

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN EJECUTIVO	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	5
GLOSARIO.....	5
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	6
1.1. Lugar de aplicación.....	7
1.1.1. Estructura organizacional	8
1.2. Problemática	8
1.3. Objetivo general.....	10
1.4. Objetivos específicos	10
1.5. Resultados tangibles esperados.....	10
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y METODOLOGÍA	11
2.1. Probabilidades.....	12
2.2. Distribuciones de probabilidad	12
2.2.1. Conceptos generales	12
2.2.2. Distribución Weibull	13
2.2.3. Distribución Gamma	14

2.3.	Conceptos generales de mantenimiento.....	16
2.3.1.	Mantenimiento.....	16
2.3.2.	Tipos de mantenimiento	17
2.3.3.	Elementos reparables y no reparables	18
2.3.4.	Confiabilidad	19
2.3.5.	Tasa de fallos (<i>Failure rate</i> , λ).....	19
2.3.6.	Función de tasa de fallos (<i>Hazard rate function</i> , $h(t)$).....	20
2.3.7.	Evolución de la tasa de fallos	22
2.3.8.	Tiempo medio entre fallas (MTBF)	24
2.3.9.	Tiempo medio hasta la falla (MTTF)	24
2.3.10.	Tiempo medio de reparación (MTTR).....	25
2.4.	Modelos de confiabilidad.....	25
2.4.1.	Modelo Weibull.....	25
2.5.	Otros modelos de confiabilidad	26
2.5.1.	Modelo Normal ($N\mu, \sigma$).....	27
2.5.2.	Modelo Exponencial (EXP λ)	27
2.6.	Modelo de costo - riesgo.....	28
2.7.	Análisis FODA	29
2.7.1.	Análisis interno.....	30
2.7.2.	Análisis externo	30
2.8.	Metodologías	31
2.8.1.	Six Sigma: DMAIC	32
2.8.2.	Ciclo de Deaming (PDSA)	33
2.8.3.	Calidad total: trilogía de Juran	35
2.8.4.	Elección de metodología	36
2.9.	Etapas del proyecto.....	37

2.9.1.	Etapa I: Definir	37
2.9.2.	Etapa II: Medir.....	37
2.9.3.	Etapa III: Analizar	38
2.9.4.	Etapa IV: Evaluar y mejorar	38
CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO		
.....		39
3.1.	Formalización de procesos actuales.....	40
3.2.	Procedimiento departamento de mantención: Plan de mantención industrial (PC 10001).....	40
3.2.1.	Nomenclatura general.....	40
3.2.2.	Responsabilidades de cada cargo	41
3.2.3.	Organigrama área mantenimiento	42
3.2.4.	Planificación y programación de actividades de mantenimiento	43
3.2.5.	Metas de mantenimiento.....	45
3.3.	El proceso productivo	45
3.4.	Datos de falla	46
3.5.	Datos de repuestos	47
3.6.	Análisis interno de la empresa	48
3.6.1.	Análisis 4C	48
3.6.2.	Análisis 4P.....	49
3.7.	Análisis externo de la empresa	49
3.7.1.	Análisis PESTEL.....	50
3.8.	Análisis FODA	51
3.8.1.	Fortalezas.....	51

3.8.2.	Debilidades	52
3.8.3.	Amenazas.....	52
3.8.4.	Oportunidades.....	52
3.9.	Análisis FODA área de mantenimiento	52
3.9.1.	Fortalezas.....	53
3.9.2.	Debilidades	53
3.9.3.	Amenazas.....	53
3.9.4.	Oportunidades.....	53
3.10.	Conclusiones análisis FODA y etapa de diagnóstico.....	54
CAPÍTULO 4: VERIFICACIÓN Y ESTUDIO DE LA INFORMACIÓN		56
4.1.	Análisis de base de datos actual.....	57
4.1.1.	Datos de falla	57
4.1.2.	Datos de repuestos	58
4.2.	Disponibilidad de la línea	59
4.3.	Plan de mantenimiento envasadora Gualapack.....	59
4.4.	Cálculo de parámetros Weibull.....	60
4.4.1.	Parámetros envasadora Gualapack	61
4.5.	Confiabilidad envasadora Gualapack	62
4.6.	Intercambio óptimo de repuestos	63
4.6.1.	Intercambio óptimo distribuidor de <i>sachet</i>	63
4.6.2.	Intercambio óptimo cargador largo/corto	64
4.6.3.	Intercambio óptimo enrosgador	65
4.6.4.	Intercambio óptimo dosificador	66

4.6.5.	Intercambio óptimo sensor	67
4.6.6.	Resumen intervenciones envasadora Gualapack.....	68
4.7.	Calendario de mantenencias	69
4.8.	Propuesta de mejora: toma de datos	73
4.8.1.	Planilla de fallas	73
4.8.2.	Planilla de repuestos	74
CAPÍTULO	5: EVALUACIÓN DE IMPACTOS	
.....	75
5.1.	Costos.....	76
5.1.1.	Costos de mano de obra.....	76
5.1.2.	Costos cambio de repuesto	76
5.1.3.	Costos parada de línea	77
5.1.4.	Costo total mantenimiento preventivo Gualapack.....	77
5.1.5.	Costo total mantenimiento correctivo Gualapack	78
5.1.6.	Otros costos asociados.....	78
5.2.	Beneficios	78
5.2.1.	Disponibilidad de la línea.....	78
5.2.2.	Producción.....	79
5.3.	Análisis Costos – Beneficios	79
5.4.	Impacto ambiental.....	80
5.4.1.	Repuestos.....	80
5.4.2.	Transporte.....	81
5.5.	Análisis de sensibilidad	81
5.5.1.	Caso uno: disminución del 15% en tiempos de intervención preventiva.....	81
5.5.2.	Caso dos: aumento del 15% en tiempos de intervención preventiva	82

