

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA



**PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN
CONFIABILIDAD EN LA LÍNEA CONGELADOS DE LA EMPRESA
AGROINDUSTRIAS AIB S.A - MOTUPE PARA MEJORAR SUS
INDICADORES**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**

AUTOR

JUAN CARLOS FAYA SILVA

ASESOR

LUIS ALBERTO RAMOS MARTINEZ

<https://orcid.org/0000-0002-3318-2782>

Chiclayo, 2020

**PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO
EN CONFIABILIDAD EN LA LÍNEA CONGELADOS DE LA
EMPRESA AGROINDUSTRIAS AIB S.A - MOTUPE PARA
MEJORAR SUS INDICADORES**

PRESENTADA POR:
JUAN CARLOS FAYA SILVA

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO

APROBADA POR:

Alexander Querevalú Morante
PRESIDENTE

Wilson Alejandro Jiménez Zuloeta
SECRETARIO

Luis Alberto Ramos Martinez
VOCAL

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a Dios sobre todas las cosas, a mis Padres que han hecho un esfuerzo grande por apoyarme en este trayecto, a mi hermano, mi familia que es parte fundamental para mí y amigos que durante este largo proceso hemos compartido muchas anécdotas que las llevo conmigo siempre.

AGRADECIMIENTOS

A Yanina Saavedra Cavero representante de Recursos Humanos de la Empresa Agroindustrias AIB S.A. por haberme permitido llegar y entablar una conversación con el Ingeniero Manuel Torres, jefe de Mantenimiento de la Empresa y así darme la oportunidad de desarrollar esta tesis en su organización.

A Ing. Milton Yamunaque encargado del Área de producción (Planta 2 – Congelados), por brindarme su apoyo en planta y permitir que el personal (Operarios, Mecánicos y Electricistas) me orienten durante mis visitas en la Empresa.

A Ing. Luis Alberto Ramos Martínez, asesor y orientador durante el trayecto de mi resolución de tesis, quien tan amable me brindo su apoyo y conocimientos sirviéndome de guía para la culminación de mi Proyecto.

A Ing. Alexander Querevalú Morante, docente de la Universidad en especialización Eléctrica y Mantenimiento, quien me apoyó constantemente desde el inicio de este trayecto.

A mi tía Elvia Margoth Mondragón Gonzales, por siempre apoyarme en el trayecto de este proceso de estudios.

A Adriana Burga persona que estuvo desde el comienzo brindándome su apoyo incondicional y aliento para culminar este proyecto. Agradecido con Dios por ti.

A mis dos grandes amigos Tulio y Víctor, quienes me brindaron sus conocimientos de experiencia en el área de Mantenimiento.

A Mis profesores que orientaron mi formación académica y todas las personas que de una o otra manera me brindaron su apoyo emocional en este trayecto

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	18
1.1. JUSTIFICACIÓN	20
1.2. OBJETIVOS	20
1.2.1. OBJETIVO GENERAL	20
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
II. MARCO TEÓRICO	21
2.1. NOCIONES BÁSICAS	21
2.1.1. Mantenimiento.....	21
2.1.2. Área de Mantenimiento	21
2.1.3. Línea de Producción	21
2.1.4. Organización del Área de Mantenimiento.....	22
2.1.5. Sistema de Información.....	22
2.1.6. Planeamiento del Mantenimiento	23
2.1.7. Stock de Repuestos.....	23
2.1.8. Resultados de Mantenimiento	23
2.1.9. Activos de la Empresa	23
2.1.10. Checklist de Mantenimiento.....	23
2.1.11. Fallas.....	24
2.1.12. Supervisión	24
2.1.13. Fatiga de Equipos	24
2.1.14. Vida Útil	24
2.2. TIPOS DE MANTENIMIENTO	24
2.2.1. Mantenimiento Preventivo	24
2.2.2. Mantenimiento Correctivo.....	25
2.2.3. Mantenimiento Predictivo	25
2.2.4. Mantenimiento Cero Horas (Overhaul).....	25
2.2.5. Mantenimiento en Uso.....	25
2.2.6. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad	26
2.3. TRANSFORMACIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	27
2.3.1. Primera Generación del Mantenimiento (1733 – 1938).....	27
2.3.2. Segunda Generación del Mantenimiento (1939 – 1966).....	27
2.3.3. Tercera Generación del Mantenimiento (1967 – 1989).....	28
2.3.4. Cuarta Generación del Mantenimiento (1990 – 2002).....	28
2.3.5. Sucesos Históricos del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad	28

2.4.	BASES TEÓRICAS CIENTÍFICAS	29
2.4.1.	Variables de Mantenimiento.....	29
2.5.	PROBLEMA.....	41
2.6.	HIPÓTESIS.....	41
III.	MARCO METODOLÓGICO	42
3.1.	METODOLOGÍA	42
3.1.1.	Procesamiento.....	42
3.2.	MÉTODOS Y TÉCNICAS.....	42
3.2.1.	Recopilación de Datos	42
3.2.2.	Listado de Equipos	48
3.2.3.	Metodología para realizar el OEE (Efectividad Global de los Equipos)..	68
3.2.4.	Ejecución de la Disponibilidad de los Equipos	70
3.2.5.	Auditoria de Mantenimiento.....	71
3.2.6.	Análisis de Criticidad de los Equipos.....	77
3.2.7.	Preparación de Datos de Vida Útil de los Equipos de la empresa.....	79
3.2.8.	Evaluación de los Parámetros de Vida en la Hoja Logarítmica	88
3.2.9.	Estimación de la Etapa de vida de los Equipos	90
3.2.10.	Funciones de Probabilidad de Análisis Weibull.....	90
3.2.11.	Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF)	91
3.2.12.	Aplicación del Árbol de Decisiones	94
3.2.13.	Creación de la hoja de Información.....	95
3.2.14.	Creación de la Hoja de Decisión	96
3.2.15.	Propuesta de Plan de Mantenimiento	97
3.2.16.	Evaluación Económica de la Implementación del RCM.....	100
IV.	DESARROLLO Y RESULTADOS	101
4.1.	Resultados del OEE (Efectividad Global de los Equipos).....	101
4.1.1.	Tiempo Disponible	101
4.1.2.	Tiempo de Parada Planificada	101
4.1.3.	Tiempo de Funcionamiento	102
4.1.4.	Tiempo de Preparación del Equipo	102
4.1.5.	Tiempos del Periodo de Operación	103
4.1.6.	Tiempo de Parada no Planificada por Equipos.....	103
4.1.7.	Tiempo de Operación Neta.....	104
4.1.8.	Tiempo Perdido por Operación	104
4.1.9.	Tiempo de Operación Utilizable.....	104

4.1.10.	Tiempo Perdido por Defectos.....	104
4.1.11.	Tiempo Productivo Neto	105
4.2.	Resultados de la Disponibilidad Total de los Equipos.....	105
4.3.	Resultados de la Auditoria de Mantenimiento.....	107
4.3.1.	Resultados del Cuadernillo de Cuestionario de la Auditoria.....	107
4.3.2.	Importancia de las Categorías de la Auditoria de Mantenimiento	113
4.3.3.	Puntaje de las Categorías de la Auditoria de Mantenimiento.....	114
4.3.4.	Resultados de la Auditoria de Mantenimiento	115
4.3.5.	Radar de Auditoria.....	116
4.4.	Resultados de Análisis de Criticidad de los equipos de la Empresa.....	117
4.5.	Resultado de Datos de Vida Útil de los Equipos de la empresa	119
4.6.	Resultados de la Estimación de Etapa de Vida de las Máquinas	122
4.7.	Resultados de las Funciones de Probabilidad	123
4.8.	Resultados del Análisis de Modo y Efecto de Fallas	124
4.9.	Resultados de la Implementación del RCM.....	150
4.9.1.	Resultado de la Hoja de Información	150
4.9.2.	Resultados de la Hoja de Decisión	164
4.9.3.	Resultados de la Propuesta de Plan de Mantenimiento	195
4.10.	Ejecución de la Evaluación Económica	207
V.	CONCLUSIONES	211
VI.	RECOMENDACIONES	213
VII.	BIBLIOGRAFÍA	214
VIII.	ANEXOS	216

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Variables de Indicadores de Mantenimiento.....	19
Figura 02. Procedimiento Específico para la Organización del Mantenimiento.....	22
Figura 03. Aplicación de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.....	27
Figura 04. Sistema de Confiabilidad Operacional.....	29
Figura 05. Curva de la Bañera.....	31
Figura 06. Construcción del Árbol Lógico de Decisiones.....	39
Figura 07. Implantación del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.....	39
Figura 08. Ubicación Satelital de la Empresa Agroindustrias AIB S.A – MOTUPE....	43
Figura 09. Ubicación Satelital de la Empresa Agroindustrias AIB S.A – MOTUPE....	43
Figura 10. Ubicación de la Planta Agroindustrias AIB S.A – Motupe	44
Figura 11. Parte interna de la Planta Agroindustrias AIB S.A – Motupe	44
Figura 12. Procesamiento de Producción de la Empresa Agroindustrias AIB.....	45
Figura 13. Procesamiento de Producción de la Empresa Agroindustrias AIB.....	46
Figura 14. Procesamiento de Producción de la Empresa Agroindustrias AIB.....	47
Figura 15. Tanque de Bombeo de Amoniaco (1)	48
Figura 16. Tanque de Bombeo de Amoniaco (2)	48
Figura 17. Tanque de Bombeo de Amoniaco (3)	48
Figura 18. Tanque de Líquido Refrigerante	49
Figura 19. Tanque de Gas Caliente (1) y (2)	49
Figura 20. Tanque Pulmón de Aire.....	50
Figura 21. Tanque Acumulador.....	50
Figura 22. Ablandador (1)	51
Figura 23. Ablandador (2)	51
Figura 24. Recuperador de Amoniaco.....	52
Figura 25. Compresor Tornillo (1)	52
Figura 26. Compresor Tornillo (2)	52
Figura 27. Compresor Tornillo (3)	52
Figura 28. Compresor Tornillo (4)	53
Figura 29. Compresor de Aire (1)	53
Figura 30. Compresor de Aire (2)	53
Figura 31. Secador de Aire (1)	54
Figura 32. Secador de Aire (2)	54
Figura 33. Faja Transportadora de Desechos	54
Figura 34. Tornillo sin Fin	55
Figura 35. Tolva Abastecedora	55
Figura 36. Descanicador	56
Figura 37. Condensador Evaporativo.....	56
Figura 38. Condensador Evaporativo (1)	56
Figura 39. Condensador Evaporativo (2)	56
Figura 40. Schecker JBT (1)	57
Figura 41. Schecker JBT (2)	57
Figura 42. Schecker JBT (3)	57

Figura 43. Schecker JBT (4)	57
Figura 44. Transportador Elevador (1)	58
Figura 45. Transportador Elevador (2)	58
Figura 46. Transportador Elevador (3)	58
Figura 47. Transportador Elevador (4)	58
Figura 48. Transportador de Selección (1)	59
Figura 49. Transportador de Selección (2)	59
Figura 50. Transportador de Selección (3)	59
Figura 51. Cortadora Urshell.....	60
Figura 52. Volteador de Bines.....	60
Figura 53. Volteador de Jabas (1)	61
Figura 54. Volteador de Jabas (2)	61
Figura 55. Cepilladora (1)	62
Figura 56. Cepilladora (2)	62
Figura 57. Cepilladora (3)	62
Figura 58. Cepilladora (4)	62
Figura 59. Clasificadora	63
Figura 60. Hiperbárica HPP	63
Figura 61. Inmensor (1)	64
Figura 62. Inmensor (2)	64
Figura 63. Inmensor (3)	64
Figura 64. Cámara de Maduración (1)	65
Figura 65. Cámara de Maduración (2)	65
Figura 66. Cámara de Maduración (3)	65
Figura 67. Cámara de Maduración (4)	65
Figura 68. Túnel Estático Exterior.....	66
Figura 69. Túnel Estático Interior.....	66
Figura 70. Túnel IQF Exterior	66
Figura 71. Túnel IQF Interior	66
Figura 72. Cámara de Producto Terminado Exterior.....	67
Figura 73. Cámara de Producto Terminado Interior	67
Figura 74. Cámara de Despacho (1)	67
Figura 75. Cámara de Despacho (2)	67
Figura 76. Detector de Metales (1)	68
Figura 77. Detector de Metales (2)	68
Figura 78. Distribución del Tiempo en Planta para calcular el OEE	69
Figura 79. Hoja Logarítmica para hallar los Parámetros de vida de cada Máquina.....	89
Figura 80. Diagrama o Árbol de Decisiones	94
Figura 81. Distribución del Tiempo en Planta.....	101
Figura 82. Radar de la Auditoria de Mantenimiento de la Empresa Agroindustrias....	116
Figura 83. Porcentajes de Criticidad de los Activos de la empresa	119
Figura 84. Organigrama del Departamento de Mantenimiento para la Empresa.....	205

LISTA DE TABLAS

Tabla 01. Datos de los Tanques de Bombeo de Amoniac de la Empresa Agroindustrias AIB	48
Tabla 02. Datos del Tanque de Líquido de la Empresa Agroindustrias AIB.....	49
Tabla 03. Datos de los Tanques de Gas Caliente de la Empresa Agroindustrias AIB...	49
Tabla 04. Datos del Tanque Pulmón de Aire de la Empresa Agroindustrias AIB.....	50
Tabla 05. Datos del Tanque Acumulador de la Empresa Agroindustrias AIB.....	50
Tabla 06. Datos de los Ablandadores de la Empresa Agroindustrias AIB.....	51
Tabla 07. Datos de los Compresores Tornillos de la Empresa Agroindustrias AIB.....	52
Tabla 08. Datos del Recuperador de Amoniac de la Empresa Agroindustrias AIB.....	53
Tabla 09. Datos de los Compresores de Aire de la Empresa Agroindustrias AIB.....	53
Tabla 10. Datos de los Secadores de Aire de la Empresa Agroindustrias AIB.....	54
Tabla 11. Datos de la Faja Transportadora de Desechos de la Empresa Agroindustrias AIB.....	54
Tabla 12. Datos del Tornillo Sin Fin de la Empresa Agroindustrias AIB.....	55
Tabla 13. Datos de la Tolva Abastecedora de la Empresa Agroindustrias AIB.....	55
Tabla 14. Datos del Descanicador de la Empresa Agroindustrias AIB.....	56
Tabla 15. Datos de los Condensadores Evaporativos de la Empresa Agroindustrias....	56
Tabla 16. Datos de los Schecker JBT de la Empresa Agroindustrias AIB.....	57
Tabla 17. Datos de los Transportadores Elevadores de la Empresa Agroindustrias....	58
Tabla 18. Datos de los Transportadores de Selección de la Empresa Agroindustrias....	59
Tabla 19. Datos de la Cortadora Urshell de la Empresa Agroindustrias AIB.....	60
Tabla 20. Datos del Volteador de Bines de la Empresa Agroindustrias AIB.....	60
Tabla 21. Datos de los Volteadores de Jabas de la Empresa Agroindustrias AIB.....	61
Tabla 22. Datos de las Cepilladoras de la Empresa Agroindustrias AIB.....	62
Tabla 23. Datos de la Clasificadora de la Empresa Agroindustrias AIB.....	63
Tabla 24. Datos de la Hiperbárica HPP de la Empresa Agroindustrias AIB.....	63
Tabla 25. Datos de los Inmersores de la Empresa Agroindustrias AIB.....	64
Tabla 26. Datos de las Cámaras de Maduración de la Empresa Agroindustrias AIB....	65
Tabla 27. Datos del Túnel Estático de la Empresa Agroindustrias AIB.....	66
Tabla 28. Datos del Túnel IQF de la Empresa Agroindustrias AIB.....	66
Tabla 29. Datos de la Cámara de Producto Terminado de la Empresa Agroindustrias AIB.....	67
Tabla 30. Datos de las Cámaras de Despacho de la Empresa Agroindustrias AIB.....	67
Tabla 31. Datos de los Detectores de Metales de la Empresa Agroindustrias AIB.....	68
Tabla 32. Porcentajes sobre los Valores del OEE.....	70
Tabla 33. Cuestionario de Preguntas de la Auditoria de Mantenimiento	72
Tabla 34. Factores de Criticidad.....	78
Tabla 35. Matriz de Criticidad.....	79
Tabla 36. Valores del Tanque de Bombeo de Amoniac.....	80
Tabla 37. Valores del Tanque de Líquido.....	80
Tabla 38. Valores del Tanque de Gas Caliente.....	80
Tabla 39. Valores del Tanque Pulmón de Aire.....	80
Tabla 40. Valores del Tanque Acumulador.....	81

Tabla 41. Valores de lo Ablandadores.....	81
Tabla 42. Valores del Recuperador de Amoniaco.....	81
Tabla 43. Valores de los Compresores Tornillos.....	81
Tabla 44. Valores de los Compresores de Aire.....	82
Tabla 45. Valores de los Secadores de Aire.....	82
Tabla 46. Valores de la Faja Transportadora de Desechos.....	82
Tabla 47. Valores del Tornillo Sin Fin.....	82
Tabla 48. Valores de la Tolva Abastecedora.....	83
Tabla 49. Valores del Descanicator.....	83
Tabla 50. Valores de los Condensadores Evaporativos.....	83
Tabla 51. Valores de los Schecker JBT.....	83
Tabla 52. Valores de los Transportadores Elevadores.....	84
Tabla 53. Valores de los Transportadores de Selección.....	84
Tabla 54. Valores de la Cortadora Urshell.....	84
Tabla 55. Valores del Volteador de Bines	84
Tabla 56. Valores de los Volteadores de Jabas.....	85
Tabla 57. Valores de las Cepilladoras.....	85
Tabla 58. Valores de la Clasificadora.....	85
Tabla 59. Valores de la Hiperbárica HPP.....	85
Tabla 60. Valores de los Inmersores.....	86
Tabla 61. Valores de las Cámaras de Maduración.....	86
Tabla 62. Valores del Túnel Estático.....	86
Tabla 63. Valores del Túnel IQF	87
Tabla 64. Valores de la Cámara de Producto Terminado.....	87
Tabla 65. Valores de los Detectores de Metales.....	87
Tabla 66. Tabla de Severidad del Número de Prioridad de Riesgo.....	91
Tabla 67. Tabla de Ocurrencia del Número de Prioridad de Riesgo	92
Tabla 68. Tabla de Detección del Número de Prioridad de Riesgo.....	92
Tabla 69. Formato de Hoja de Información.....	95
Tabla 70. Formato de Hoja de Decisión.....	96
Tabla 71. Hoja de Condición – Acción.....	99
Tabla 72. Elaboración de Disponibilidad de los Activos.....	106
Tabla 73. Personal de la Empresa Entrevistada.....	107
Tabla 74. Resultado de la Auditoria de Mantenimiento en la Empresa Agroindustrias AIB.....	108
Tabla 75. Resultado de la Importancia de las Categorías de la Empresa.....	113
Tabla 76. Resultado del Valor Promedio de cada categoría.....	114
Tabla 77. Resultado de las Categorías Ponderadas de la Empresa.....	115
Tabla 78. Resultado de Análisis de Criticidad en la empresa Agroindustrias AIB.....	117
Tabla 79. Resultados de las Condiciones de los Activos.....	118
Tabla 80. Parámetros de los datos de Vida Útil de las máquinas de la empresa Agroindustrias AIB S.A.....	120
Tabla 81. Parámetros de Vida Útil de las máquinas de la empresa Agroindustrias AIB S.A. – MOTUPE.	122

