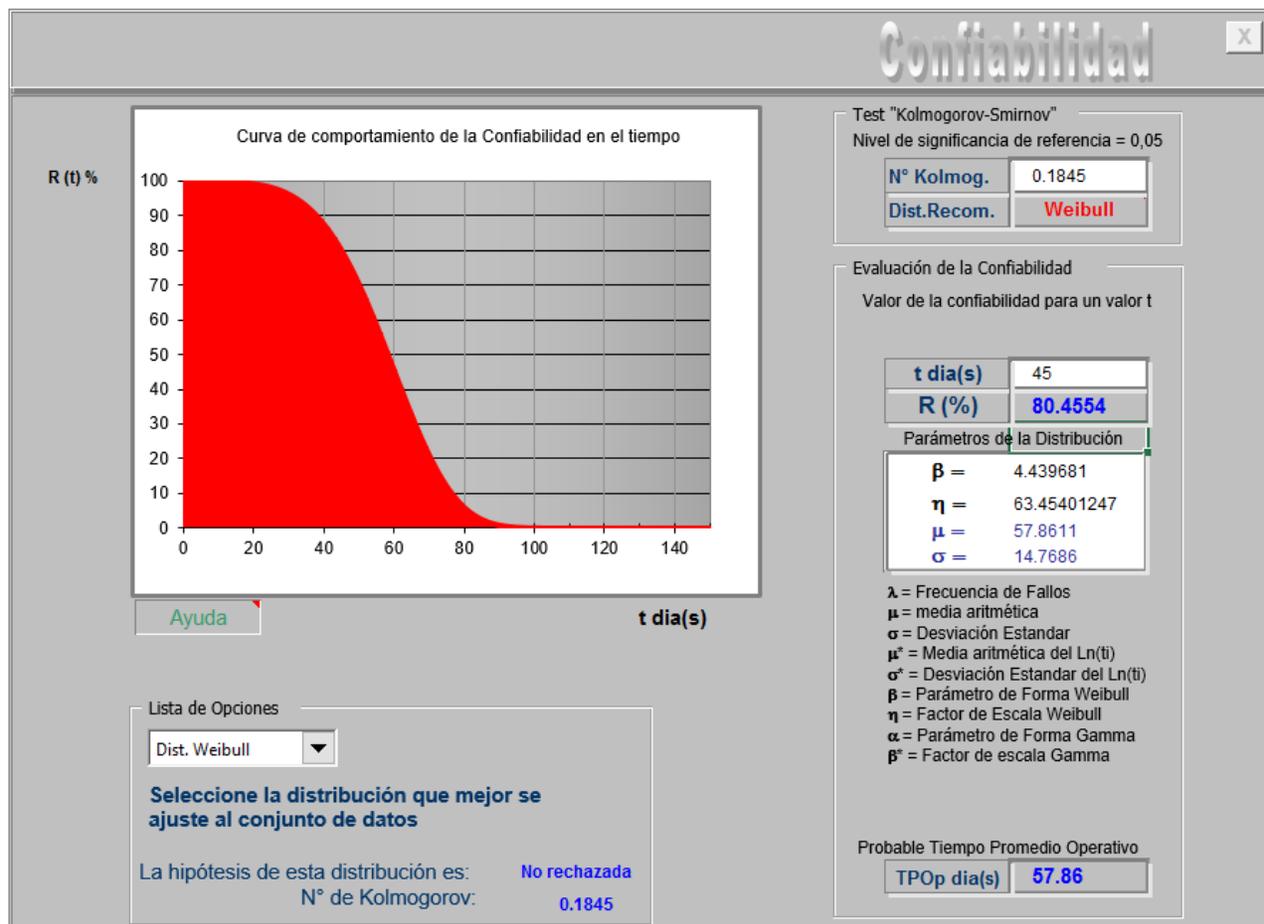


Ilustración 66 Transportador N°5 de Bagazo Motor disparador por sobre carga