CONCLUSIONES..... 83

BIBLIOGRAFÍA..... 85

ANEXOS..... 88

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Exportaciones Surfrut.....7

Ilustración 2: Organigrama Surfrut 8

Ilustración 3: Evolución del mantenimiento industrial 16

Ilustración 4: Tasa de fallos contante 21

Ilustración 5: Tasa de fallos creciente 21

Ilustración 6: Tasa de fallos decreciente..... 22

Ilustración 7: Curva de la bañera 23

Ilustración 8: Curvas modelo costo - riesgo 29

Ilustración 9: Ciclo DMAIC..... 33

Ilustración 10: Ciclo PDSA 33

Ilustración 11: Gestión de la calidad total 35

Ilustración 12: Organigrama mantenimiento..... 42

Ilustración 13: Flujo de procesos línea *doypack*..... 46

Ilustración 14: Plan Mtto. Bombas dosificadoras.....	60
Ilustración 15: Plan Mtto. motorreductor cadena	60
Ilustración 16: Plan Mtto. alimentación nitrógeno	60
Ilustración 17: Plan mantenimiento enero	70
Ilustración 18: Plan mantenimiento febrero	70
Ilustración 19: Plan mantenimiento marzo	70
Ilustración 20: Plan mantenimiento abril.....	70
Ilustración 21: Plan mantenimiento mayo	71
Ilustración 22: Plan mantenimiento junio.....	71
Ilustración 23: Plan mantenimiento julio.....	71
Ilustración 24: Plan mantenimiento agosto	71
Ilustración 25: Plan mantenimiento septiembre	72
Ilustración 26: Plan mantenimiento octubre	72
Ilustración 27: Plan mantenimiento noviembre.....	72
Ilustración 28: Plan mantenimiento diciembre.....	72

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Función de densidad de distribución Weibull	14
Ecuación 2: Función de distribución acumulada Weibull.....	14

Ecuación 3: Función de densidad gamma	15
Ecuación 4: Función de distribución acumulada para la distribución gamma	15
Ecuación 5: Probabilidad de falla de componentes en un intervalo de tiempo definido.....	19
Ecuación 6: Cálculo de tasa de fallos según horas de funcionamiento	20
Ecuación 7: Función de tasa de fallos	20
Ecuación 8: Cálculo de tiempo medio entre fallas	24
Ecuación 9: Cálculo formal del tiempo medio entre fallas	24
Ecuación 10: Cálculo de tiempo medio hasta la falla.....	25
Ecuación 11: Cálculo tiempo medio de reparación	25
Ecuación 12: Función de confiabilidad, modelo Weibull	26
Ecuación 13: Tasa de fallos, modelo Weibull	26
Ecuación 14: Tasa media de fallos, modelo Weibull	26
Ecuación 15: Función de confiabilidad, modelo normal	27
Ecuación 16: Tasa de fallos, modelo normal.....	27
Ecuación 17: Tiempo medio entre fallas, distribución normal.....	27
Ecuación 18: Función de confiabilidad, modelo exponencial.....	27
Ecuación 19: Tasa de fallos, modelo exponencial.....	28
Ecuación 20: Tiempo medio entre fallas, modelo exponencial.....	28

Ecuación 21: Huella de carbono 81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Componentes análisis FODA 30

Tabla 2: Matriz de importancia relativa 32

Tabla 3: Matriz multicriterio elección metodología 36

Tabla 4: PC 10.001 40

Tabla 5: Nomenclaturas utilizadas en Surfrut 41

Tabla 6: Actividades plan anual de mantenimiento..... 43

Tabla 7: Actividades plan mensual de mantenimiento 44

Tabla 8: Actividades plan semanal de mantenimiento – Parte 1 44

Tabla 9: Actividades plan semanal de mantenimiento – Parte 2 45

Tabla 10: Actividades metas de mantenimiento..... 45

Tabla 11: Confiabilidad línea productiva 59

Tabla 12: Parámetros envasadora Gualapack 62

Tabla 13: Resumen tiempos de reemplazo y cantidad anual de reemplazo 68

Tabla 14: Propuesta recambio de componentes 69

Tabla 15: Costos mano de obra 76

Tabla 16: Costos asociados al cambio de repuestos 77

Tabla 17: Costos paradas de producción	77
Tabla 18: Costo mantenimiento preventivo envasadora Gualapack	77
Tabla 19: Costos mantenimiento correctivo envasadora Gualapack.....	78
Tabla 20: Disponibilidad mediante propuesta de mejora	79
Tabla 21: Beneficios mantención preventiva	80
Tabla 22: Costos anuales - Caso 1	82
Tabla 23: Costos anuales - Caso 2.....	82

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Fallas eléctricas y mecánicas, periodo enero – septiembre, años 2020 y 2021.....	9
Gráfico 2: Tasa de fallos distribuidor de sachet	62
Gráfico 3: Confiabilidad modos de fallo	62
Gráfico 4: Análisis riesgo - costo distribuidor de <i>sachet</i>	64
Gráfico 5: Análisis riesgo - costo cargador largo/corto.....	65
Gráfico 6: Análisis riesgo - costo enroscador.....	65
Gráfico 7: Análisis riesgo - costo dosificador	66
Gráfico 8: Análisis riesgo - costo sensores.....	67

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Campana de Gauss.....	88
Anexo 2: Curvas de densidad Weibull	88
Anexo 3: Curva de la bañera para componentes mecánicos	89
Anexo 4: Columnas agregadas planilla toma de datos	89
Anexo 5: Listas desplegables planilla toma de datos	89