

## ÍNDICE GENERAL

<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1. ANTECEDENTES .....	2
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	2
1.3. SOLUCIÓN PROPUESTA .....	3
1.4. OBJETIVOS.....	3
1.4.1. Objetivo general .....	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
1.5. RESULTADOS ESPERADOS .....	3
1.6. METODOLOGÍA .....	4
1.7. ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO .....	6
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>7</b>
2.1. MANTENIMIENTO .....	8
2.1.1. Objetivo del Mantenimiento .....	8
2.1.2. Disponibilidad .....	10
2.1.3. Importancia del Mantenimiento .....	10
2.2. TIPOS DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL .....	11
2.2.1. Mantenimiento Correctivo.....	11
2.2.2. Mantenimiento Preventivo .....	13
2.2.3. Mantenimiento Predictivo .....	14
2.2.4. Mantenimiento Productivo Total (TPM).....	15
2.3. CONCEPTOS ASOCIADOS AL MANTENIMIENTO.....	16
2.3.1. Confiabilidad.....	16
2.3.2. Tiempo Medio para Fallar (MTTF).....	17
2.3.3. Tiempo Medio de Paradas (MDT).....	18
2.3.4. Tiempo Medio entre Fallas (MTBF).....	18

<b>2.4.</b>	<b>MODELOS MATEMÁTICOS DE PROBABILIDAD DE FALLAS .....</b>	<b>19</b>
2.4.1.	<b>Modelo de Weibull para Confiabilidad .....</b>	<b>19</b>
<b>2.5.</b>	<b>SELECCIÓN DE ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO .....</b>	<b>20</b>
<b>2.6.</b>	<b>EXCELENCIA EN LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO .....</b>	<b>21</b>
<b>2.7.</b>	<b>VARIABLES DEL MANTENIMIENTO.....</b>	<b>21</b>
<b>2.8.</b>	<b>POLÍTICAS Y ACCIONES DE MANTENIMIENTO.....</b>	<b>22</b>
<b>2.9.</b>	<b>DIAGRAMA DE PARETO .....</b>	<b>23</b>
<b>2.10.</b>	<b>DIAGRAMA DE JACK-KNIFE .....</b>	<b>25</b>
<b>2.11.</b>	<b>ANÁLISIS DE MANTENCIONES .....</b>	<b>26</b>
<b>2.12.</b>	<b>FRECUENCIA ÓPTIMA DE MANTENIMIENTO .....</b>	<b>27</b>
	<b>CAPÍTULO 3. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA.....</b>	<b>28</b>
<b>3.1.</b>	<b>RECOPIACIÓN DE DATOS HISTÓRICOS.....</b>	<b>29</b>
<b>3.2.</b>	<b>ESTIMACIÓN DE WEIBULL.....</b>	<b>29</b>
<b>3.3.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA SELECCIONADORA.....</b>	<b>30</b>
3.3.1.	<b>Componentes Principales de la Seleccionadora.....</b>	<b>34</b>
	<b>CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>36</b>
<b>4.1.</b>	<b>SELECCIONADORA MP-20005 .....</b>	<b>37</b>
<b>4.2.</b>	<b>AnÁLISIS DE FALLAS .....</b>	<b>37</b>
<b>4.3.</b>	<b>DETALLE DE CADA UNA DE LAS FALLAS .....</b>	<b>40</b>
4.3.1.	<b>Rodamiento 1 .....</b>	<b>40</b>
4.3.2.	<b>Rodamiento 2.....</b>	<b>42</b>
4.3.3.	<b>Rodamiento 3.....</b>	<b>44</b>
4.3.4	<b>Rodamiento 4.....</b>	<b>46</b>
4.3.5	<b>Correa Dentada.....</b>	<b>48</b>
4.3.6.	<b>Engranaje .....</b>	<b>50</b>
<b>4.4.</b>	<b>ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO.....</b>	<b>52</b>
4.5.	<b>COSTOS CALCULADOS PARA CAMBIO PREVENTIVO Y CORRECTIVO..</b>	<b>54</b>