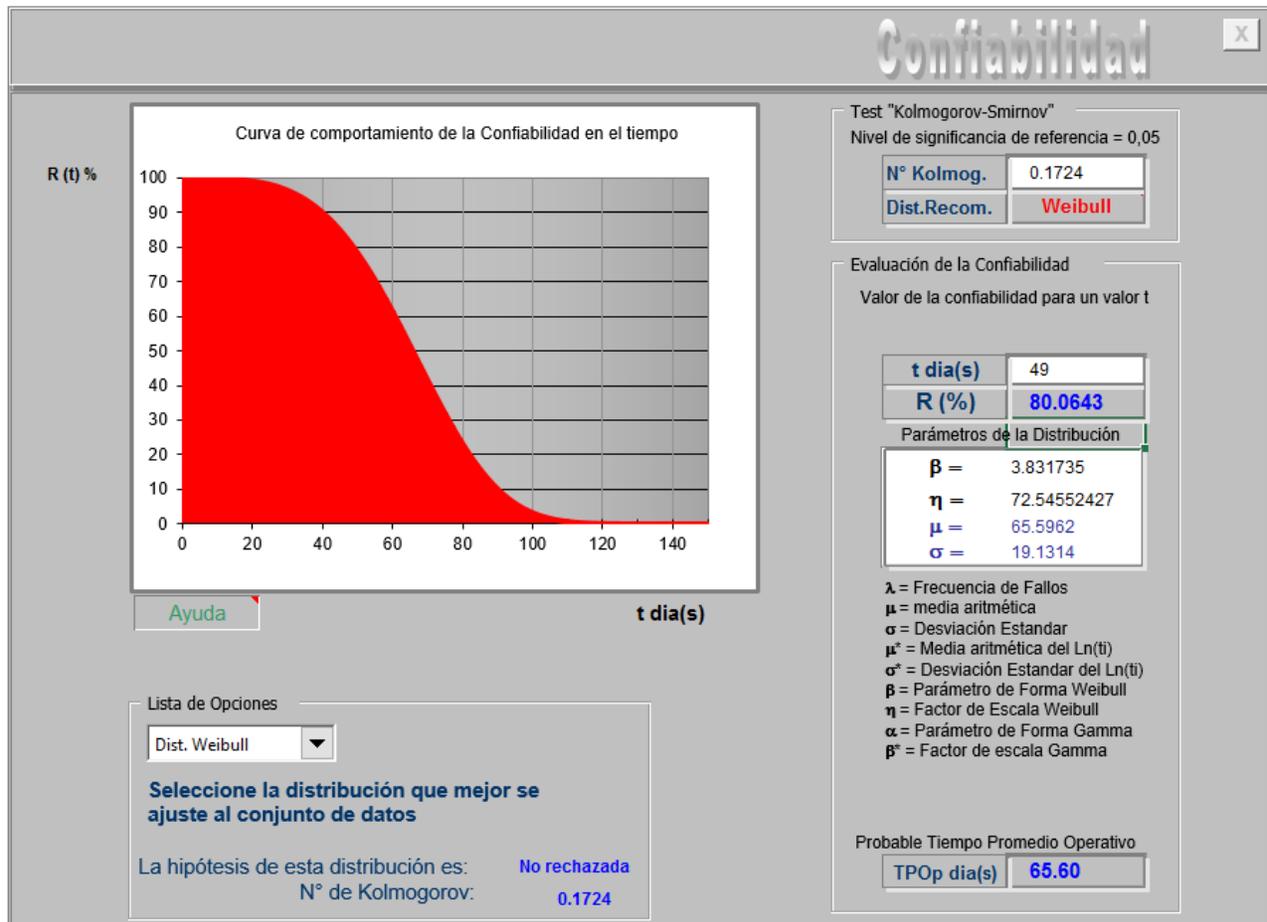


Ilustración 67 Transportador Retorno Bagazo Acople quebrado