Tabla 82. Resultados de las Funciones de Probabilidad.....	123
Tabla 83. Resultado de AMEF de los Tanques de Bombeo de Amoniaco.....	124
Tabla 84. Resultado de AMEF del Tanque de Líquido.....	125
Tabla 85. Resultado de AMEF de los Tanques de Gas Caliente.....	125
Tabla 86. Resultado de AMEF del Tanque Pulmón de Aire.....	126
Tabla 87. Resultado de AMEF del Tanque Acumulador.....	127
Tabla 88. Resultado de AMEF de los Ablandadores	128
Tabla 89. Resultado de AMEF del Recuperador de Amoniaco.....	128
Tabla 90. Resultado de AMEF de los Compresores Tornillos.....	129
Tabla 91. Resultado de AMEF de los Compresores de Aire.....	130
Tabla 92. Resultado de AMEF de los Secadores de Aire.....	131
Tabla 93. Resultado de AMEF de la Faja Transportadora de Desechos	132
Tabla 94. Resultado de AMEF del Tornillo Sin Fin.....	133
Tabla 95. Resultado de AMEF de la Tolva Abastecedora.....	134
Tabla 96. Resultado de AMEF del Descanicador.....	134
Tabla 97. Resultado de AMEF de los Condensadores Evaporativos.....	135
Tabla 98. Resultado de AMEF de los Schecker JBT.....	136
Tabla 99. Resultado de AMEF de los Transportadores Elevadores.....	137
Tabla 100. Resultado de AMEF de los Transportadores de Selección.....	138
Tabla 101. Resultado de AMEF de la Cortadora Urshell	139
Tabla 102. Resultado de AMEF del Volteador de Bines.....	139
Tabla 103. Resultado de AMEF de los Volteadores de Jabas.....	140
Tabla 104. Resultado de AMEF de las Cepilladoras.....	141
Tabla 105. Resultado de AMEF de la Clasificadora.....	142
Tabla 106. Resultado de AMEF de la Hiperbárica HPP.....	143
Tabla 107. Resultado de AMEF de los Inmersores.....	145
Tabla 108. Resultado de AMEF de las Cámaras de Maduración.....	146
Tabla 109. Resultado de AMEF del Túnel Estático.....	147
Tabla 110. Resultado de AMEF del Túnel IQF	148
Tabla 111. Resultado de AMEF de la Cámara de Producto Terminado.....	149
Tabla 112. Resultado de AMEF de los Detectores de Metales.....	149
Tabla 113. Hoja de Información de los Tanques de Bombeo de Amoniaco.....	150
Tabla 114. Hoja de Información del Tanque de Líquido Refrigerante.....	150
Tabla 115. Hoja de Información de los Tanques de Gas Caliente.....	150
Tabla 116. Hoja de Información del Tanque Pulmón de Aire.....	151
Tabla 117. Hoja de Información del Tanque Acumulador.....	151
Tabla 118. Hoja de Información de los Ablandadores.....	151
Tabla 119. Hoja de Información del Recuperador de Amoniaco.....	152
Tabla 120. Hoja de Información de los Compresores Tornillo.....	152
Tabla 121. Hoja de Información de los Compresores de Aire.....	152
Tabla 122. Hoja de Información de los Secadores de Aire.....	153
Tabla 123. Hoja de Información de la Faja Transportadora de Desechos.....	153
Tabla 124. Hoja de Información del Tornillo Sin Fin.....	153
Tabla 125. Hoja de Información de la Tolva Abastecedora.....	154

Tabla 126. Hoja de Información del Descanicator.....	154
Tabla 127. Hoja de Información de los Condensadores Evaporativos.....	155
Tabla 128. Hoja de Información de los Schecker JBT.....	155
Tabla 129. Hoja de Información de los Transportadores Elevadores.....	156
Tabla 130. Hoja de Información de los Transportadores de Selección.....	156
Tabla 131. Hoja de Información de la Cortadora Urshell.....	156
Tabla 132. Hoja de Información del Volteador de Bines.....	157
Tabla 133. Hoja de Información de los Volteadores de Jabas.....	157
Tabla 134. Hoja de Información de las Cepilladoras.....	158
Tabla 135. Hoja de Información de la Clasificadora	159
Tabla 136. Hoja de Información de la Hiperbárica HPP.....	160
Tabla 137. Hoja de Información de los Inmersores.....	160
Tabla 138. Hoja de Información de las Cámaras de Maduración.....	161
Tabla 139. Hoja de Información del Túnel Estático.....	161
Tabla 140. Hoja de Información del Túnel IQF.....	158
Tabla 141. Hoja de Información de la Cámara de Producto Terminado	162
Tabla 142. Hoja de Información de los Detectores de Metales.....	163
Tabla 143. Hoja de Decisión de los Tanques de Bombeo de Amoniaco.....	164
Tabla 144. Hoja de Decisión del Tanque de Liquido Refrigerante.....	165
Tabla 145. Hoja de Decisión de los Tanques de Gas Caliente.....	166
Tabla 146. Hoja de Decisión del Tanque Pulmón de Aire.....	167
Tabla 147. Hoja de Decisión del Tanque Acumulador.....	168
Tabla 148. Hoja de Decisión de los Ablandadores.....	169
Tabla 149. Hoja de Decisión del Recuperador de Amoniaco.....	170
Tabla 150. Hoja de Decisión de los Compresores Tornillo.....	171
Tabla 151. Hoja de Decisión de los Compresores de Aire.....	172
Tabla 152. Hoja de Decisión de los Secadores de Aire.....	173
Tabla 153. Hoja de Decisión de la Faja Transportadora de Desechos.....	174
Tabla 154. Hoja de Decisión del Tornillo Sin Fin.....	175
Tabla 155. Hoja de Decisión de la Tolva Abastecedora.....	176
Tabla 156. Hoja de Decisión del Descanicator.....	177
Tabla 157. Hoja de Decisión de los Condensadores Evaporativos.....	178
Tabla 158. Hoja de Decisión de los Schecker JBT.....	179
Tabla 159. Hoja de Decisión de los Transportadores Elevadores.....	180
Tabla 160. Hoja de Decisión de los Transportadores de Selección.....	181
Tabla 161. Hoja de Decisión de la Cortadora Urshell.....	182
Tabla 162. Hoja de Decisión del Volteador de Bines.....	183
Tabla 163. Hoja de Decisión de los Volteadores de Jabas.....	184
Tabla 164. Hoja de Decisión de las Cepilladoras.....	185
Tabla 165. Hoja de Decisión de la Clasificadora	186
Tabla 166. Hoja de Decisión de la Hiperbárica HPP... ..	187
Tabla 167. Hoja de Decisión de los Inmersores.....	188
Tabla 168. Hoja de Decisión de las Cámaras de Maduración.....	189
Tabla 169. Hoja de Decisión del Túnel Estático.....	190

Tabla 170. Hoja de Decisión del Túnel IQF.....	191
Tabla 171. Hoja de Decisión de la Cámara de Producto Terminado	192
Tabla 172. Hoja de Decisión de los Detectores de Metales	193
Tabla 173. Ficha Técnica de Equipos.....	194
Tabla 174. Hoja de Vida de Equipos	195
Tabla 175. Lista de Verificación (Check List).....	196
Tabla 176. Lista de Verificación (Check List).....	197
Tabla 177. Orden de Trabajo de Mantenimiento (OTM)	198
Tabla 178. Historia de los Equipos.....	199
Tabla 179. Mantenimiento Preventivo de la Empresa Agroindustrias AIB S.A.....	200
Tabla 180. Mantenimiento Preventivo de la Empresa Agroindustrias AIB S.A.	201
Tabla 181. Mantenimiento Preventivo de la Empresa Agroindustrias AIB S.A.....	202
Tabla 182. Mantenimiento Preventivo de la Empresa Agroindustrias AIB S.A.	203
Tabla 183. Ficha de Condición de Análisis del Equipo.....	204
Tabla 184. Inversión de Materiales de Suministros.....	205
Tabla 185. Inversión de equipos de Protección personal y Herramientas.....	206
Tabla 186. Ingresos anuales de los últimos 5 años en la empresa.....	207
Tabla 187. Remuneración Anual de la Mano de Obra.....	207
Tabla 188. Inversión Total de la Propuesta.....	208
Tabla 189. Resultado de VAN y TIR.....	209

LISTA DE ABREVIACIONES

RCM: Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

AMEF: Análisis de Modo y Efecto de Fallas

TPM: Mantenimiento Productivo Total

MTTR: Tiempo Medio entre Reparaciones

MTBF: Tiempo Medio entre Fallas

OEE: Efectividad Global de los Equipos

OT: Orden de Trabajo

TBF: Tiempo entre Fallas

SEV: Grado de Severidad

OCC: Grado de Ocurrencia

DET: Grado de Detección

RPN: Número de prioridad de Riesgo

OTP: Orden de trabajo preventivo

OTM: Orden de trabajo de Mantenimiento

VAN: Valor Actual Neto

TIR: Tasa interna de Rentabilidad

RESUMEN

Las empresas en la actualidad cuentan con un procedimiento de trabajo un tanto incierto para garantizar el buen funcionamiento de las máquinas. Ni siquiera existe una conciencia por parte del personal pertenecientes a una organización, más bien piensan que si existe una avería o un mal funcionamiento es culpa del supervisor sea cualquier causa que provoca ese desperfecto. Por otro lado, es existente que en algunas empresas el departamento encargado de mantenimiento no planifica de manera acertada las intervenciones que las maquinas necesitan, en la mayor parte de las empresas se observa que el mantenimiento que se aplican es: preventivos y en casos extremos netamente correctivo.

La confiabilidad es una metodología científica aplicada para poder reconocer el desempeño de los productos, la vida útil de los equipos o máquinas, plantas o procesos, con la finalidad de asegurar que estos ejecuten su función sin fallas por un periodo de tiempo en una condición específica. Por esta razón el objetivo de la tesis apunta en realizar un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para la empresa agroindustrias AIB-MOTUPE. Esta empresa es Mayoritaria en exportación de jugos, alimentos congelados, conservas y frescos.

La propuesta incluye identificar los problemas que esta empresa viene atravesando. Se realizará un análisis de criticidad donde se identificará los niveles críticos de cada máquina y con los tiempos de parada no planificados se pretenderá mejorar la vida útil de los activos en un tiempo prolongado.

Palabras claves: propuesta, plan de mantenimiento, confiabilidad, indicadores

ABSTRACT

Companies currently have a somewhat uncertain working procedure to ensure the proper functioning of the machines. There is not even a conscience on the part of the personnel belonging to an organization, rather they think that if there is a breakdown or a malfunction, it is the fault of the supervisor, whatever causes that damage. On the other hand, it is existing that in some companies the department in charge of maintenance does not correctly plan the interventions that the machines need, in most companies it is observed that the maintenance that is applied is: preventive and in extreme cases clearly corrective.

Reliability is a scientific methodology applied to recognize the performance of products, the useful life of equipment or machines, plants or processes, in order to ensure that they perform their function without failures for a period of time in a specific condition.

For this reason, the objective of the thesis is to carry out a maintenance plan focused on reliability for the agroindustrial company AIB-MOTUPE. This company is a wholesaler in export of juices, frozen foods, canned and fresh.

The proposal includes identifying the problems that this company has been going through. A criticality analysis will be carried out where the critical levels of each machine will be identified and with the unplanned downtimes it will be intended to improve the useful life of the assets in a long time

Keywords: proposal, maintenance plan, reliability, indicators

I. INTRODUCCIÓN

El Mantenimiento, es la prioridad de cuidado que se le brinda a los equipos de una empresa, mediante la eficiencia de sus equipos se puede identificar la disponibilidad de las máquinas. Por esta razón, el mantenimiento es indispensable para el buen funcionamiento y disponibilidad total de los equipos. Para la buena organización del departamento de mantenimiento se debe planear la ejecución de tareas preliminares dentro de un rango de tiempo específico.

Podemos definir el Mantenimiento como la repotenciación de los equipos de empresa. También es una actividad que se ejecuta por personal que cuenta con debida experiencia, esto ha ocasionado paradigmas al llevar a cabo procedimientos para mantener los equipos en condiciones óptimas, ya que los equipos de una empresa determinan la calidad del producto. Pero preservar los equipos se requiere de un programa de mantenimiento que permita priorizar el funcionamiento de los equipos y no ocasionen paros inesperados en el proceso de producción. [1]

Las empresas son cada vez más conscientes de la necesidad de usar técnicas o herramientas de análisis de confiabilidad para optimizar el desempeño de sus activos. El mantenimiento basado en la confiabilidad, debería ser utilizado con más frecuencia para la definición de estrategias de mantenibilidad. Los gerentes de mantenimiento necesitan asegurar que sus actividades se encuentren optimizadas con el fin que los activos cumplan con los requerimientos de confiabilidad y así asegurar la disposición eficiente de las máquinas. [2]

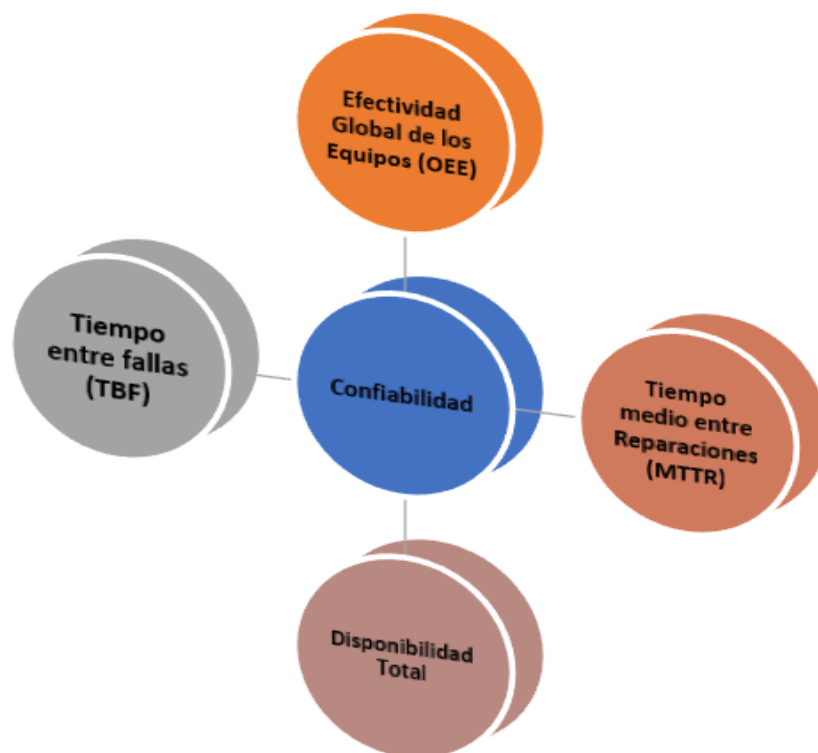
En la empresa AGROINDUSTRIAS AIB se define como una compañía que trabaja para la industria de la exportación de refrescos, conservas, congelados y jugos cítricos. Es por eso que la disponibilidad total de los equipos tiene que ser garantizado ya que la producción depende netamente de las máquinas. Dentro de la organización de su sistema de producción, en la línea de congelados, su funcionamiento es netamente productivo. De esto depende la calidad de sus productos que exporta con la visión empresarial de ser una empresa de talla Mundial.

El plan de Mantenimiento dentro de la empresa se puede mejorar con la finalidad de poder reducir los tiempos de paradas no planificadas y también optimizar su rendimiento productivo para obtener los mejores resultados posibles.

Los trabajos a realizar en esta tesis involucran el estudio de cada máquina para poder conocer las condiciones en las que se encuentran. Implementaremos el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad para poder tener un mayor control en los activos y de esta manera la empresa se vea beneficiada. Como sabemos, el buen estado de un equipo ayuda directamente a la buena calidad de Producción. Este estudio implica obtener las debilidades en las máquinas y los efectos que estas pueden ocasionar en la producción. Para esto se utilizará la herramienta AMEF (Análisis de Modo y Efectos de Falla).

Después de conocer el estado de cada máquina y ver claramente los trabajos de repotenciación para cada una, se tendrá en cuenta las siguientes variables con la finalidad de alcanzar el objetivo y así poder mejorar sus indicadores de Mantenimiento.

Figura 01. Variables de indicadores de Mantenimiento



Fuente: Elaboración Propia

1.1. JUSTIFICACIÓN

➤ Económica:

La confiabilidad garantiza una reducción de gastos en las empresas al reducir las paradas no planificadas y aumentar sus indicadores de Producción. Esa reducción se podría emplear invirtiendo en nuevos equipos para otras áreas de la Empresa.

➤ Ambiental:

El RCM pretende realizar un mantenimiento más eficaz en donde las máquinas lograrán un mejor funcionamiento, para no utilizar de manera innecesaria la energía y contribuir con la reducción de emisiones.

➤ Tecnológico:

El RCM trae propuestas de mantenimiento modernas y eficaces que la ponen a nivel de empresas modernas en el Mundo.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

- Elaborar el plan de mantenimiento centrado en confiabilidad en la línea congelados de la empresa Agroindustrias AIB S.A - MOTUPE para mejorar sus indicadores.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar la situación actual del mantenimiento realizado en la empresa Agroindustrias AIB S.A.
- Realizar el análisis de criticidad de las máquinas en la línea congelados de la empresa Agroindustrias AIB S.A.
- Realizar el análisis Weibull para la vida útil de los equipos en la línea congelados de la empresa Agroindustrias AIB S.A.
- Elaborar el análisis de modos y efectos de fallas (AMEF)
- Implementar el Plan de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad para la empresa Agroindustrias AIB S.A.
- Realizar la evaluación económica de la Implementación del RCM para optimizar los ingresos.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. NOCIONES BÁSICAS

2.1.1. Mantenimiento

El mantenimiento, es el conjunto de actividades que permite la conservación del buen estado de las máquinas de una Empresa. Es muy importante estas actividades para evitar el mal funcionamiento y en algunos casos la degradación de las máquinas de una Organización.