4.5.1. Cambio de Rodamiento 1 .....	54
4.5.2. Cambio de Rodamiento 2 .....	55
4.5.3. Cambio de Rodamiento 3 .....	56
4.5.4. Cambio de Rodamiento 4 .....	57
4.5.5. Cambio de Correa .....	58
4.5.6. Cambio del Engranaje .....	59
4.6. PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	60
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	61
REFERENCIAS .....	63
ANEXO 1: .....	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Curva de la bañera. fuente: Matías Valenzuela, 2020 .....	17
Figura 1.2: desglose del tiempo medio entre fallas. Fuente: Matías Valenzuela, 2020 ..	18
Figura 2.3: Curva de la bañera en modelo Weibull. Fuente: Matías Valenzuela, 2020 ...	19
Figura 2.4: Diagrama de Pareto. Fuente: "El Arte de Mantener", Rodrigo Pascual .....	24
Figura 2.5: Diagrama de Jack Knife. Fuente: "Análisis de fallas en equipos industriales", Gabriel Barrientos .....	25
Figura 2.6: Ejemplo de Mantenimiento Programada v/s No Programada .....	26
Figura 3.1: Máquina Seleccionadora. Fuente: Fotos entregadas por la Empresa.....	32
Figura 3.2: Máquina Seleccionadora. Fuente: Fotos entregadas por la Empresa.....	32
Figura 3.3: Rodillos Calibradores. Fuente: Fotos entregadas por la Empresa .....	33
Figura 3.4: Cinta Transportadora. Fuente: Fotos entregadas por la Empresa .....	33
Figura 3.5: Motor Eléctrico 1 HP. Fuente: Sodimac.cl.....	34
Figura 3.6: Cinta Transportadora. Fuente: Ingemaq .....	34
Figura 3.7: Rodamiento de Bolas. Fuente: SKF.cl.....	35
Figura 3.8: Polea y Correa Dentada. Fuente: Aliexpress.com .....	35
Figura 4.1: Planificación de Mantenimiento Preventivo. Fuente: Elaboración Propia ...	60

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Análisis de Pareto. Fuente: "El Arte de Mantener", Rodrigo Pascual .....	24
Tabla 3.1: Características Seleccionadora. Fuente: Elaboración Propia .....	31
Tabla 3.2: Tabla de Características del Motor. Fuente: Elaboración Propia .....	34
Tabla 3.3: Tabla de Características de la cinta. Fuente: Ingemaq.....	34
Tabla 4.1: Fallas de la Seleccionadora. Fuente: Elaboración Propia.....	37
Tabla 4.2: Datos para elaborar Diagrama de Pareto. Fuente: Elaboración Propia .....	37
Tabla 4.3: Tiempo entre fallas del Rodamiento 1. Fuente: Elaboración Propia.....	40
Tabla 4.4: Regresión Lineal del Rodamiento 1. Fuente: Elaboración Propia .....	41
Tabla 4.5: Parámetros de la Regresión de Weibull. Fuente Elaboración Propia .....	41
Tabla 4.6: Tiempo entre Falla Rodamiento 2. Fuente: Elaboración Propia .....	42
Tabla 4.7: Regresión Lineal del Rodamiento 2. Fuente: Elaboración Propia .....	43
Tabla 4.8: Parámetros de la Regresión de Weibull. Fuente: Elaboración Propia .....	43
Tabla 4.9: Tiempo entre Falla Rodamiento 3. Fuente: Elaboración Propia .....	44
Tabla 4.10: Regresión Lineal del Rodamiento 3. Fuente: Elaboración Propia .....	45
Tabla 4.11: Parámetros de la Regresión de Weibull. Fuente: Elaboración Propia .....	45
Tabla 4.12: Tiempo entre Falla Rodamiento 4. Fuente: Elaboración Propia .....	46
Tabla 4.13: Regresión Lineal del Rodamiento 4. Fuente: Elaboración Propia .....	47
Tabla 4.14: Parámetros de la Regresión de Weibull. Fuente: Elaboración Propia .....	48
Tabla 4.15: Tiempo entre fallas de la Correa Dentada. Fuente: Elaboración Propia.....	48
Tabla 4.16: Regresión Lineal de la Correa Dentada. Fuente: Elaboración Propia .....	49
Tabla 4.17: Parámetros de la Regresión de Weibull. Fuente: Elaboración Propia .....	49
Tabla 4.18: Tiempo entre fallas del Engranaje. Fuente: Elaboración Propia .....	50
Tabla 4.19: Regresión Lineal del Engranaje. Fuente: Elaboración Propia .....	51
Tabla 4.20: Parámetros de la Regresión de Weibull. Fuente: Elaboración Propia .....	51
Tabla 4.21: Valores de HH trabajada .....	53