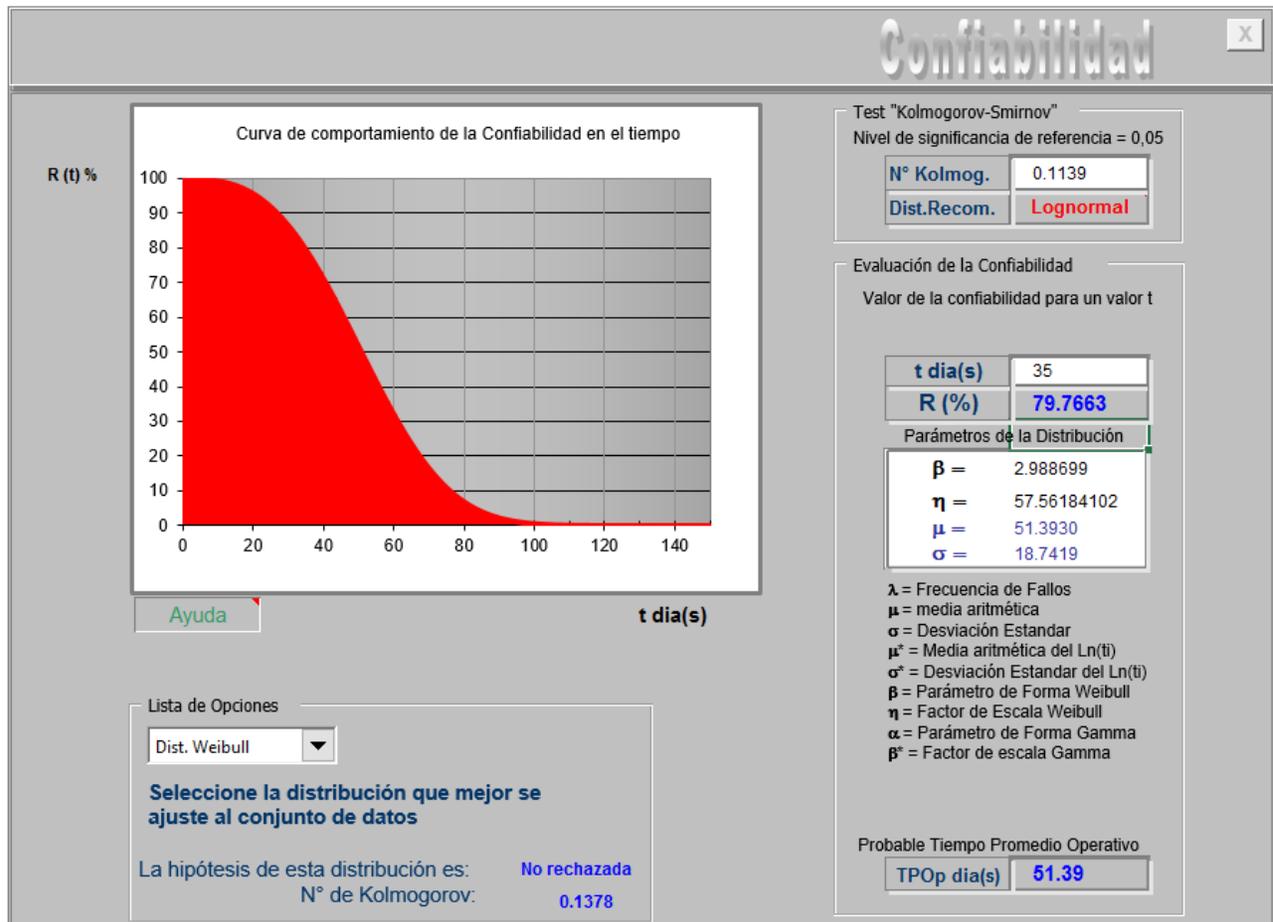


Ilustración 68 Transportador Retorno Bagazo Banda atorada