Se podría decir que el mantenimiento es una actividad que se realiza por personal debidamente calificado y que tenga el conocimiento de la disponibilidad de las máquinas de una empresa. Sin embargo, preservar un equipo en constante funcionamiento requiere de un plan de mantenimiento que garantice la fiabilidad de disposición de los activos de una empresa, que es la parte indispensable para la Producción. [1]

2.1.2. Área de Mantenimiento

El Área de Mantenimiento es el encargado de poder asignar las actividades ya planificadas de Mantenimiento Preventivo o cuando suceda un paro de producción no planificada (falla), este se encarga de realizar el Mantenimiento Correctivo para la oportuna ejecución de la producción. Este también es encargado de velar por el cuidado de los activos, para no acelerar el fin de su vida útil mediante los fallos inesperados. Estos fallos originan pérdidas económicas, posibles daños irreversibles al activo y afecta netamente a la Producción.

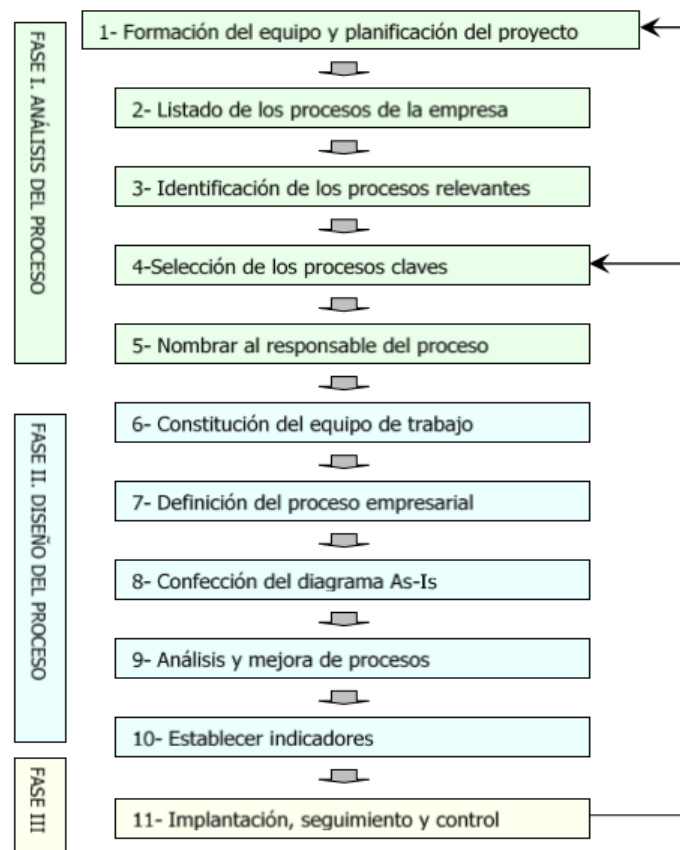
2.1.3. Línea de Producción

Una línea de producción es un sistema de manufactura con variedad de estaciones y un sistema fijo de acceso. Es decir, las operaciones de manufactura se realizan en forma secuencial dentro de una organización, esto depende del número de líneas de producción de una empresa. Esto implica que, aunque trabajen por separado (entre una línea y otra), el tipo de producto y calidad será idéntico o muy similar, de acuerdo a la política de la empresa. También se podría decir que una línea de producción es utilizada para operaciones de procesamiento o ensamble de productos semiterminados. [3]

2.1.4. Organización del Área de Mantenimiento

En la Organización del Área de Mantenimiento se aplican técnicas y procedimientos para poder administrar un área específica dentro de una Empresa. Por este motivo es que la persona encargada de esta organización debe de estar bien preparada y sobre todo tener los conocimientos necesarios, con el fin de poder cubrir las expectativas con el desarrollo de los objetivos de una Empresa. [4]

Figura 02. Procedimiento Específico para la Organización del Mantenimiento



Fuente: [1]

2.1.5. Sistema de Información

El sistema es encargado de dar a conocer la información recolectada dentro de una organización para poder ser analizada. Este es un medio informativo de cómo se manejan las actividades dentro de la empresa. Sin embargo, también es esencial para presentar mejorías en los ambientes que se encuentran despotenciados.

2.1.6. Planeamiento del Mantenimiento

Este plan operativo define y concreta todos los parámetros de como ejecutar los trabajos asignados. Se acomoda como instrumento de implementación a corto plazo para obtención de los objetivos de cada una de las acciones que forman parte del plan de estrategia. [4]

2.1.7. Stock de Repuestos

Son las piezas alternativas que tienen de reserva para los activos de una organización o empresa. Tiene la finalidad, que cuando existan paradas no autorizadas (fallos) los encargados de realizar los trabajos preliminares, puedan reparar el daño causado y cambiar la pieza dañada por una nueva. El stock de repuestos es muy benéfico para la empresa ya que no habrá necesidad de realizar inversiones posteriores y perder horas de producción mientras llegue la orden de pedido para reparar el activo.

2.1.8. Resultados de Mantenimiento

Son los efectos de la culminación del mantenimiento en una organización. Estos resultados son obtenidos mediante la ejecución de los tipos de mantenimiento que se le aplican a una empresa. De acuerdo a la eficacia de los trabajadores encargados de realizar los trabajos de mantenimiento se verán los resultados positivos, que beneficiará directamente a la producción de una industria y al cuidado absoluto de las máquinas.

2.1.9. Activos de la Empresa

Son los bienes de una empresa que tiene como finalidad participar en el proceso productivo de manera eficiente. Estos bienes son manejados por las políticas de la empresa para su correcta disposición.

2.1.10. Checklist de Mantenimiento

Es una ficha informativa en donde se corrobora que los trabajos ya planificados se estén cumpliendo de acuerdo a lo establecido. Esta es una herramienta muy importante para el Supervisor, ya que facilita un correcto desempeño de Mantenimiento para las máquinas de una Empresa.

2.1.11. Fallas

Son los desperfectos o alteraciones que se originan cuando una máquina está en marcha. Estas fallas no son esperadas por los operarios ya que ocurren sin previo aviso, no obstante, pueden ser reducidas con un plan de mantenimiento eficiente y así erradicar sus tiempos de parada no planificadas.

2.1.12. Supervisión

Es el control que se le brinda al funcionamiento de los activos de la empresa. Mediante una constante inspección y con la ayuda de equipos de medición, podrá dar a conocer las condiciones de funcionamiento de las máquinas y así poder prevenir posibles fallos.

2.1.13. Fatiga de Equipos

Es el desgaste de las máquinas por su continua disponibilidad y rendimiento de trabajo. Generalmente la fatiga ocurre cuando las máquinas realizan trabajos extremadamente fuera de rango de su rendimiento por día.

2.1.14. Vida Útil

Es el tiempo estimado de funcionamiento de un activo, que después de haber cumplido correctamente las expectativas de una organización llegan a su límite total de eficiencia y posteriormente se convierte en obsoleto e inservible.

2.2. TIPOS DE MANTENIMIENTO

2.2.1. Mantenimiento Preventivo

Es el tipo de mantenimiento más común dentro de una empresa. Prevenir es una metodología que aporta para el cuidado y preservación de los activos de una organización, pero esto no garantiza que las máquinas rindan a su eficiencia total. Los trabajos de Mantenimiento se programan cíclicamente en periodos de tiempo predeterminados o en función de las horas de uso estimadas para cada equipo o elemento de la instalación.

2.2.2. Mantenimiento Correctivo

Tiene como finalidad reparar los daños causados por fallas inesperadas. Esto consiste en poder corregir defectos causados a las máquinas en el menor tiempo posible y así reducir el tiempo de parada no autorizadas. Claramente estas fallas afectan directamente el tiempo de vida de los activos y generan gastos económicos en reemplazos de piezas que pueden haberse dañado de manera irreversibles.

2.2.3. Mantenimiento Predictivo

Es el que realiza un seguimiento del funcionamiento de los equipos, mediante la realización de supervisiones periódicas para determinar el máximo tiempo de utilización sin necesidad de realizar una corrección producida por una falla. [5]

Para poder emplear este tipo de mantenimiento dentro de una organización es necesario identificar diferentes tipos de variables: temperatura, presiones, vibraciones, consumo total de energía, cuya variación sea la causante del problema que pueda estar afectando al activo. Se puede decir que es el tipo de mantenimiento más tecnológico, ya que se necesitan medios técnicos avanzados para su ejecución. [6]

2.2.4. Mantenimiento Cero Horas (Overhaul)

Es el conjunto de tareas en donde su único objetivo es verificar las máquinas a intervalos planificados antes que suceda una falla no esperada. Cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido, resulta bastante arriesgado el cumplimiento con las tareas de producción. Esta revisión tiene la finalidad de dejar al activo a Cero horas de funcionamiento o prácticamente como si este estuviera recién comprado. En este tipo de mantenimiento se aprovecha para poder reparar todas las partes de las máquinas que presenten fatiga o desgaste. [6]

2.2.5. Mantenimiento en Uso

Es el mantenimiento fundamental de un activo ejecutado por los trabajadores dentro de una organización. Esto consiste en la realización de tareas elementales: toma de datos de los activos, inspecciones necesarias,

lubricaciones a las transmisiones, etc.). Por tal motivo, no se requiere de una gran formación, si no tan solo de una instrucción breve. [6]

2.2.6. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

Desde el punto de vista de la Ingeniería, el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad tiene dos componentes que hacen que controle el manejo de cualquier activo de una empresa: debe ser consecuente con las tareas programadas y en un intervalo de tiempo no debe aparecer ningún tipo de fallos. Llevar a cabo el (RCM) implica técnicas de Mantenimiento Predictivo, Preventivo y Correctivo. [2]

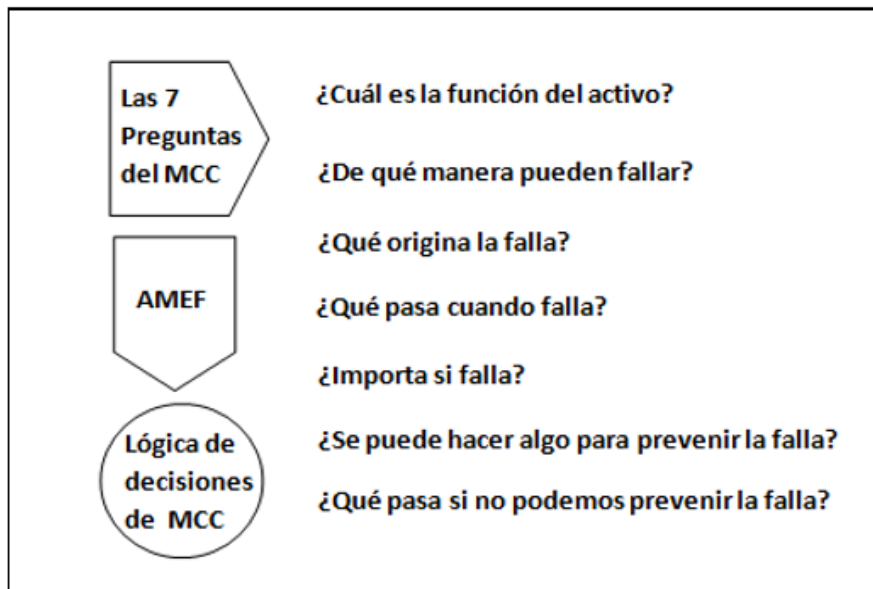
De acuerdo con esto, la confiabilidad garantiza la total eficiencia de los activos, con la finalidad de erradicar los tiempos de paradas no planificadas dentro de una empresa y que no sea afectada la producción. Para esto es recomendable reestructurar un plan de mantenimiento autónomo y eficiente para una empresa de carácter mundial.

Para ejecutar el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad se sigue una serie de pasos: [7]

- ✓ Seleccionar los equipos que son fundamentales para la producción de la planta.
- ✓ Identificar la eficiencia adquirida por el equipo y que fallas aquejan este activo.
- ✓ Señalar e identificar cuáles fueron las causas principales que originó la falla.
- ✓ Determinar la causa que ha originado cambios moderados o irreversibles en las máquinas.
- ✓ Calcular el nivel de criticidad de la falla.
- ✓ Elaborar un plan estratégico para poder identificar la falla y darle la solución apropiada para poder prevenir la falla.

La Metodología del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad plantea una técnica que facilite la identificación de las necesidades existentes en su ámbito funcional. Por eso presentamos los siguientes pasos para la implementación del RCM dentro de una organización:

Figura 03. Aplicación de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (7 preguntas del RCM).



Fuente: [7]

2.3. TRANSFORMACIÓN DEL MANTENIMIENTO

2.3.1. Primera Generación del Mantenimiento (1733 – 1938)

Esta etapa es conocida por que es donde surge la aplicación del Mantenimiento Correctivo. A finales del siglo XVII e inicios del siglo XIX, durante la revolución industrial, surgieron los trabajos de reparación de las primeras máquinas. De acuerdo a los conceptos de competitividad e inversión, nace la preocupación de las grandes empresas por motivo de los fallos y paros de producción que generaba pérdidas económicas considerables. [8]

2.3.2. Segunda Generación del Mantenimiento (1939 – 1966)

Esta generación es identificada por que es donde surge la aplicación del Mantenimiento Preventivo. Producto de la Segunda Guerra Mundial y hasta los años 60, por motivos de conflictos creció la demanda de todo tipo de productos que podrían causar daños al rival. Como consecuencia, hubo un fuerte aumento de la mecanización, así como de la complejidad de las instalaciones industriales. Comienza a evidenciarse la necesidad de mayor disponibilidad y mayor confiabilidad en la búsqueda de la máxima productividad y como la industria era bastante dependiente del buen funcionamiento de las máquinas, surge la idea de que las fallas de los equipos podían prevenirse, lo que devino en el concepto de Mantenimiento Preventivo. [8]

2.3.3. Tercera Generación del Mantenimiento (1967 – 1989)

Esta etapa es caracterizada por la aplicación del mantenimiento predictivo. El incremento de la automatización significó que cada falla ocurrida afectara más seriamente la productividad y los patrones de calidad del producto, además de las serias consecuencias, que éstas provocaban, en la seguridad y en el medio ambiente, en momentos en que los patrones de exigencias en estas áreas crecían aceleradamente. [8]

2.3.4. Cuarta Generación del Mantenimiento (1990 – 2002)

Etapa caracterizada por la aplicación de las técnicas del Mantenimiento Productivo Total (TPM) y el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM). Esta idea general del mantenimiento ha cambiado hasta la actualidad debido a que existe un incremento de mecanismos, aumento de complicaciones de las máquinas. Por ese motivo es que surgieron nuevas técnicas de mantenimiento y una nueva perspectiva de las estructuras, nuevas responsabilidades para tener un mantenimiento óptimo. [8]

2.3.5. Sucesos Históricos del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

Fue desarrollado por la industria de la Aviación Comercial de los Estados Unidos, en cooperación con entidades como la NASA y organizaciones privadas como la BOEING (constructora de Aviones). Desde el año 1974, el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, ha utilizado el RCM como cultura propia en el área de Mantenimiento para sus sistemas militares de bases aéreas. La aceptación del RCM en el mundo de la aviación ha logrado que otros sectores organizacionales como: (plantas industriales, diferentes tipos de centrales, tipos de combustibles e industria manufacturera). Producto de los antecedentes de la industria de Aviación, los demás sectores implantaron entre sus políticas de mantenimiento el RCM, ya que su formalidad es la adecuada y más confiables para los activos de cada una de las organizaciones. [9]

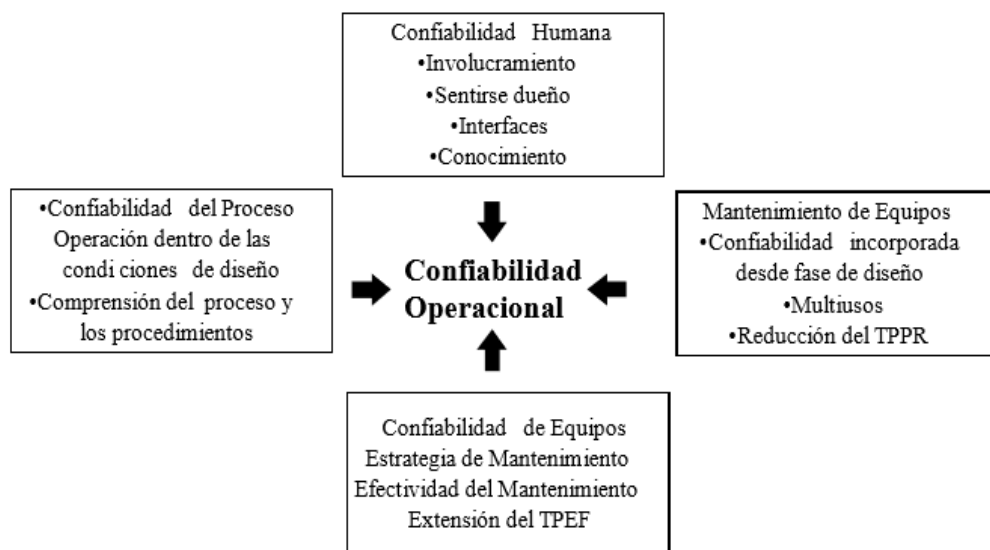
2.4. BASES TEÓRICAS CIENTÍFICAS

2.4.1. Variables de Mantenimiento

2.4.1.1. Confiabilidad Operacional

Es la posibilidad de montaje para procesos productivos dentro de una organización, donde tiene como finalidad poder cumplir las expectativas que se espera mediante los resultados de producción. Claro está que estos resultados se encuentran en un intervalo de posibilidad de creación. Es fundamental precisar que, dentro de un plan estratégico de perfeccionamiento de la confiabilidad operacional en un procedimiento. [9] Es inevitable el estudio de los siguientes parámetros operacionales:

Figura 04. Sistema de Confiabilidad Operacional



Fuente: [9]

2.4.1.2. Datos de Fallas

Son los antecedentes debidamente archivados de fallas dentro de una empresa. Dentro de esta data se requiere señalar cuales fueron las causas, consecuencias, daños causados y sobre todo la posible solución para poder reparar el desperfecto. Sin embargo, la data de fallos es sin duda alguna una estrategia de gestión para su mejoría.