<b>Tabla 4.22: Costos de los Repuestos Nuevos. Fuente: Elaboración Propia .....</b>	<b>53</b>
<b>Tabla 4.23: Tiempos de duración en mantenimiento Preventivo y Correctivo. Fuente: Elaboración Propia.....</b>	<b>53</b>
<b>Tabla 4.24: Costo Mant. Preventivo del Rodamiento 1. Fuente: Elaboración Propia .....</b>	<b>54</b>
<b>Tabla 4.25: Costo Mant. Correctivo para el Rodamiento 1. Fuente: Elaboración Propia .....</b>	<b>54</b>
<b>Tabla 4.26: Costo Mant. Preventivo del Rodamiento 2. Fuente: Elaboración Propia .....</b>	<b>55</b>
<b>Tabla 4.27: Costo Mant. Correctivo del Rodamiento 2. Fuente: Elaboración Propia.....</b>	<b>55</b>
<b>Tabla 4.28: Costo Mant. Preventivo del Rodamiento 3. Fuente: Elaboración Propia .....</b>	<b>56</b>
<b>Tabla 4.29: Costo Mant. Correctivo del Rodamiento 3. Fuente: Elaboración Propia.....</b>	<b>56</b>
<b>Tabla 4.30: Costo Mant. Preventivo del Rodamiento 4. Fuente: Elaboración Propia .....</b>	<b>57</b>
<b>Tabla 4.31: Costo Mant. Correctivo del Rodamiento 4. Fuente: Elaboración Propia.....</b>	<b>57</b>
<b>Tabla 4.32: Costo Mant. Preventivo de Correa. Fuente: Elaboración Propia.....</b>	<b>58</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 4.1: Diagrama de Pareto. Fuente: Elaboración Propia.....</b>	<b>38</b>
<b>Gráfico 4.2: Gráfica Ecuación de la Recta. Fuente Elaboración Propia .....</b>	<b>40</b>
<b>Gráfico 4.3: Confiabilidad Rodamiento 1. Fuente: Elaboración Propia.....</b>	<b>42</b>
<b>Gráfico 4.4: Gráfica Ecuación de la Recta. Fuente: Elaboración Propia .....</b>	<b>43</b>
<b>Gráfico 4.5: Confiabilidad Rodamiento 2. Fuente: Elaboración Propia.....</b>	<b>44</b>
<b>Gráfico 4.6: Gráfica Ecuación de la Recta. Fuente: Elaboración Propia .....</b>	<b>45</b>
<b>Gráfico 4.7: Confiabilidad Rodamiento 3. Fuente: Elaboración Propia.....</b>	<b>46</b>
<b>Gráfico 4.8: Gráfica Ecuación de la Recta. Fuente: Elaboración Propia .....</b>	<b>47</b>
<b>Gráfico 4.9: Confiabilidad Rodamiento 4. Fuente: Elaboración Propia.....</b>	<b>48</b>
<b>Gráfico 4.10: Gráfica Ecuación de la Recta. Fuente: Elaboración Propia .....</b>	<b>49</b>
<b>Gráfico 4.11: Confiabilidad Correa Dentada. Fuente: Elaboración Propia.....</b>	<b>50</b>
<b>Gráfico 4.12: Gráfica Ecuación de la Recta. Fuente: Elaboración Propia .....</b>	<b>51</b>
<b>Gráfico 4.13: Confiabilidad del Engranaje. Fuente: Elaboración Propia .....</b>	<b>52</b>
<b>Gráfico 4.14: Gráfico de Frecuencia de Cambio del Componente. Fuente: Elaboración Propia.</b>	<b>54</b>
<b>Gráfico 4.15: Gráfico de Frecuencia de Cambio del Componente. Fuente: Elaboración Propia.</b>	<b>55</b>
<b>Gráfico 4.16: Gráfico de Frecuencia de Cambio del Componente. Fuente: Elaboración Propia.</b>	<b>56</b>
<b>Gráfico 4.17: Gráfico de Frecuencia de Cambio del Componente. Fuente: Elaboración Propia.</b>	<b>57</b>
<b>Gráfico 4.18: Gráfico de Frecuencia de Cambio del Componente. Fuente: Elaboración Propia.</b>	<b>58</b>
<b>Gráfico 4.19: Gráfico de Frecuencia de Cambio del Componente. Fuente: Elaboración Propia.</b>	<b>59</b>