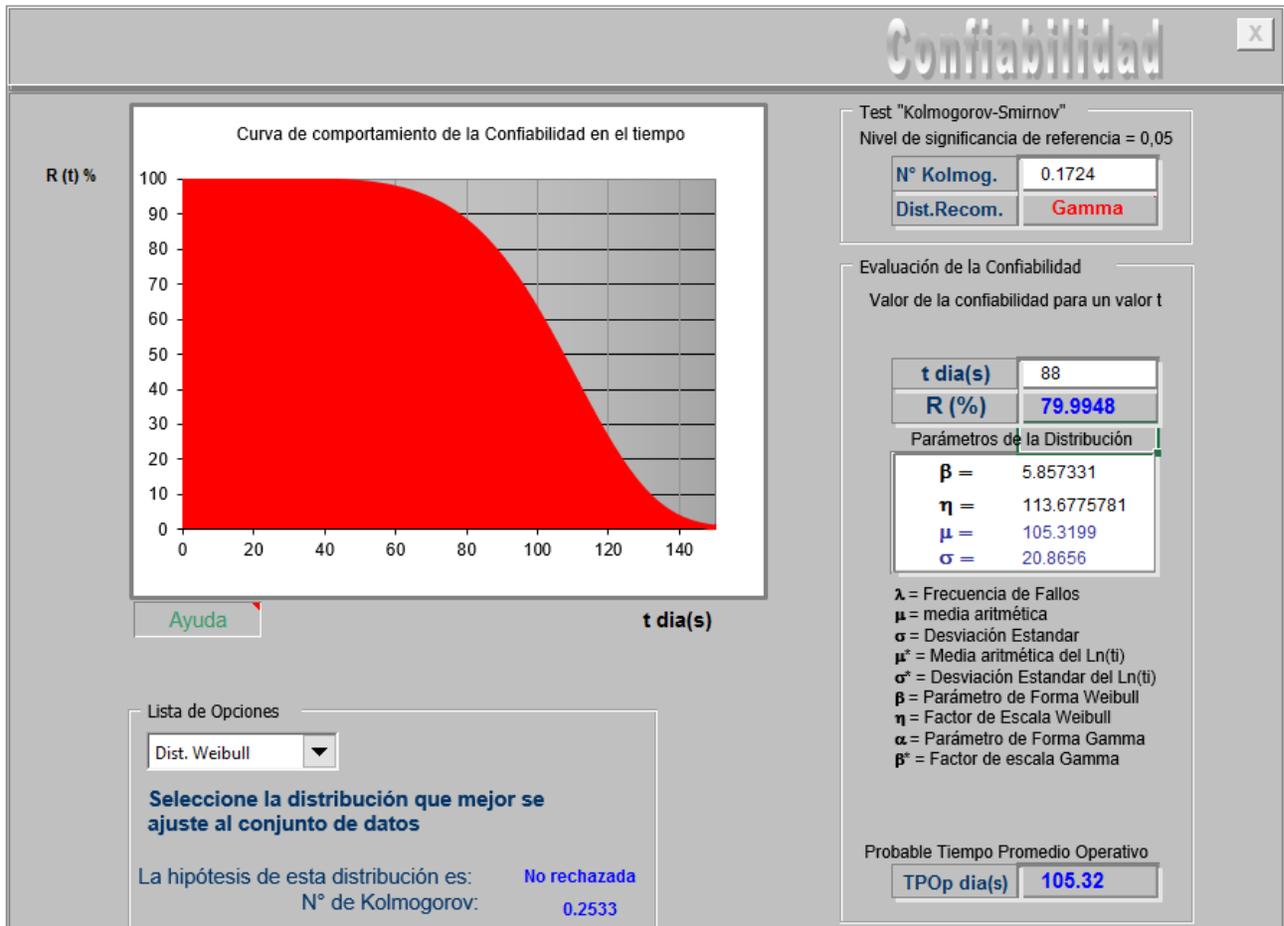


Ilustración 69 Transportador Retorno Bagazo Desalineación excesiva de banda de hule