2.4.1.3. Disponibilidad

Es la disposición de las máquinas que se da según su política de funcionamiento. Como objetivo principal la disponibilidad, es precisar la confianza que se opta por un equipo que mediante el mantenimiento ha sido

reparado. Esto depende netamente en que realice su función satisfactoriamente en un tiempo específico. La disponibilidad puede ser expresada como porcentajes de puesta en marcha de los equipos, en su eficiencia para producir y operar. [10]

2.4.1.4. Probabilidad

Esto implica un resultado numérico en donde se desempeñará según sus funciones y estimará una probabilidad de éxito o de error en un intervalo de tiempo específico. Este grado de probabilidad origina que el producto cumpla con lo planeado y así cumpla las expectativas del cliente. [11]

2.4.1.5. Indicadores de Mantenimiento

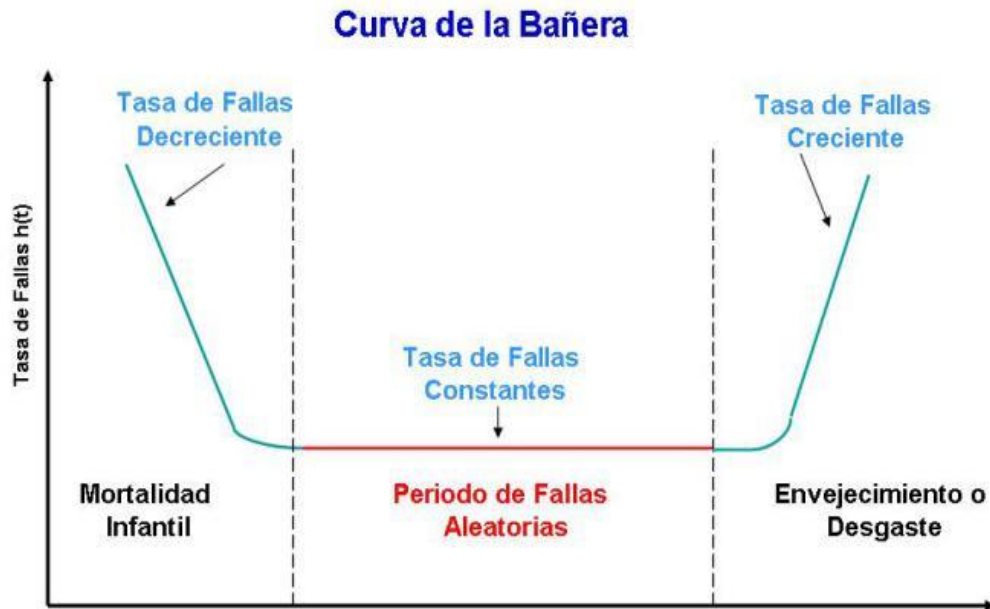
Es uno de los requerimientos que asume una organización para realizar a diario en lo que respecta a las actividades de mantenimiento responsable para sus activos. Estas mediciones obtienen resultados favorables para el departamento de Mantenimiento, el cual tiene el cargo de realizar las mediciones de la evolución de los acontecimientos más importantes que refleja la calidad de producción de una empresa. Estos indicadores son: [12]

- ✓ El tiempo medio entre fallos (MTBF)
- ✓ El tiempo medio de reparación (MTTR)
- ✓ La disponibilidad
- ✓ Efectividad Global de los Equipos (OEE)
- ✓ La confiabilidad

2.4.1.6. Curva de la Bañera

También conocida como la curva de vida útil, representa los diferentes tipos de fallo durante el tiempo de rendimiento de su vida útil de los activos de una organización. Se denomina bañera, ya que esta tiene la forma de una tina cortada a lo largo. [7]

Figura 05. Curva de la Bañera



Fuente: [13]

- Fallos iniciales o infantiles: Esta etapa se caracteriza porque su número de fallas exceden de manera elevada a medida que avanza el tiempo. Estas fallas obtenidas tienen causas tales como equipos defectuosos, mala instalación, mala labor de mantenimiento, error de operario por desconocimiento del activo. [13]
- Fallos normales o constantes: esta etapa tiene una tasa menor de fallos que la anterior. En estos fallos no son producidos debido a causas que competen netamente a la máquina, son errores externos. Estos desperfectos pueden ser causados por accidentes, mala práctica de operación, o otras acciones ajenas a la máquina. [13]
- Fallos de desgaste o envejecimiento: en esta etapa se caracteriza por su alto grado de tasa de fallos. Las razones son simples, son originadas por el deterioro y desgaste de los activos de una organización. Estas fallas se dan por el fin del ciclo de vida de algunos activos o por daños irreversibles originados por fallos. [13]

2.4.1.7. Modos de Fallas

Los modos de falla se clasifican en tres grupos asociados: [14]

- ✓ Cuando la capacidad del rendimiento recae por niveles bajos del funcionamiento deseado.
- ✓ Cuando el funcionamiento esperado asciende a niveles superiores de la capacidad inicial.
- ✓ Cuando desde que el activo es puesto en marcha, no cumple con las expectativas deseadas.

➤ **Capacidad decreciente**

Esta categoría hace hincapié en que los modos de fallas al comenzar su funcionamiento, su capacidad está muy elevada y no cumple con el funcionamiento deseado. Pero después su rendimiento decae cuando el equipo es puesto en servicio, quedando por niveles inferiores de lo esperado. [14]

➤ **Aumento del Esfuerzo Aplicado**

Esta segunda categoría sucede cuando el rendimiento deseado está dentro de los intervalos de funcionamiento del activo físico, cuando este puesto en marcha. No obstante, posteriormente aumenta el rendimiento de la máquina y esto origina que quede a niveles superiores por encima de la capacidad esperada. Esto origina la presencia de fallas en el activo. [14]

➤ **Capacidad Inicial**

En esta categoría se presentan situaciones en que el rendimiento deseado de las máquinas está fuera del rango establecido. Este problema se origina al momento de dar iniciación al funcionamiento de los activos, entonces si esto tiende a fallar en el inicio, pues perjudicaría la producción de toda la línea. [14]

2.4.1.8. Efecto de Fallas

Después de identificar los modos de fallas, los efectos causados por estas mismas deben ser archivadas en un sistema de información, ya que esto podrá permitir tomar iniciativas para cada falla existente. Un efecto de falla puede expresar que sucedería de haber ocurrido el desperfecto. Dentro de los efectos

de fallos incluyen: la evidencia de fallas y las acciones reparativas que deben hacerse después de la falla causada. [14]

➤ **Evidencia de Fallas**

Los efectos causados por las fallas obligatoriamente se deben describir de manera concisa, para que los analistas encargados de realizar el (RCM) puedan decidir acerca de las verdaderas causas que originaron las fallas. De esta manera se podrá identificar si los operarios de la empresa están realizando su desempeño de manera eficiente o así mismo corroborar si la falla es por anomalías o desperfectos de los activos (Estas pueden ser por la escasez de mantenimiento o por su tiempo de vida útil). [14]

➤ **Acción Correctiva**

Con los efectos ocasionados producto de las fallas, se podrá indicar que trabajos de corrección se deberá poner en marcha para poder reparar los daños causados por fallas. [14]

2.4.1.9. Consecuencia de las Fallas

Cuando se presenta una falla en el funcionamiento de una máquina, el efecto que ocasionó se puede distinguir por el nivel de impacto. Cabe resaltar, que en las máquinas de una empresa las fallas que se presentan no son iguales, es por eso que las repercusiones a los activos son de diferente índole. [14]

➤ **Fallas Ocultas**

Estas no tienen un impacto directo, pero si exponen a que la producción establecida por la política de una organización tenga consecuencias serias y catastróficas (calidad de producción). [14]

➤ **Dispositivos de Seguridad**

Estos dispositivos de seguridad o protección deben alertar la presencia de anomalías en los activos de una empresa, ya que estas pueden atentar contra la integridad física del operario o daños al activo. Estos funcionan de la siguiente manera: [14]

- ✓ Alertar a los trabajadores sobre la presencia de condiciones no laborables.
- ✓ Parar el equipo en caso de fallar

- ✓ Asumir el control de una función que ha fallado
- ✓ Prevenir que surjan eventualidades de situaciones riesgosas.

➤ **Mantenimiento de rutina**

Es un sistema que integra un mecanismo de seguridad con la posibilidad de que al momento de presencia de una falla pueda ser reducida de la siguiente manera: [14]

- ✓ Haciendo algún tipo de mantenimiento proactivo.
- ✓ Cambiando la modalidad de como operar ante una eventualidad que se presenta.
- ✓ Cambiando la metodología de la función protegida.

2.4.1.10. Criticidad de los Equipos

El análisis de criticidad es una metodología que permite poder implantar orden o prioridades de la situación actual en que se encuentran los activos. También es una técnica informativa en el cual se establecen parámetros para poder manifestar las probabilidades de los tipos de funcionamiento de cada máquina y las consecuencias de estas mismas. Por medio de este análisis es como se puede presenciar a que niveles de criticidad se encuentran los activos de una organización. [2]

➤ **Evaluación de los Activos**

Es el estudio realizado a los equipos mediante una metodología “semi – cuantitativa” para así poder estructurar y dimensionar las posibilidades de riesgos en donde originará implantar categorías de instalaciones. La palabra denominada criticidad, es proporcional al riesgo que cada activo atraviesa dentro de sus horas de funcionamiento. [2]

➤ **Identificación de Equipos Críticos**

Después de haber originado un completo estudio sobre eventualidades de falla dentro de una organización y sobre el impacto que ocasiona, afectando netamente a sus niveles de producción. Se logra identificar que equipos se encuentran más dañados que otros. [2]

➤ **Selección de Equipos Críticos**

Posterior a la identificación de Equipos Críticos, se establece con claridad lo que se considera como una probabilidad de riesgo intolerable. Esto implica un prolongado estudio de riesgos dentro de una empresa. [2]

➤ **Solución o tratamiento de los equipos críticos y no críticos**

La solución a estos equipos con niveles críticos de funcionamiento de una organización, es utilizar la estructura de criticidad y unificar perspectivas para su adecuada utilización. [2]

2.4.1.11. Método de Solución de Fallas

➤ **Tareas Proactivas**

Dentro del ámbito del RCM se toman en cuenta distintas formas de poder contrarrestar y enfrentarse a los diferentes tipos de fallos que aparecen en los activos. De esta manera es que a estas formas de erradicar los desperfectos se realizan tareas proactivas y alternativas, como medio de solución. Dentro de estas tareas proactivas se consideran los trabajos de Mantenimiento Predictivo, Correctivo y Preventivo. [2]

➤ **Tareas a Condición**

Se realiza después de haber inspeccionado las condiciones en las que se encuentran los activos. Pues solo se podrá realizar esta tarea si es que el resultado de la verificación indica que es necesario la reparación. También dentro de estas tareas se evalúa: [2]

- Viabilidad Técnica
- Condiciones de fallos Potenciales
- Las acciones por ejecutar
- Revisión de los intervalos menores que requieren reparación

➤ **Tareas de reacondicionamiento planificada**

- Equipos revisados y componentes debidamente reparados independientemente en su momento.
- La frecuencia originada por el ciclo de vida de las piezas que tienen un incremento de falla elevado.
- Búsqueda de fallas

➤ **Tareas a falta de Rediseño**

Se origina porque si no se encuentra una tarea que pueda reparar los fallos o un mantenimiento que reduzca estos desperfectos se puede originar: [2]

- Riesgos de Fallos múltiples
- Niveles de riesgo alto: ambiental y de impacto a la seguridad.

2.4.1.12. Instrumentos utilizados para la ejecución del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM)

➤ **Auditoria de Mantenimiento**

La auditoría de mantenimiento es una técnica utilizada para poder constatar cómo se encuentran las áreas de producción en una organización. El objetivo es poder reconocer que categorías están débiles dentro del área de mantenimiento y de esta manera poder repotenciarlas mediante acciones que conllevan a un orden rígido dentro de la empresa. La Auditoria es una forma de mejorar la situación actual dentro de una organización, en donde es una forma más de identificar problemas y proponer soluciones. [15]

➤ **Eficiencia Global de los Equipos**

La eficiencia es el rendimiento o la capacidad que tienes los activos a la hora de entrar en funcionamiento. El OEE es un indicador que se asemeja a la auditoria ya que evalúa a los equipos constantemente. También mide los porcentajes del tiempo en el que el activo este puesto en marcha. [16]

➤ **Clasificación de la Efectividad Global de los Equipos**

Este método ayuda a poder identificar mediante cifras exactas o porcentajes en donde indica la eficiencia de una organización en un intervalo de tiempo, pueden ser anual, semestral. [16]

➤ **Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF)**

Es un instrumento que permite distinguir dentro de sus eventualidades las consecuencias causadas por fallas de equipos que pertenecen a una organización. A partir de este sistema de puede obtener: [17]

- Cerciorar que todos los modos de fallas y los efectos causados sean asimilados y comprendidos.
- Determinar ciertas debilidades de diseño.
- Plantear alternativas favorables para el ciclo del diseño.
- Proponer soluciones para prioridades de trabajos Correctivos.
- Proponer soluciones para prioridades de trabajos Preventivos.
- Participar en la identificación de fallas dentro del sistema.

➤ **Análisis Weibull**

Es un Análisis probabilístico donde se puede estimar el alargue de vida útil de las máquinas o la antigüedad de estas. El modelo Weibull tiene tres criterios que permiten acoplar los resultados experimentales y operacionales: $\lambda(t)$, $R(t)$, $Z(t)$.

La ley Weibull recubre los casos en donde la Tasa de Fallas es variables y de esta manera origina que pueda ajustarse a las etapas de “juventud” y a la misma vez de “envejecimiento”. [17]

- **Expresiones Matemáticas**

a) Densidad de Probabilidad

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left[\frac{t - \gamma}{\eta} \right]^{\beta-1} \cdot e^{-\left[\frac{t-\gamma}{\eta} \right]} \quad \text{siendo } t \geq \gamma \quad (1)$$

b) Función de Repartición

$$f(t) = 1 - e^{-\left[\frac{t-\gamma}{\eta} \right]^\beta} \quad (2)$$

La confiabilidad correspondiente es por lo tanto $R(t)=1-F(t)$

$$R(t) = e^{-\left[\frac{t-\gamma}{\eta} \right]^\beta} \quad (3)$$

Distribución exponencial:

$$\lambda = \frac{1}{\eta} = \frac{1}{MTBF} \quad (4)$$

c) Tasa instantánea de Fallos

$$\gamma = \frac{f(t)}{1 - F(t)} ; \gamma = \frac{\beta}{\eta} \left[\frac{t - \gamma}{\eta} \right]^{\beta-1} \quad (5)$$

d) Tiempo Medio entre Fallos (MTBF)

$$E(t) = MTBF = \eta r \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \quad (6)$$

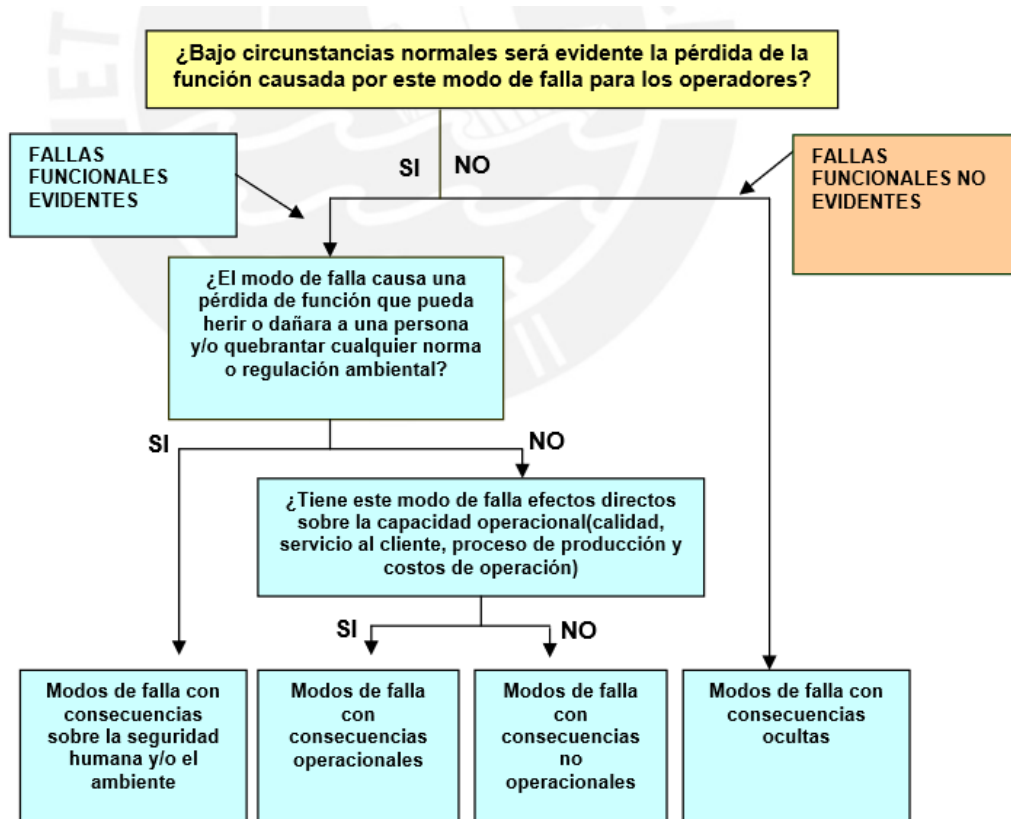
- β : *Parametro de forma*
- μ : *Vida Promedio*
- η : *Parametro de escala*
- γ : *Parametro de localización*
- h : *Tiempo anual (h)*

2.4.1.13. Implementación de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

➤ **Árbol Lógico de Decisiones**

Es un instrumento indispensable que tiene la finalidad de poder separar las tareas planeadas y programadas del Mantenimiento según la ideología del RCM. Con el aporte de la elaboración del Árbol Lógico de Decisiones se consiguen las respuestas de las 7 preguntas de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. Se aprovecha la construcción del Árbol de Decisiones para poder aplicar el tipo de mantenimiento a ejecutar de los tipos de falla y de las tareas que le corresponden al RCM. [17]

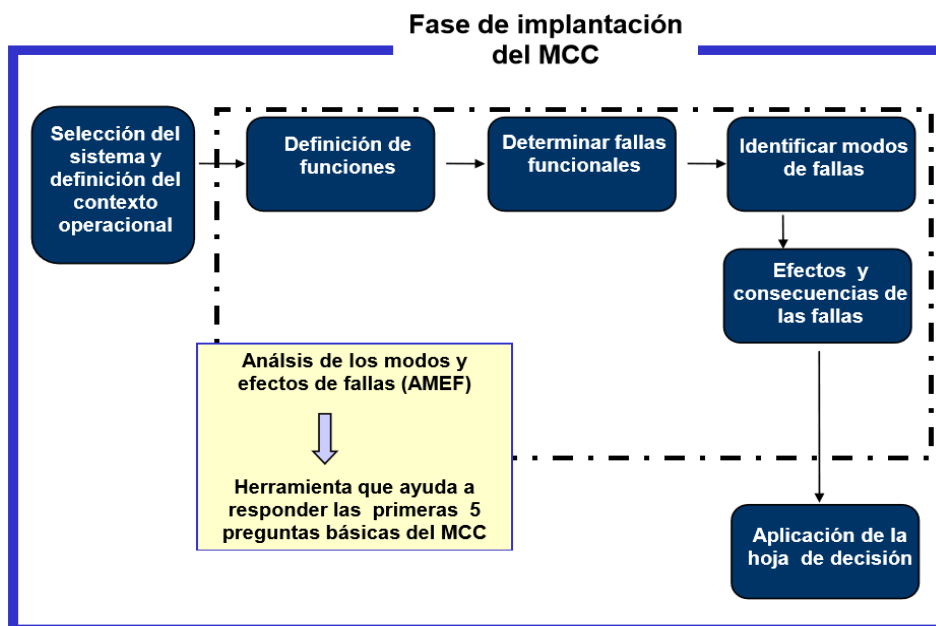
Figura 06. Construcción del Árbol Lógico de Decisiones



Fuente: [17]

- En detalles generales la implantación del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad se resume en el siguiente Diagrama de Bloques:

Figura 07. Implantación del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.