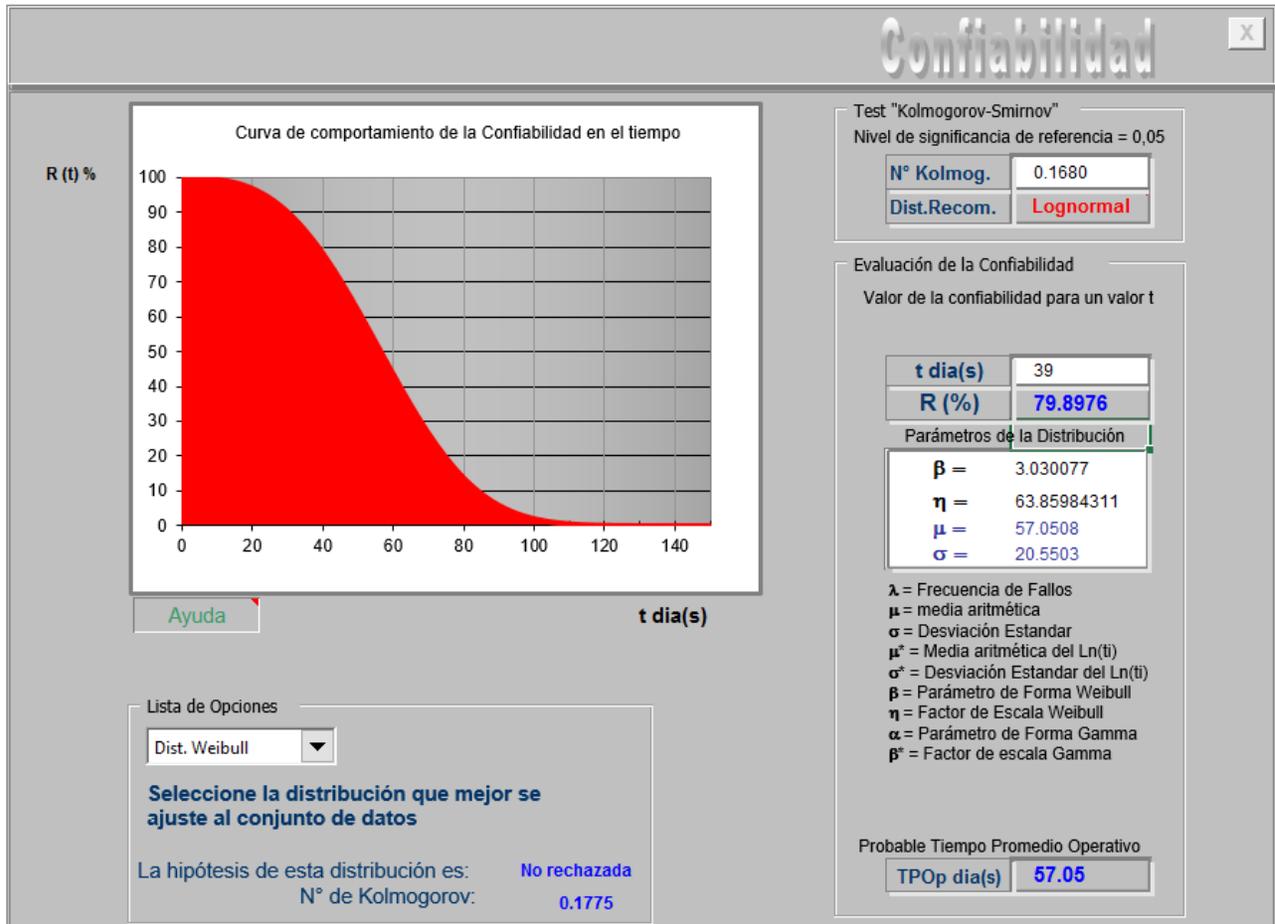


Ilustración 70 Transportador Retorno Bagazo Falta de suministro de energía eléctrica

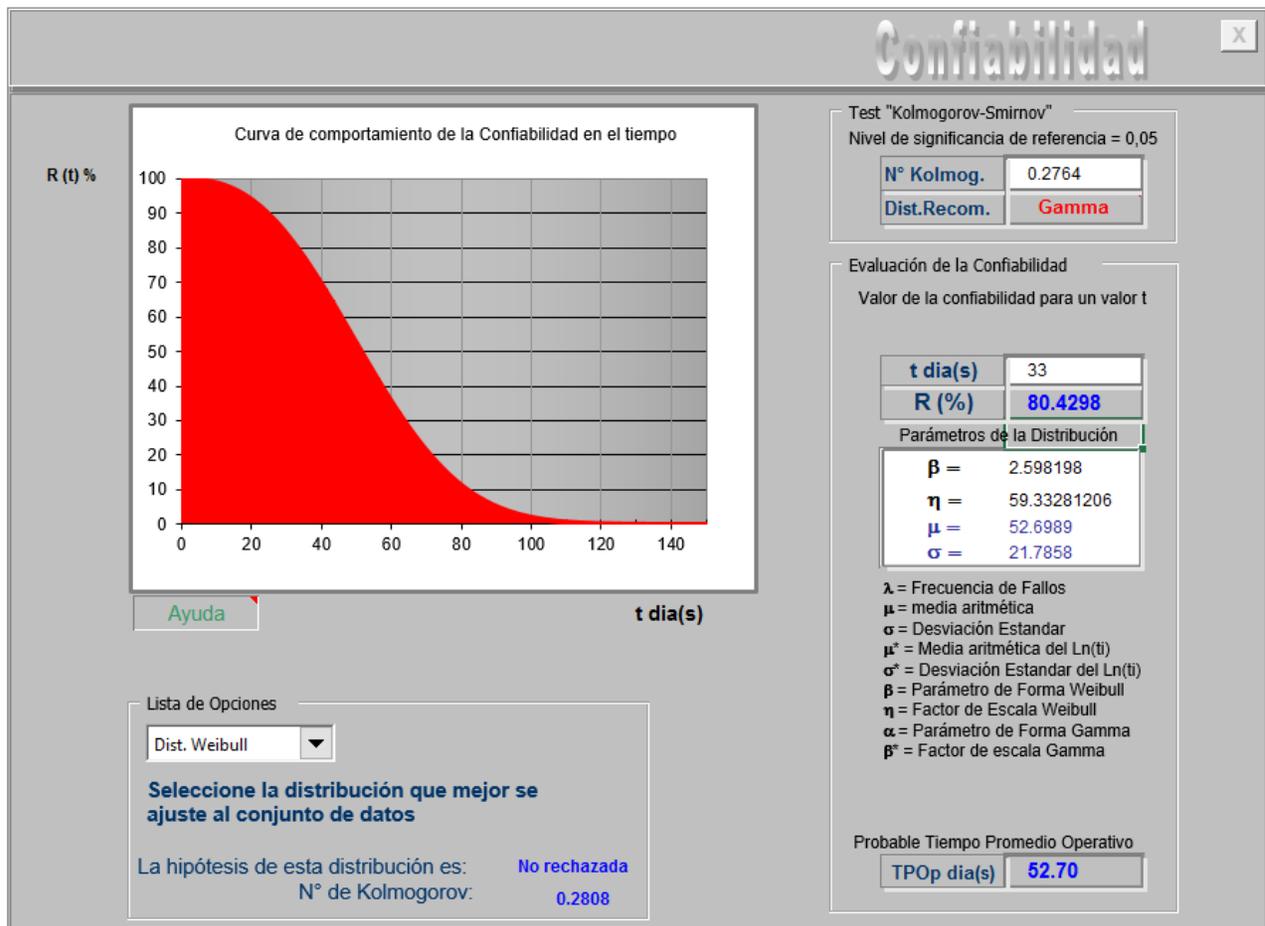


Ilustración 71 Transportador Retorno Bagazo Motor disparador por sobre carga