Fuente: [18]

➤ **Método de Información**

Es la hoja de información que tiene la finalidad de poder informar la situación por las que atraviesa la empresa y de esta manera establecer jerarquías de trabajos ya planificados y plasmados en una fecha programada. En esta hoja de información se muestran los datos que dieron como resultado del Análisis de Modo y Efecto de Fallas. [17]

➤ **Método de Decisión**

En este método se muestra conclusiones obtenidas del diagrama de decisiones. Con la ayuda de la hoja de información ayuda a que las dos últimas preguntas de la aplicación del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. [17]

2.4.1.14. Ventajas y beneficios para la empresa que aplica el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

Los beneficios adquiridos por la implementación del RCM son: [7]

- ✓ Brinda mayor seguridad y protección de la organización.
- ✓ Mejora el rendimiento operacional de los activos.
- ✓ Optimiza los costos de mantenimiento.
- ✓ Permite extender la vida útil de los sistemas.
- ✓ Aumenta la confiabilidad de los equipos.
- ✓ Identifica y elimina las fallas crónicas.
- ✓ Aumenta y mantiene la calidad del producto.
- ✓ Se presenta mayor motivación individual.

2.4.1.15. Características del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad

Las principales características del RCM son: [2]

- ✓ Los sistemas son analizados al detalle.
- ✓ Se basa en la gerencia de equipos.
- ✓ Se aplica mantenimiento preventivo, correctivo, proactivo.
- ✓ Da alto grado de importancia a la protección integral de las personas, equipos y medio ambiente.
- ✓ Proporciona relevancia al contexto operativo de los equipos.
- ✓ No considera al recurso humano como prioritario.

- ✓ Analiza detalladamente los elementos funcionales de los equipos.

2.5. PROBLEMA

Las empresas en la actualidad trabajan sus actividades de Mantenibilidad con un plan de mantenimiento programado (preventivo) y en casos que lo amerita correctivo. Esto pasa porque no pueden predecir los tiempos de fallos de los activos en donde genera pérdidas económicas y paros innecesarios que afecta netamente a la producción. Lo que se busca en el ámbito Agroindustrial es la buena calidad del producto que es exportado y para esto el departamento del Mantenimiento de una organización busca reducir o erradicar los tiempos de parada no planificada (fallas). De esta manera se incrementará el flujo de Ingresos para la empresa y sobre todo va generar el máximo rendimiento de sus equipos para la buena calidad del producto.

2.6. HIPÓTESIS

Al ejecutar el RCM influirá de manera relevante en la mejora de los Indicadores de Mantenimiento, esto reducirá paradas no planificadas producidas por Fallas y así evitar pérdidas económicas. Priorizará la buena calidad de producción y el cuidado de sus activos.

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. METODOLOGÍA

El tipo de metodología a desarrollar en esta tesis es Descriptiva. Esto implica observar y describir el comportamiento de los activos de la empresa Agroindustrias AIB S.A, parte indispensable que influye en la calidad de producción.

3.1.1. Procesamiento

- Visitas Técnicas
- Entrevistas
- Catálogo de los Activos
- Dato de Condiciones de funcionamiento de los Activos
- Recolección de Datos
- Cronograma de Mantenimiento Preventivos
- Data de Paradas no Autorizadas (Fallas)
- Realizar encuestas en la Nave de Congelados
- Niveles Críticos de los Activos
- Laptop
- Software EXCEL
- Software WORD
- Software AutoCAD

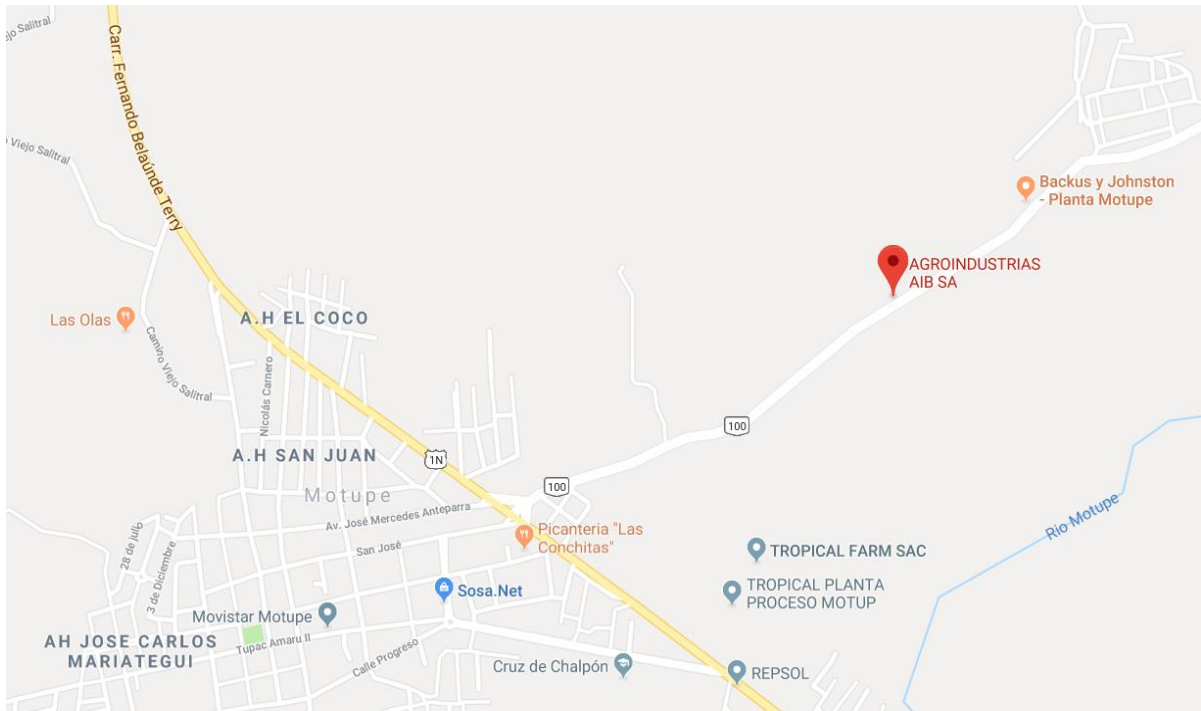
3.2. MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.2.1. Recopilación de Datos

3.2.1.1. Datos de la Empresa

- **Nombre:** Agroindustrias AIB – S.A.
- **Partida Aduanera:** 2009892000
- **Fecha de Fundación:** 01 de Julio de 1987
- **Teléfono:** 937 226 636
- **Ubicación:** Av. Industrial Ricardo Bentín Mujica 100 - Motupe, Departamento de Lambayeque
- **Potencial de la Empresa:** Amplia experiencia y líder del sector Agroindustrial, produce: congelados, refrescos, conservas y jugos cítricos.

Figura 08. Ubicación Satelital de la Empresa Agroindustrias AIB S.A – MOTUPE.



Fuente: Google Maps

Figura 09. Ubicación Satelital de la Empresa Agroindustrias AIB S.A – MOTUPE.



Fuente: Google Maps

Figura 10. Ubicación de la Planta Agroindustrias AIB S.A – Motupe.



Fuente: Google Maps

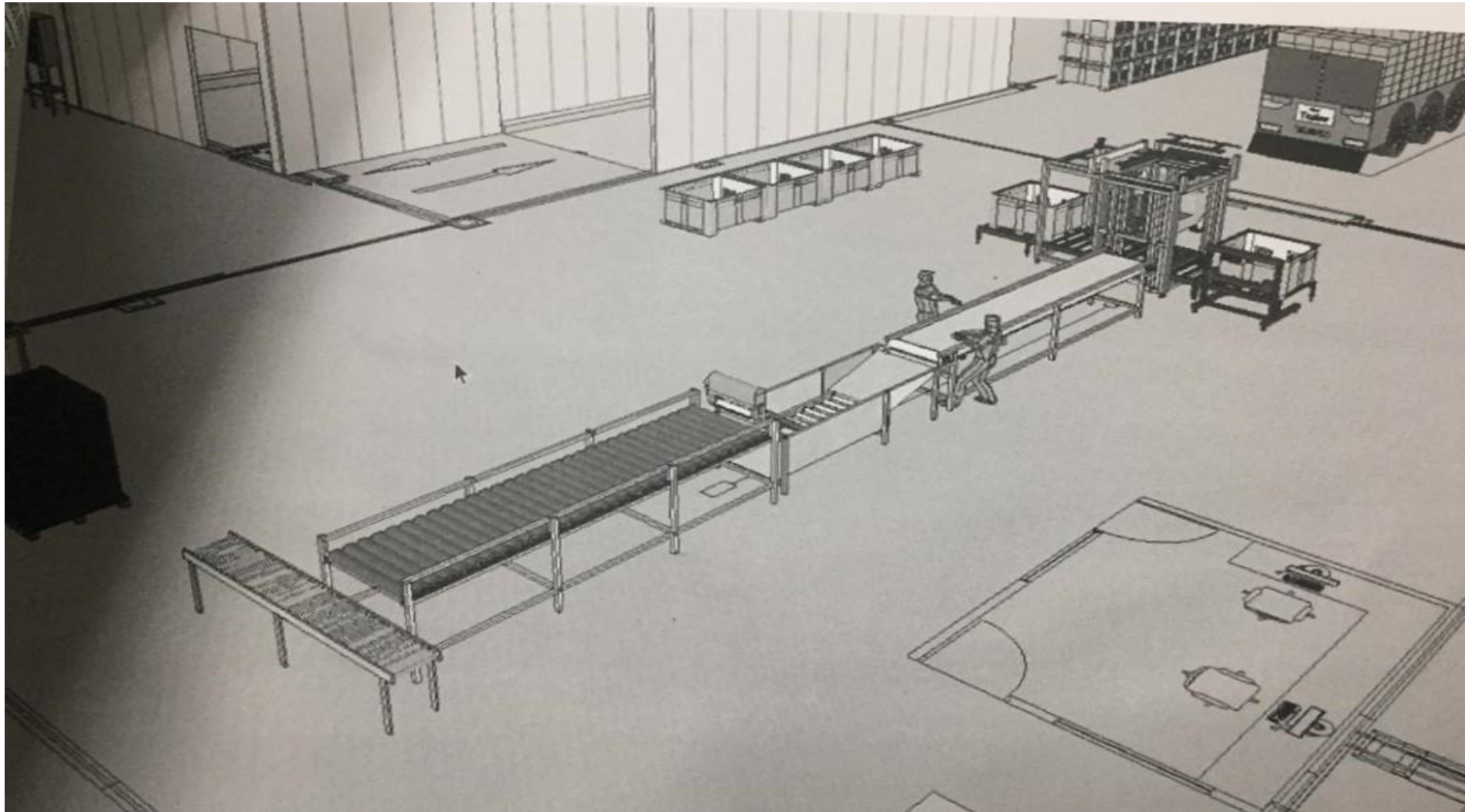
Figura 11. Parte interna de la Planta Agroindustrias AIB S.A – Motupe.



Fuente: Google Maps

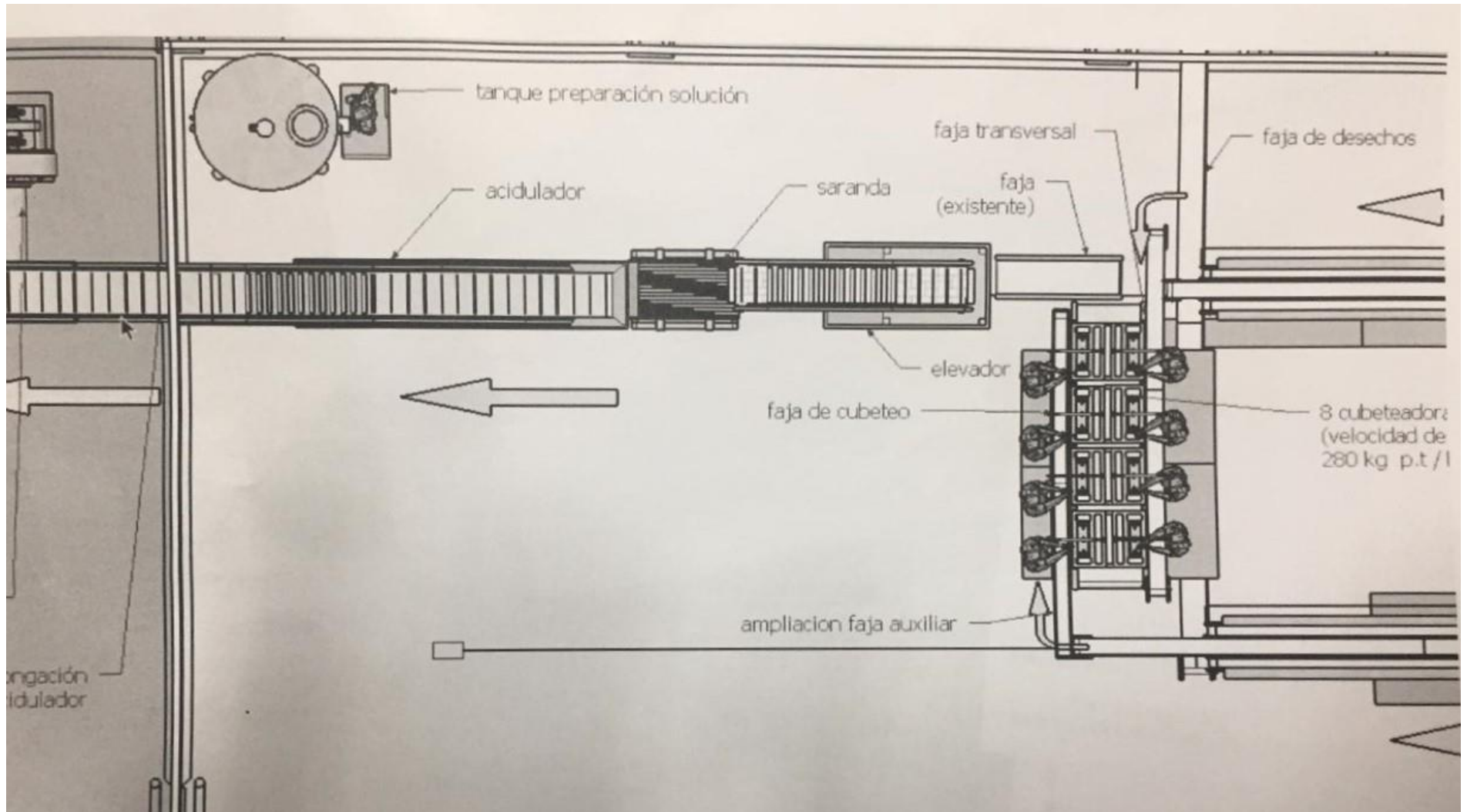
- A continuación, en la figura 12, 13 y 14 se mostrará unos planos donde se visualiza el procesamiento de la Empresa Agroindustrias AIB S.A.

Figura 12. Procesamiento de Producción de la Empresa Agroindustrias AIB



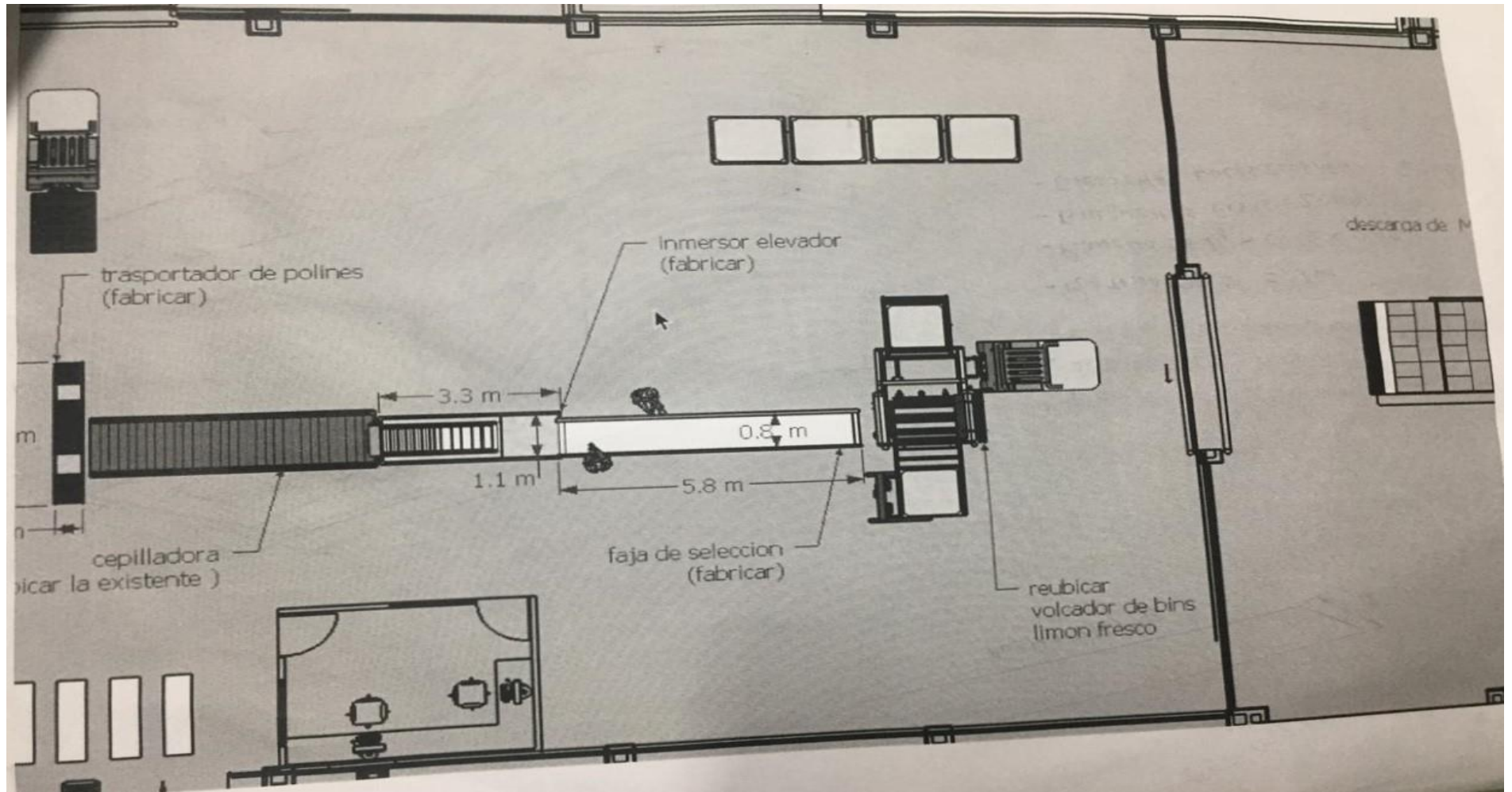
Fuente: Empresa Agroindustrias AIB S.A.

Figura 13. Procesamiento de Producción de la Empresa Agroindustrias AIB



Fuente: Empresa Agroindustrias AIB S.A.

Figura 14. Procesamiento de Producción de la Empresa Agroindustrias AIB






Fuente: Empresa Agroindustrias AIB S.A.

3.2.2. Listado de Equipos

En el siguiente apartado se muestra las fichas técnicas de los Activos de la empresa, para mayor detalles revisar el cd de presentación donde se encuentra más detallado.

Tabla 01. Datos de los Tanques de Bombeo de Amoniaco de la Empresa Agroindustrias AIB

DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA	
Nombre de la Máquina:	Función:
Tanque de Bombeo de Amoniaco	Almacena amoniaco y trabaja para cámaras, en ambientes refrigerados. El tanque n°3 trabaja a -10° y los tanques n°1 y n°2 trabajan a -45° respectivamente.
	N° de Máquinas: 3
	Precio de las Máquinas:
	(1) \$ 5 000
	(2) \$ 5 000
	(3) \$ 5 000
	Código de las Máquinas:
	(1) TAN8001
	(2) TAN8002
	(3) TAN8003
	Condición de las Máquinas:
Indispensable	
	
Figura 15. Tanque de Bombeo de Amoniaco (1). Fuente: Elaboración propia	Figura 17. Tanque de Bombeo de Amoniaco (3). Fuente: Elaboración propia
Figura 16. Tanque de Bombeo de Amoniaco (2). Fuente: Elaboración propia	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 02. Datos del Tanque de Líquido de la Empresa Agroindustrias AIB


DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA	
Nombre de la Máquina:	Función:
Tanque de Líquido	Trabaja con un intercambiador de placas para ayudar a mantener fresco el amoniaco y esto beneficia al área de producción.
	N° de Máquinas: 1
	Precio de las Máquina:
	(1) \$ 5 000
	Código de la Máquina:
	(1) TAN8004
	Condición de la Máquina:
	Indispensable

Figura 18. Tanque de Líquido (1).
Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 03. Datos de los Tanques de Gas Caliente de la Empresa Agroindustrias AIB


DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA	
Nombre de la Máquina:	Función:
Tanque de Gas Caliente	La función de estos tanques es que son recibidores y acumuladores de gas, reservan el gas para llevarlos hacia los tanques que se encuentran en la parte exterior de sala máquinas.
	N° de Máquinas: 2
	Precio de las Máquinas:
	(1) \$ 8 000
	(2) \$ 8 000
	Código de la Máquina:
	(1) TAN8005
	(2) TAN8006
Condición de la Máquina:	
Indispensable	

Figura 19. Tanque de Gas Caliente (1) y (2).
Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 04. Datos del Tanque Pulmón de Aire de la Empresa Agroindustrias AIB

DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA	
Nombre de la Máquina:	Función:
Tanque pulmón de aire	Almacena el aire comprimido y lo distribuye para la producción o también para los diferentes tipos de secado y limpieza de las piezas de los activos.
	N° de Máquinas: 1
	Precio de las Máquina:
	(1) \$ 2 000
	Código de la Máquina:
	(1) TAN8007
	Condición de la Máquina:
	Indispensable

Figura 20. Tanque pulmón de Aire (1).
Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 05. Datos del Tanque Acumulador de la Empresa Agroindustrias AIB


DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA	
Nombre de la Máquina:	Función:
Tanque acumulador	Este tanque tiene como finalidad abastecer de amoniaco para toda la sala de máquinas.
	N° de Máquinas: 1
	Precio de las Máquina:
	(1) \$ 5 000
	Código de la Máquina:
	(1) TAN8008
	Condición de la Máquina:
	Indispensable

Figura 21. Tanque acumulador (1). Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 06. Datos de los Ablandadores de la Empresa Agroindustrias AIB





DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA	
Nombre de la Máquina:	Función:
Ablandador	Su función es quitar o eliminar los minerales al agua para que este pase con facilidad por las tuberías y no se estanquen por algún mineral.
	N° de Máquinas: 2
	Precio de las Máquinas:
	(1) \$ 8 000
	(2) \$ 8 000
	Código de la Máquina:
	(1) ABL8001
	(2) ABL8002
	Condición de la Máquina:
	Indispensable
	

Figura 22. Ablandador (1).
Fuente: Elaboración propia.

Figura 23. Ablandador (2).
Fuente: Elaboración propia


Fuente: Elaboración Propia

Tabla 07. Datos de los Compresores Tornillo de la Empresa Agroindustrias AIB

DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA	
Nombre de la Máquina:	Función:
Compresor Tornillo	<p>Estos compresores son diseñados para ser estrictamente empleados al ciclo de refrigeración por compresión de vapor y se clasifican de acuerdo con la presión correspondiente a la temperatura de evaporación en la cual el compresor funciona dentro de la categoría de aplicación de alta, media y baja presión. El compresor n°4 trabaja con el tanque n°1 de tanques acumuladores y el resto de compresores n°1, n°2 y n°3 trabajan con el resto de tanques independientemente. Los compresores trabajan a cierta temperatura: compresor n°1 y n°2 a -10 C°, compresor n°3 a -35 C° y el compresor n°4 a -42 C°.</p>
 <p><i>Figura 25. Compresor Tornillo (1). Fuente: Elaboración propia.</i></p>	
 <p><i>Figura 26. Compresor Tornillo (2). Fuente: Elaboración propia.</i></p>	
 <p><i>Figura 27. Compresor Tornillo (3). Fuente: Elaboración propia.</i></p>	
	N° de Máquinas: 4
	Precio de las Máquinas:
	(1) \$ 130 000
	(2) \$ 130 000
	(3) \$ 130 000
	(4) \$ 130 000
	Código de la Máquina:
	(1) COM8001
	(2) COM8002
	(3) COM8003
	(4) COM8004
	Condición de los compresores:
	Indispensable
	 <p><i>Figura 28. Compresor Tornillo (4). Fuente: Elaboración propia.</i></p>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 08. Datos del Auto Purgador de la Empresa Agroindustrial AIB

DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA	
Nombre de la Máquina:	Función:
Recuperador de Amoniaco o Auto purgador	Su función es recuperar el amoniaco de todas las tuberías cuando estas se apagan o suceden paros de producción por fallos.
 <p>Figura 24. Recuperador de Amoniaco (1). Fuente: Elaboración propia.</p>	N° de Máquinas: 1
	Precio de las Máquinas:
	(1) \$ 4 000
	Código de la Máquina:
	(1) RMA8001
	Condición de la Máquina:
Indispensable	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 09. Datos de los Compresores de Aire de la Empresa Agroindustrias AIB

DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA	
Nombre de la Máquina:	Función:
Compresor de Aire	Este compresor es un tipo de máquinas cuya función principal es la de hacer aumentar la presión de un gas, de esta manera pasa al secador frigorífico y este se encarga de recepcionar al tanque almacenador o tanque pulmón que se encarga de abastecer el aire.
 <p>Figura 29 y 30. Compresor de Aire (1) y (2). Fuente: Elaboración propia</p>	N° de Máquinas: 2
	Precio de las Máquinas:
	(1) \$ 15 000
	(2) \$ 15 000
	Código de la Máquina:
	(1) COM8005
(2) COM8006	
Condición de la Máquina:	
Indispensable	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10. Datos de los Secadores de Aire de la Empresa Agroindustrias AIB

DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA	
Nombre de la Máquina:	Función:
Secador de Aire	El secador frigorífico es un equipo que se instala aguas abajo del compresor, con la misión de secar el aire comprimido para reducir su contenido en vapor de agua, evitando las condensaciones en los puntos de trabajo y de esta manera traspasa el aire seco al tanque pulmón donde se abastecerá el aire.
	N° de Máquinas: 2
	Precio de las Máquinas:
	(1) \$ 4 000
	(2) \$ 4 000
	Código de la Máquina:
	(1) SEC8001
	(2) SEC8002
	Condición de la Máquina:
	Indispensable

Figura 31 y 32. Secador de Aire (1) y (2).
Fuente: Elaboración propia.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11. Datos de la Faja Transportadora de Desechos de la Empresa Agroindustrias AIB

DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA	
Nombre de la Máquina:	Función:
Faja Transportadora de desechos	Por intermedio de esta faja transportadora permite llevar los desperdicios de los frutos hacia la tolva para su correcto destino, esta faja transportadora tiene un recorrido desde sala de producción hacia el exterior en donde por un tornillo sin fin es elevada.
	N° de Máquinas: 1
	Precio de las Máquina:
	(1) \$ 7 000
	Código de la Máquina:
	(1) FAJ8001
	Condición de la Máquina:
	Indispensable

Figura 33. Faja Transportadora de desechos (1).
Fuente: Elaboración propia.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12. Datos del Tornillo sin Fin de la Empresa Agroindustrias AIB


DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA	
Nombre de la Máquina:	Función:
Tornillo sin fin	Este tornillo sin fin realiza la función de un elevador, por intermedio de este activo los desperdicios como cascaras son llevadas hacia la tolva para su correcto destino y evitar contaminación ambiental.
	
	N° de Máquinas: 1
	Precio de las Máquinas:
	(1) \$ 15 000
	Código de la Máquina:
	(1) TOR8001
	Condición de la Máquina:
	Indispensable

Figura 34. Tornillo sin fin (1). Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13. Datos de la Tolva Abastecedora de la Empresa Agroindustrias AIB



DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA	
Nombre de la Máquina:	Función:
Tolva abastecedora	Esta máquina tiene como función abastecer los residuos de la producción, que a través de un tornillo sin fin llega hacia la tolva. También funciona como reciclador de desechos de materia prima.
	
	N° de Máquinas: 1
	Precio de las Máquinas:
	(1) \$ 10 000
	Código de la Máquina:
	(1) TLV8001
	Condición de la Máquina:
	Indispensable

Figura 35. Tolva abastecedora (1). Fuente: Elaboración propia.




Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14. Datos del Descanicator de la Empresa Agroindustrias AIB

DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA	
Nombre de la Máquina:	Función:
Descanicator	Su principal función es poder seleccionar la materia prima en este caso el limón por calibres, según la medida deseada o plasmada.
 <p>Figura 36. Descanicator (1). Fuente: Elaboración propia</p>	N° de Máquinas: 1
	Precio de las Máquinas:
	(1) \$ 70 000
	Código de la Máquina:
	(1) DES8001
	Condición de la Máquina:
	Indispensable

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15. Datos de los Condensadores Evaporativos de la Empresa Agroindustrial AIB

DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA	
Nombre de la Máquina:	Función:
Condensador Evaporativo	Convertidor de amoniaco caliente o vapor a líquido para posteriormente llevar al tanque acumulador y este abastece a la sala de máquinas.
 <p>Figura 37. Condensador Evaporativo. Fuente: Elaboración propia</p>	N° de Máquinas: 2
	Precio de las Máquinas:
	(1) \$ 80 000
	(2) \$ 80 000
	Código de la Máquina:
	(1) COD8001
	(2) COD8002
Condición de la Máquina:	
Indispensable	
 <p>Figura 38. Condensador Evaporativo (1). Fuente: Elaboración propia</p>	 <p>Figura 39. Condensador Evaporativo (2). Fuente: Elaboración propia</p>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16. Datos de los Shecker de la Empresa Agroindustrias AIB

DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA																	
Nombre de la Máquina:	Función:																
Shecker JBT	Emana vibraciones para que pueda votar las impurezas de la materia prima (fruta), esas impurezas pueden ser estillas que no están a la medida de los cubos de fruta que ya están predeterminados y altera el resultado del producto.																
 <p><i>Figura 40. Shecker JBT (1).</i> <i>Fuente: Elaboración propia</i></p>		N° de Máquinas: 4	Precio de las Máquinas:	(1) \$ 6 000	(2) \$ 6 000	(3) \$ 6 000	(4) \$ 6 000	Código de la Máquina:	(1) SCH8001	(2) SCH8002	(3) SCH8003	(4) SCH9001	Condición de los compresores:	Indispensable	 <p><i>Figura 41. Shecker JBT (2).</i> <i>Fuente: Elaboración propia</i></p>	 <p><i>Figura 43. Shecker JBT (4).</i> <i>Fuente: Elaboración propia</i></p>	 <p><i>Figura 42. Shecker JBT (3).</i> <i>Fuentes: Elaboración propia</i></p>
		N° de Máquinas: 4															
		Precio de las Máquinas:															
		(1) \$ 6 000															
(2) \$ 6 000																	
(3) \$ 6 000																	
(4) \$ 6 000																	
Código de la Máquina:																	
(1) SCH8001																	
(2) SCH8002																	
(3) SCH8003																	
(4) SCH9001																	
Condición de los compresores:																	
Indispensable																	
 <p><i>Figura 41. Shecker JBT (2).</i> <i>Fuente: Elaboración propia</i></p>	 <p><i>Figura 43. Shecker JBT (4).</i> <i>Fuente: Elaboración propia</i></p>																
		 <p><i>Figura 42. Shecker JBT (3).</i> <i>Fuentes: Elaboración propia</i></p>															

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17. Datos de los Transportadores Elevadores de la Empresa Agroindustrias AIB

DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA	
Nombre de la Máquina:	Función:
Transportador Elevador	Transporta la materia prima de fruta en cubos hacia el shecker para que pueda eliminar los imperfectos, estos transportadores se encargan de mover y a la vez elevar la fruta en cubos o rodajas.
 <p><i>Figura 44. Transportador Elevador (1). Fuente: Elaboración propia</i></p>	N° de Máquinas: 4
	Precio de las Máquinas:
	(1) \$ 4 000
	(2) \$ 4 000
 <p><i>Figura 45. Transportador Elevador (2). Fuente: Elaboración propia.</i></p>	(3) \$ 4 000
	(4) \$ 4 000
	Código de la Máquina:
	(1) TRA8001
 <p><i>Figura 46. Transportador Elevador (3). Fuente: Elaboración propia.</i></p>	(2) TRA8002
	(3) TRA8003
	(4) TRA8004
	Condición de los compresores:
Indispensable	
 <p><i>Figura 47. Transportador Elevador (4). Fuente: Elaboración propia.</i></p>	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18. Datos de los Transportadores de Selección de la Empresa Agroindustrias AIB

DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA																													
Nombre de la Máquina:	Función:																												
Transportador de Selección	<p>Su función es seleccionar la materia prima que sale ya cortado a las medidas plasmadas (cubos o rodajas), esto se da para que la fruta pase por un proceso de selección para su buena producción. Hay un transportador de selección que está en la entrada de frutos que sirve para seleccionar la fruta en buen estado.</p>																												
		N° de Máquinas:	3	Precio de las Máquinas:			(1) \$ 4 000		(2) \$ 4 000		(3) \$ 4 000		Código de las Máquinas:		(1) TRA8005		(2) TRA8006		(3) TRA8007		Condición de las Máquinas:		Indispensable			<p><i>Figura 48. Transportador de Selección (1).</i> <i>Fuente: Elaboración propia.</i></p>	<p><i>Figura 49. Transportador de Selección (2).</i> <i>Fuente: Elaboración propia</i></p>		<p><i>Figura 50. Transportador de Selección (3).</i> <i>Fuente: Elaboración propia.</i></p>
		N° de Máquinas:	3																										
		Precio de las Máquinas:																											
		(1) \$ 4 000																											
		(2) \$ 4 000																											
		(3) \$ 4 000																											
		Código de las Máquinas:																											
		(1) TRA8005																											
		(2) TRA8006																											
	(3) TRA8007																												
	Condición de las Máquinas:																												
	Indispensable																												
																													
<p><i>Figura 48. Transportador de Selección (1).</i> <i>Fuente: Elaboración propia.</i></p>	<p><i>Figura 49. Transportador de Selección (2).</i> <i>Fuente: Elaboración propia</i></p>																												
	<p><i>Figura 50. Transportador de Selección (3).</i> <i>Fuente: Elaboración propia.</i></p>																												

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19. Datos de la Cortadora Urshell de la Empresa Agroindustrias AIB


DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA	
Nombre de la Máquina:	Función:
Cortadora Urshell	Tiene la función de cortar la fruta de acuerdo a la medida establecida en rodajas o en forma de cubo, la materia prima que puede cortar es (mango, palta).
	N° de Máquinas: 1
	Precio de las Máquina: (1) \$ 80 000
	Código de la Máquina: (1) TRO8001
	Condición de la Máquina: Indispensable

Figura 51. Cortadora Urshell (1).
Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20. Datos del Volteador de Bines de la Empresa Agroindustrias AIB

DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA	
Nombre de la Máquina:	Función:
Volteador de bines	Tiene la función de voltear el bin cargado de fruta recién llegada a planta, el bin es impulsado por su bomba hidráulica hacia el inmersor para su correcto lavado.
	N° de Máquinas: 1
	Precio de las Máquina: (1) \$ 9 000
	Código de la Máquina: (1) VOL8001
	Condición de la Máquina: Indispensable

Figura 52. Volteador de bines (1). Fuente:
Elaboración propia

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21. Datos del Volteador de Jabas de la Empresa Agroindustrias AIB

DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA	
Nombre de la Máquina:	Función:
Volteador de jabas	Se encarga de voltear las jabas de mango hacia el transportador para ser llevado a su sistema de desinfectado de la fruta ya seleccionada.
	N° de Máquinas: 2
	Precio de las Máquinas:
	(1) \$ 8 000
	(2) \$ 8 000
	Código de la Máquina:
	(1) VOL8002
	(2) VOL8003
	Condición de la Máquina:
	Indispensable

Figura 53. Volteador de jabas (1).
Fuente: Elaboración propia

Figura 54. Volteador de jabas (2).
Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 22. Datos de las Cepilladoras de la Empresa Agroindustrias AIB

DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA	
Nombre de la Máquina:	Función:
Cepilladora	Su función es lavar y a la vez limpiar la suciedad de la materia prima que ingresa a planta (limón, mango y palta). También tiene la labor de secar la materia a través de turbinas con bomba de circulación
 <p><i>Figura 55. Cepilladora (1). Fuente: Elaboración propia</i></p>  <p><i>Figura 56. Cepilladora (2). Fuente: Elaboración propia</i></p>  <p><i>Figura 57. Cepilladora (3). Fuente: Elaboración propia</i></p>	N° de Máquinas: 4
	Precio de las Máquinas:
	(1) \$ 12 000
	(2) \$ 12 000
(3) \$ 12 000	
(4) \$ 12 000	
Código de las Máquinas:	
(1) CEP8003	
(2) CEP9001	
(3) CEP9002	
(4) CEP9003	
Condición de las máquinas:	
Indispensable	
	 <p><i>Figura 58. Cepilladora (4). Fuente: Elaboración propia</i></p>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23. Datos de la Clasificadora de la Empresa Agroindustrias AIB

DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA	
Nombre de la Máquina:	Función:
Clasificadora	Tiene la función de clasificar los limones de acuerdo a su color y tamaño específicos.
	N° de Máquinas: 1
	Precio de las Máquina: (1) \$ 280 000
	Código de la Máquina: (1) CLF8001
	Condición de la Máquina: Indispensable

Figura 59. Clasificadora (1).
Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24. Datos de la Hiperbárica HPP de la Empresa Agroindustrias AIB


DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA	
Nombre de la Máquina:	Función:
Hiperbárica HPP	La labor de esta máquina es matar los microorganismos cuando el producto se encuentre correctamente sellado a través de una presión de 6000 bares. Es uno de los activos con mayor inversión económica.
	N° de Máquinas: 1
	Precio de las Máquina: (1) \$ 1 300 000
	Código de la Máquina: (1) HPP8001
	Condición de la Máquina: Opcional

Figura 60. Hiperbárica (1).
Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25. Datos de los Inmersores de la Empresa Agroindustrias AIB

DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA	
Nombre de la Máquina:	Función:
Inmensor	Tiene como función recibir la fruta del bin y lavarla para después impulsarla hacia un transportador de selección de fruta. El inmensor trabaja con bomba de circulación que hace que el agua rote.
	N° de Máquinas: 3
	Precio de las Máquinas:
	(1) \$ 15 000
	(2) \$ 15 000
	(3) \$ 15 000
	Código de las Máquinas:
	(1) INM8001
	(2) INM8002
	(3) INM9001
	Condición de las Máquinas:
Indispensable	
	
<p><i>Figura 61. Inmensor (1).</i> Fuente: Elaboración propia</p>	<p><i>Figura 63. Inmensor (3).</i> Fuente: Elaboración propia</p>
<p><i>Figura 62. Inmensor (2).</i> Fuente: Elaboración propia</p>	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26. Datos de las Cámaras de Maduración de la Empresa Agroindustrias AIB

DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA	
Nombre de la Máquina:	Función:
Cámara de Maduración	La función de esta cámara es acelerar el proceso de maduración de la materia prima que ingresa a planta de congelados (mangos verdes). Estas cámaras para lograr su cometido trabajan a 8°C y demora un tiempo de 48 horas para madurar el mango.
 <p>Figura 64. Cámara de Maduración (1). Fuente: Elaboración propia</p>	N° de Máquinas: 4
	Precio de las Máquinas:
	(1) \$ 20 000
	(2) \$ 20 000
 <p>Figura 65. Cámara de Maduración (2). Fuente: Elaboración propia</p>	(3) \$ 20 000
	(4) \$ 20 000
	Código de la Máquina:
	(1) CAM8001
 <p>Figura 66. Cámara de Maduración (3). Fuente: Elaboración propia</p>	(2) CAM8002
	(3) CAM8003
	(4) CAM8004
	Condición de los compresores:
 <p>Figura 67. Cámara de Maduración (4). Fuente: Elaboración propia</p>	Indispensable

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27. Datos del Túnel Estático de la Empresa Agroindustria AIB



DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA	
Nombre de la Máquina:	Función:
Túnel Estático	Mantener la materia prima congelada a una cierta temperatura para después transportar los cubos de hielo (fruta) hacia el túnel IQF.
 	N° de Máquinas: 1
	Precio de las Máquinas: (1) \$ 35 000
Código de la Máquina: (1) EVA8036	Condición de la Máquina: Indispensable

Figura 68 y 69. Túnel Estático (1).

Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 28. Datos del Túnel IQF de la Empresa Agroindustrias AIB



DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA	
Nombre de la Máquina:	Función:
Túnel IQF	Congelar de manera inmediata la materia prima y mantenerla a una T° constante para su correcta función. En este túnel se vierten los cubitos de fruta para mantener en hielo los cubos de mango a una temperatura de -36°c.
 	N° de Máquinas: 1
	Precio de las Máquinas: (1) \$ 600 000
Código de la Máquina: (1) TUN8003	Condición de la Máquina: Indispensable

Figura 70 y 71. Túnel IQF (1).

Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29. Datos de la Cámara de Producto Terminado de la Empresa Agroindustrias AIB

DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA	
Nombre de la Máquina:	Función:
Cámara de Producto Terminado	La función de esta cámara de productos terminados es mantenerla a una temperatura de -30° c para que el producto se mantenga fresco para su debida exportación
 	N° de Máquinas: 1
	Precio de las Máquina:
	(1) \$ 30 000
	Código de la Máquina:
	(1) CAM8005
	Condición de la Máquina:
	Indispensable
<p>Figura 72 y 73. Cámara de Producto Terminado (1). Fuente: Elaboración propia</p>	

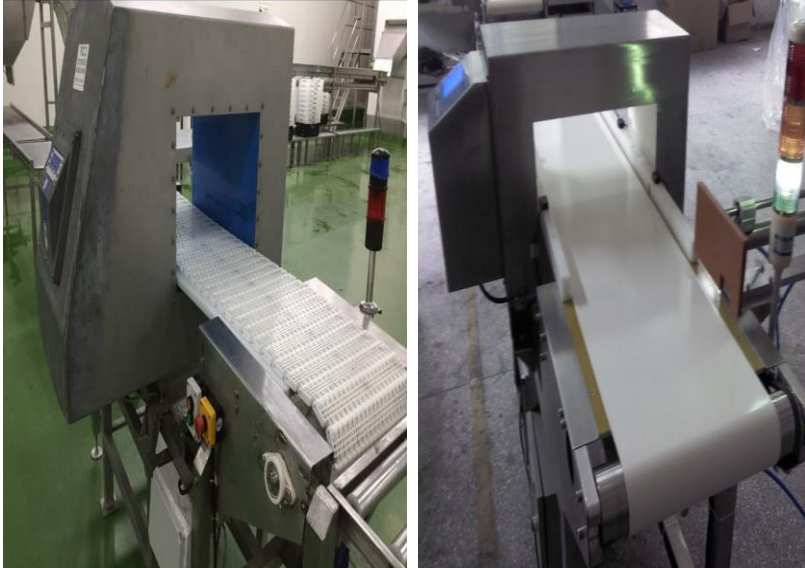
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 30. Datos de la Cámara de Despacho de la Empresa Agroindustrias AIB

DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA	
Nombre de la Máquina:	Función:
Cámara de Despacho	Por esta cámara de despacho ingresan los contenedores de camiones con una T° específica para que el producto pueda soportar su traslado.
 	N° de Máquinas: 2
	Precio de las Máquinas:
	(1) \$ 30 000
	(2) \$ 30 000
	Código de la Máquina:
	(1) CAM8006
	(2) CAM8007
	Condición de la Máquina:
	Indispensable
<p>Figura 74 y 75. Cámara de Despacho (1) y (2). Fuente: Elaboración propia</p>	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 31. Datos de los Detectores de Metales de la Empresa Agroindustrias AIB

DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA	
Nombre de la Máquina:	Función:
Detector de Metales	Detectar la presencia de partículas extrañas (todo tipo de metales) en la producción ya terminada a través de un campo magnético.
	N° de Máquinas: 2
	Precio de las Máquinas:
	(1) \$ 15 000
	(2) \$ 15 000
	Código de la Máquina:
	(1) DET8001
	(2) DET8002
	Condición de la Máquina:
	Indispensable
<p>Figura 76 y 77. Detector de Metales (1) y (2). Fuente: Elaboración propia</p>	

Fuente: Elaboración Propia

3.2.3. Metodología para realizar el OEE (Efectividad Global de los Equipos)

Para poder realizar el cálculo de los siguientes tiempos de funcionamiento y distintas paradas de línea dentro de una empresa, es necesario recolectar la información necesaria. De esta manera se podrá ejecutar con claridad y efectividad la resolución de los ítems de la figura 78. Al término de la ejecución de los ítems mencionados se podrá reconocer la efectividad global de los equipos dentro de la Fábrica.

Figura 78. Distribución del Tiempo en Planta para calcular el OEE

TIEMPO DISPONIBLE			
TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO			TIEMPO DE PARADA PLANIFICADA
TIEMPO DEL PERIODO DE OPERACIÓN		TIEMPO DE PREPARACIÓN DE EQUIPO	
TIEMPO DE OPERACIÓN NETA		TIEMPO DE PARADA NO PLANIFICADA POR EQUIPOS	
TIEMPO DE OPERACIÓN UTILIZABLE		TIEMPO PERDIDO POR OPERACIÓN	
TIEMPO PRODUCTIVO NETO	TIEMPO PERDIDO POR DEFECTOS		

Fuente: [19]

$$OEE = \frac{TPN}{TF} = \frac{TF - TPA - TPNP - TPOP - TPD}{TF}$$

- **TPN:** Tiempo productivo neto
 - **TF:** Tiempo de funcionamiento
 - **TPA:** Tiempo de preparación de equipos
 - **TPNP:** Tiempo de parada no planificada por equipos
 - **TPOP:** Tiempo perdido por operación
 - **TPD:** Tiempo perdido por defectos
 - **TPP:** Tiempo de parada planificada
 - **TD:** Tiempo disponible
 - **TPO:** Tiempo del periodo de operación
 - **TON:** Tiempo de operación neta
 - **TPU:** Tiempo de operación utilizable
- ✓ Después de obtener los tiempos de la distribución en planta, se procede a calcular el OEE. Obtenido el resultado se podrá catalogar a la empresa de acuerdo a los siguientes niveles:

Tabla 32. Porcentajes sobre los Valores del OEE

Valor de OEE	NIVEL	Situación	Significado	Competitividad
Menor a 65%	Malo	Inaceptable	Grandes Pérdidas Existe Riesgo Operativo	Muy Baja
Entre 65% y 75%	Regular	Aceptable solo con Mejora	Grandes Pérdidas Puede no ser negocio.	Baja
Entre 75% y 85%	Buena	Aceptable	Ligeras Pérdidas Oportunidad de Mejora	Ligeramente Baja o Media
Entre 85% y 95%	Muy Buena	Aceptable	Se acerca a Clase Mundial Liderazgo en el Mercado	Buena
Mayor a 95%	Clase Mundial	Excelencia	Objetivo general de todas las empresas manufactureras	Excelente

Fuente: [20]

3.2.4. Ejecución de la Disponibilidad de los Equipos

Después de identificar las horas perdidas a través de los tiempos de la distribución de la planta. Se puede determinar la disponibilidad de sus activos, con la siguiente formula: [19]

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{tiempo calendario} - \text{tiempo paradas}}{\text{tiempo calendario}} \times 100$$

✓ Tiempo Calendario

Tiempos disponibles de las Máquinas. En este tiempo calendario se le tiene que disminuir las horas no laborables implantadas: feriados, descansos, preparación del equipo, etc.). Todo aquello que no tenga que ver con Mantenimiento Preventivo y Correctivo.

✓ Tiempo de Paradas

En este tiempo de paradas, se involucran las fallas que se puede presentar en los activos y el tiempo de reparación. Por otro lado, también están incluidas las

paradas planificadas como tareas preliminares de Mantenimiento Preventivo previamente planificado.

3.2.5. Auditoría de Mantenimiento

La Auditoría de Mantenimiento es un potente instrumento que sirve para determinar en qué condiciones se encuentra la gestión de Mantenimiento de la empresa Agroindustrias AIB S.A. – MOTUPE. Este instrumento se utiliza para poder visualizar las debilidades por las cuales la organización está atravesando. Con los resultados que se muestra en la tabla 78, la empresa podrá repotenciar las áreas en donde tiene debilidades.

A continuación, en el siguiente cuadernillo de la tabla 33, tenemos 10 categorías que son sumamente importantes para la gestión del Mantenimiento. Cada categoría tiene entre 10 y 14 preguntas que ataca a toda la Organización de la Empresa Agroindustrial.

Para poder responder al cuadernillo de Interrogantes es necesario asignar un puntaje dentro de un intervalo del 1 al 10 (puede variar). Este puntaje se da de acuerdo a la calificación que cada interrogante amerita. No existe la posibilidad de responder con un puntaje 0.

Si considera que la respuesta es perfecta se asigna un puntaje de 10, así sucesivamente va disminuyendo el puntaje de acuerdo al tipo de pregunta y a la veracidad del entrevistado que como antecedentes tiene hechos ocurridos en planta. El cuadernillo tiene las siguientes interrogantes y categorías:

Tabla 33. Cuestionario de Preguntas de la Auditoría de Mantenimiento

Cuestionario de Auditoría de Gestión del Mantenimiento	
Empresa: Agroindustrias AIB - MOTUPE S.A.	
1	Organización del departamento de Mantenimiento
N.º	Componentes
1.01	Claridad de la ubicación del Departamento de Mantenimiento dentro de la organización de su empresa.
1.02	¿Cómo calificaría la organización del departamento de mantenimiento en la empresa?
1.03	¿Cómo calificaría las vías de comunicación entre el dpto. de mantenimiento con los otros departamentos?
1.04	El departamento de mantenimiento tiene definidas claramente sus funciones.
1.05	¿Hay un plan de formación para el personal de mantenimiento?
1.06	¿Este plan de formación hace que los conocimientos en el mantenimiento de la empresa mejoren?
1.07	¿El organigrama de mantenimiento garantiza la presencia de personal de mantenimiento preparado cuando se necesite, de la forma más rápida posible?
1.08	¿El número de horas extraordinarias que se genera en el área de mantenimiento es habitualmente superior al máximo legal autorizado?
1.09	¿Se realiza una formación inicial efectiva cuando se incorpora un nuevo trabajador al área de mantenimiento?
1.10	¿El organigrama garantiza que habrá personal disponible para realizar mantenimiento el mantenimiento programado, incluso en el caso de un aumento del mantenimiento correctivo?
2	Planeamiento del mantenimiento
N.º	Componentes
2.01	¿El plan de mantenimiento hace que los conocimientos en otras áreas de la central (operaciones, seguridad, medioambiente, administración, etc.) mejoren?
2.02	¿Coincide lo que se cree que se tiene (según los inventarios y el sistema informático) con lo que se tiene realmente?
2.03	¿Se emite un informe periódico que analiza la evolución del departamento de mantenimiento?
2.04	¿Todos los trabajos que se realizan se reflejan en una orden de trabajo?

2.05	¿La proporción entre horas/hombre dedicadas a mantenimiento programado y mantenimiento correctivo no programado es la adecuada?
2.06	¿Mantenimiento dispone de los medios de comunicación interna que se necesitan?
2.07	¿Mantenimiento dispone de los medios de comunicación con el exterior que se necesitan?
2.08	¿Cómo calificaría la Coordinación de fechas para realizar mantenimiento con Producción?
2.09	¿Cómo calificaría el Planeamiento del mantenimiento preventivo en el departamento de mantenimiento?
2.10	¿Cómo calificaría el Reporte de cumplimiento de mantenimiento planeado por el dpto. de mantenimiento?
3	Personal del área de Mantenimiento de la empresa
N.º	Componentes
3.01	¿Hay personal que pueda considerarse "imprescindible" cuya ausencia afecta a la actividad normal del área de mantenimiento?
3.02	¿La cualificación previa que se exige al personal del área de mantenimiento es la adecuada?
3.03	¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar tareas eléctricas o de instrumentación sencillas?
3.04	¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar tareas eléctricas o de instrumentación especializadas?
3.05	¿El personal de mantenimiento eléctrico puede realizar tareas mecánicas sencillas?
3.06	¿El personal de mantenimiento eléctrico puede realizar tareas mecánicas especializadas?
3.07	¿El personal de mantenimiento está capacitado para trabajar en otras áreas (operaciones, seguridad, control químico, etc.)?
3.08	¿Los tiempos de intervención se ajustan a la duración teórica estimable en que podrían realizarse los trabajos?
3.09	¿El personal del Mantenimiento recibe capacitación técnica externa permanentemente?
3.10	¿El personal de mantenimiento está comprometido con los objetivos de la empresa?
4	Análisis de los medios técnicos empleados por Mantenimiento
N.º	Componentes
4.01	¿Las herramientas mecánicas se corresponden con lo que se necesita?
4.02	¿Las herramientas eléctricas se corresponden con lo que se necesita?
4.03	¿Las herramientas para el mantenimiento de la instrumentación se corresponden con lo que se necesita?
4.04	¿Las herramientas para el mantenimiento predictivo se corresponden con lo que se necesita?

4.05	¿Las herramientas de taller se corresponden con lo que se necesita?
4.06	¿Los equipos de medida están calibrados?
4.07	¿Existe un inventario de herramientas?
4.08	¿Se comprueba periódicamente el inventario de herramientas?
4.09	¿El taller está situado en el lugar apropiado?
4.10	¿Está limpio y ordenado su interior?
5	Plan de Mantenimiento Preventivo
N.º	Componentes
5.01	¿Hay una programación de las tareas que incluye el plan de mantenimiento (está claro quien y cuando se realiza cada tarea)?
5.02	¿La programación de las tareas de mantenimiento se cumple?
5.03	¿El Plan de mantenimiento respeta las instrucciones de los fabricantes?
5.04	¿Se han analizado los fallos críticos de la planta?
5.05	¿El Plan está orientado a evitar esos fallos críticos de la planta y/o a reducir sus consecuencias?
5.06	¿El plan de mantenimiento preventivo se realiza correctamente?
5.07	¿Todas las tareas habituales de mantenimiento están recogidas en procedimientos?
5.08	¿Los procedimientos son claros y perfectamente entendibles?
5.09	¿Los procedimientos contienen toda la información que se necesita para realizar cada tarea?
5.10	¿Cuándo el personal de mantenimiento realiza una tarea utiliza el procedimiento aprobado?
6	La organización del Mantenimiento Correctivo
N.º	Componentes
6.01	¿El número de averías repetitivas es bajo?
6.02	¿El tiempo medio de resolución de una avería es bajo?
6.03	¿Hay un sistema claro de asignación de prioridades?
6.04	¿Este sistema se utiliza correctamente?
6.05	¿El número de averías con el máximo nivel de prioridad (o averías urgentes) es bajo?

6.06	¿El número de averías pendientes de reparación es bajo?
6.07	¿La razón por la que las averías pendientes están pendientes está justificada?
6.08	¿Se realiza un análisis de los fallos que afectan a los resultados de la planta?
6.09	¿Las conclusiones de estos análisis se llevan a la práctica?
6.10	¿Los procedimientos de mantenimiento se actualizan periódicamente?
7	Análisis del sistema de Información
N.º	Componentes
7.01	¿El formato de esta orden de trabajo es adecuado?
7.02	¿Los operarios cumplen correctamente estas órdenes?
7.03	¿Las órdenes de trabajo se introducen en el sistema informático?
7.04	¿El sistema informático de mantenimiento resulta adecuado?
7.05	¿El sistema informático supone una carga burocrática importante?
7.06	¿El sistema informático aporta información útil?
7.07	¿El sistema informático aporta información fiable?
7.08	¿Los mandos de mantenimiento consultan habitualmente la información contenida en el sistema?
7.09	¿Los operarios de mantenimiento consultan habitualmente la información contenida en el sistema?
7.10	¿El informe aporta información útil para la toma de decisiones?
8	Análisis de stock de repuestos
N.º	Componentes
8.01	¿Se ha elaborado una lista de repuesto mínimo que debe permanecer en stock?
8.02	¿Los criterios empleados para elaborar esa lista son válidos?
8.03	¿Se comprueba periódicamente que se dispone de ese stock?
8.04	¿La lista de stock mínimo se actualiza y mejora periódicamente?
8.05	¿Se realizan periódicamente inventarios de repuesto?
8.06	¿Los movimientos del almacén se registran en el sistema informático?

8.07	¿El almacén está limpio y ordenado?
8.08	¿El almacén está situado en el lugar adecuado?
8.09	¿Es fácil localizar cualquier pieza?
8.10	¿Las condiciones de almacenamiento son correctas?
9	Análisis de los resultados de Mantenimiento
N.º	Componentes
9.01	¿La disponibilidad media de los equipos significativos es la adecuada?
9.02	¿La evolución de la disponibilidad es positiva (está aumentado la disponibilidad)?
9.03	¿El tiempo medio entre fallos en equipos significativos es el adecuado?
9.04	¿La evolución del tiempo medio entre fallos en equipos significativos es positiva?
9.05	¿El número de O.T. de emergencia es bajo?
9.06	¿El número de O.T. de emergencia está descendiendo?
9.07	¿El tiempo medio de reparación en equipos significativos es bajo?
9.08	¿El tiempo medio de reparación en equipos significativos está descendiendo?
9.09	¿El número de averías repetitivas es bajo?
9.10	¿El número de horas/hombre invertidas en mantenimiento es el adecuado?
9.11	¿El número de horas/hombre invertidas en mantenimiento está descendiendo?
9.12	¿El gasto en repuestos es el adecuado?
9.14	¿El número de averías repetitivas está descendiendo?
10	Clima y Cultura laboral en la empresa del área de Mantenimiento
N.º	Componentes
10.01	¿Se respeta el horario de entrada y salida?
10.02	¿Se respeta la duración de los descansos?
10.03	¿El personal de mantenimiento se siente reconocido en su trabajo?
10.04	¿El personal de mantenimiento se siente satisfecho con su horario?

10.05	¿El personal de mantenimiento se considera bien retribuido?
10.06	¿El personal de mantenimiento tiene un buen concepto de sus mandos?
10.07	¿El nivel de absentismo entre el personal de mantenimiento es bajo?
10.08	¿El nivel de rotación entre el personal de mantenimiento es bajo?
10.09	¿El personal de mantenimiento considera que el ambiente del departamento de mantenimiento es agradable?
10.10	¿El personal de mantenimiento siente que la empresa se preocupa de sus necesidades para poder realizar un buen trabajo?

Fuente: [15]

3.2.6. Análisis de Criticidad de los Equipos

Esta metodología nos permite identificar directamente las máquinas que tienen niveles críticos de utilización y de esta manera prioriza el cuidado con actividades preliminares de Mantenimiento. Se establecen los factores de frecuencia (tiempo empleado en mano de obra de Mantenimiento) y factores de consecuencias para identificar con eficiencia los resultados de Criticidad. Estos factores se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 34. Factores de Criticidad

FACTOR DE FRECUENCIA (FF)	
Descripción	Ponderación
Frecuente, Más de 3 eventos al año	5
Probable, 1-3 eventos al año	4
Posible, 1 evento en 3 años	3
Improbable, 1 evento en 5 años	2
Sumamente improbable, menos de un evento en 5 años	1
FACTORES DE CONSECUENCIAS (FC)	
Impacto Operacional (IO)	Ponderación
Pérdidas mayores 75% producción mes	5
Pérdidas 50% a 74% producción mes	4
Pérdidas 25% a 49% producción mes	3
Pérdidas 10% a 24% producción mes	2
Pérdidas inferiores 10% producción mes	1
Factor Flexibilidad Operacional (FO)	Ponderación
No existe stock, tiempos de reparación altos	5
Stock parcial, procedimiento reparación complejo	4
Stock parcial, procedimiento reparación sencillo	3
Stock suficiente, procedimiento reparación completo	2
Stock suficiente, tiempos reparación bajos	1
Costos de adquisición de Máquinas y Mantenimiento (CM)	Ponderación
Costos materiales superiores 20 000 USD	5
Costos materiales superior 10 000 - 20 000 USD	4
Costos materiales superior 5 000 - 10 000 USD	3
Costos materiales superior 3 000 - 5 000 USD	2
Costos materiales inferior a 3 000 USD	1
Impacto Medio Ambiente (IMA)	Ponderación
Daños irreversibles en el ambiente	5
Daños severos al ambiente	4
Daños medios al ambiente	3
Daños mínimos al ambiente	2
Sin daño Ambiental	1
Impacto de Seguridad (IS)	Ponderación
Muerte o incapacidad	5
Incapacidad parcial o permanente	4
Daños o enfermedades severas	3
Daños leves en personas	2
Sin impacto de Seguridad	1

Fuente: [21]

- Después de identificar la ponderación de los factores de frecuencia y consecuencia estipulada en la tabla anterior, se realiza la multiplicación entre ambas, según la cantidad de fallas existentes en el intervalo de un tiempo específico y la relación obtenida dentro de la matriz de criticidad (tabla 35):

Tabla 35. Matriz de Criticidad

CRITICIDAD																						
FRECUENCIA (FF)	5	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125
	4	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100
	3	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75
	2	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
	1	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
CONSECUENCIAS (CO)																						
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	

Fuente: [21]

- Esta ponderación posiciona a las máquinas analizadas dentro de un rango de criticidad descritas mediante los siguientes colores y valores.

1. Criticidad Alta (Rojo), valores desde $50 \leq CT \leq 125$
2. Criticidad Media (Amarillo), valores desde $30 \leq CT \leq 49$
3. Criticidad Baja (Verde), valores $5 \leq CT \leq 29$

3.2.7. Preparación de Datos de Vida Útil de los Equipos de la empresa

Para poder calcular los datos de vida útil se necesita determinar los tiempos de fallos de cada equipo. Estos tiempos se dan según la fecha que se originó una falla en un intervalo de tiempo anual. (mostrado en el cd)

El TBF (Tiempo entre fallas), este tiempo se calcula cuando se origina una falla en una fecha específica, se procede a realizar el Mantenimiento Correctivo. Después de realizar este Mantenimiento, si la máquina vuelve a fallar entonces ese tiempo entre las fechas de fallas es el que se toma para poder calcular nuestros parámetros.

El MTTR (Tiempo medio entre Reparaciones), se calcula mediante el tiempo perdido por presencia de fallas entre el número de averías que se presenta en una máquina.

El rango de la Mediana (%), esto lo obtenemos en el Anexo 01 según la tabla hecha por el Ing. José Tamborero del Pino. [22]

En los siguientes cuadros podremos apreciar los valores obtenidos:

Tabla 36. Valores del Tanque de Bombeo de Amoniaco

Agroindustrias AIB S.A. - MOTUPE				
Máquina: Tanque de Bombeo de Amoniaco			Cantidad: 3	
Número de Fallas (i)	TBF Tiempo entre Fallas (ti) (horas)	TBF Tiempo Acumulado entre Fallas (ti) (horas)	MTTR Tiempo Medio entre reparaciones	Rango de la Mediana % F(ti)
1	540	540	0,70	12,95
2	1668	2208	0,10	31,38
3	2100	4308	0,27	50
4	888	5196	0,33	68,62
5	912	6108	0,27	87,06

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 37. Valores del Tanque de Líquido

Agroindustrias AIB S.A. - MOTUPE				
Máquina: Tanque de Líquido			Cantidad: 1	
Número de Fallas (i)	TBF Tiempo entre Fallas (ti) (horas)	TBF Tiempo Acumulado entre Fallas (ti) (horas)	MTTR Tiempo Medio entre reparaciones	Rango de la Mediana % F(ti)
1	1992	1992	1	29,29
2	3564	5556	2	70,71

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 38. Valores del Tanque de Gas Caliente

Agroindustrias AIB S.A. - MOTUPE				
Máquina: Tanque de Gas Caliente			Cantidad: 2	
Número de Fallas (i)	TBF Tiempo entre Fallas (ti) (horas)	TBF Tiempo Acumulado entre Fallas (ti) (horas)	MTTR Tiempo Medio entre reparaciones	Rango de la Mediana % F(ti)
1	1248	1248	0,44	20,63
2	384	1632	0,5	50
3	2472	4104	0,67	79,37

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 39. Valores del Tanque Pulmón de Aire

Agroindustrias AIB S.A. - MOTUPE				
Máquina: Tanque Pulmón de Aire			Cantidad: 1	
Número de Fallas (i)	TBF Tiempo entre Fallas (ti) (horas)	TBF Tiempo Acumulado entre Fallas (ti) (horas)	MTTR Tiempo Medio entre reparaciones	Rango de la Mediana % F(ti)
1	600	600	0,67	20,63
2	2928	3528	0,50	50
3	2868	6396	0,50	79,37

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 40. Valores del Tanque Acumulador

Agroindustrias AIB S.A. - MOTUPE				
Máquina: Tanque Acumulador			Cantidad: 1	
Número de Fallas (i)	TBF Tiempo entre Fallas (ti) (horas)	TBF Tiempo Acumulado entre Fallas (ti) (horas)	MTTR Tiempo Medio entre reparaciones	Rango de la Mediana % F(ti)
1	1452	1452	0,25	15,91
2	2268	3720	0,38	38,57
3	1580	5300	0,25	61,43
4	2340	7640	0,25	84,09

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 41. Valores del Ablandador

Agroindustrias AIB S.A. - MOTUPE				
Máquina: Ablandador			Cantidad: 2	
Número de Fallas (i)	TBF Tiempo entre Fallas (ti) (horas)	TBF Tiempo Acumulado entre Fallas (ti) (horas)	MTTR Tiempo Medio entre reparaciones	Rango de la Mediana % F(ti)
1	312	312	0,17	20,63
2	2028	2340	0,23	50
3	432	2772	0,33	79,37

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 42. Valores del Autopurgador

Agroindustrias AIB S.A. - MOTUPE				
Máquina: Autopurgador			Cantidad: 1	
Número de Fallas (i)	TBF Tiempo entre Fallas (ti) (horas)	TBF Tiempo Acumulado entre Fallas (ti) (horas)	MTTR Tiempo Medio entre Reparaciones	Rango de la Mediana % F(ti)
1	3216	3216	0,50	29,29
2	3588	6804	0,35	70,71

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 43. Valores de los Compresores Tornillos

Agroindustrias AIB S.A. - MOTUPE				
Máquina: Compresor Tornillo			Cantidad: 4	
Número de Fallas (i)	TBF Tiempo entre Fallas (ti) (horas)	TBF Tiempo Acumulado entre Fallas (ti) (horas)	MTTR Tiempo Medio entre Reparaciones	Rango de la Mediana % F(ti)
1	936	936	0,50	10,91
2	1092	2028	0,50	26,45
3	3012	5040	0,33	42,14
4	360	5400	0,33	57,86
5	1176	6576	0,17	73,56
6	876	7452	0,50	89,09

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 44. Valores de los Compresores de Aire

Agroindustrias AIB S.A. - MOTUPE				
Máquina: Compresor de Aire			Cantidad: 2	
Número de Fallas (i)	TBF Tiempo entre Fallas (ti) (horas)	TBF Tiempo Acumulado entre Fallas (ti) (horas)	MTTR Tiempo Medio entre Reparaciones	Rango de la Mediana % F(ti)
1	1656	1656	0,67	20,63
2	2964	4620	0,67	50
3	2244	6864	0,17	79,37

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 45. Valores de los Secadores de Aire

Agroindustrias AIB S.A. - MOTUPE				
Máquina: Secador de Aire			Cantidad: 2	
Número de Fallas (i)	TBF Tiempo entre Fallas (ti) (horas)	TBF Tiempo Acumulado entre Fallas (ti) (horas)	MTTR Tiempo Medio entre Reparaciones	Rango de la Mediana % F(ti)
1	1320	1320	1	29,29
2	2652	3972	0,34	70,71

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 46. Valores de los Condensadores Evaporativos

Agroindustrias AIB S.A. - MOTUPE				
Máquina: Condensador Evaporativo			Cantidad: 2	
Número de Fallas (i)	TBF Tiempo entre Fallas (ti) (horas)	TBF Tiempo Acumulado entre Fallas (ti) (horas)	MTTR Tiempo Medio entre Reparaciones	Rango de la Mediana % F(ti)
1	312	312	0,20	12,95
2	1632	1944	0,40	31,38
3	864	2808	0,40	50
4	2340	5148	0,40	68,62
5	2364	7512	0,20	87,05

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 47. Valores de la Faja Transportadora de Desechos

Agroindustrias AIB S.A. - MOTUPE				
Máquina: Faja Transportadora de Desechos			Cantidad: 1	
Número de Fallas (i)	TBF Tiempo entre Fallas (ti) (horas)	TBF Tiempo Acumulado entre Fallas (ti) (horas)	MTTR Tiempo Medio entre Reparaciones	Rango de la Mediana % F(ti)
1	1212	1212	0,17	20,63
2	2508	3720	0,17	50
3	2016	5736	0,17	79,37

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 48. Valores del Tornillo sin Fin

Agroindustrias AIB S.A. - MOTUPE				
Máquina: Tornillo sin Fin			Cantidad: 1	
Número de Fallas (i)	TBF Tiempo entre Fallas (ti) (horas)	TBF Tiempo Acumulado entre Fallas (ti) (horas)	MTTR Tiempo Medio entre Reparaciones	Rango de la Mediana % F(ti)
1	492	492	0,17	20,63
2	1164	1656	0,17	50
3	3344	5000	0,67	79,37

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 49. Valores de la Tolva Abastecedora

Agroindustrias AIB S.A. - MOTUPE				
Máquina: Tolva Abastecedora			Cantidad: 1	
Número de Fallas (i)	TBF Tiempo entre Fallas (ti) (horas)	TBF Tiempo Acumulado entre Fallas (ti) (horas)	MTTR Tiempo Medio entre Reparaciones	Rango de la Mediana % F(ti)
1	1476	1476	0,25	29,29
2	4344	5820	0,25	70,71

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 50. Valores de los Shecker JBT

Agroindustrias AIB S.A. - MOTUPE				
Máquina: Shecker JBT			Cantidad: 4	
Número de Fallas (i)	TBF Tiempo entre Fallas (ti) (horas)	TBF Tiempo Acumulado entre Fallas (ti) (horas)	MTTR Tiempo Medio entre Reparaciones	Rango de la Mediana % F(ti)
1	588	588	0,08	10,91
2	780	1368	0,04	26,45
3	1104	2472	0,50	42,14
4	960	3432	0,08	57,86
5	2784	6216	0,08	73,55
6	1560	7776	16	89,09

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 51. Valores de los Transportadores Elevadores

Agroindustrias AIB S.A. - MOTUPE				
Máquina: Transportador Elevador			Cantidad: 4	
Número de Fallas (i)	TBF Tiempo entre Fallas (ti) (horas)	TBF Tiempo Acumulado entre Fallas (ti) (horas)	MTTR Tiempo Medio entre Reparaciones	Rango de la Mediana % F(ti)
1	444	444	0,19	15,91
2	2328	2772	0,13	38,57
3	1692	4464	0,08	61,43
4	1380	5844	0,13	84,09

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 52. Valores de los Transportadores de Selección

Agroindustrias AIB S.A. - MOTUPE				
Máquina: Transportador de Selección			Cantidad: 3	
Número de Fallas (i)	TBF Tiempo entre Fallas (ti) (horas)	TBF Tiempo Acumulado entre Fallas (ti) (horas)	MTTR Tiempo Medio entre Reparaciones	Rango de la Mediana % F(ti)
1	672	672	0,17	20,63
2	1644	2316	0,33	50
3	3240	5556	0,08	79,37

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 53. Valores de la Cortadora Urshel

Agroindustrias AIB S.A. - MOTUPE				
Máquina: Cortadora Urshel			Cantidad: 1	
Número de Fallas (i)	TBF Tiempo entre Fallas (ti) (horas)	TBF Tiempo Acumulado entre Fallas (ti) (horas)	MTTR Tiempo Medio entre Reparaciones	Rango de la Mediana % F(ti)
1	408	408	0,83	10,91
2	1068	1476	0,17	26,45
3	1512	2988	0,17	42,14
4	1968	4956	0,17	57,86
5	1416	6372	0,33	73,55
6	1608	7980	0,13	89,09

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 54. Valores del Volteador de Bines

Agroindustrias AIB S.A. - MOTUPE				
Máquina: Volteador de bines			Cantidad: 1	
Número de Fallas (i)	TBF Tiempo entre Fallas (ti) (horas)	TBF Tiempo Acumulado entre Fallas (ti) (horas)	MTTR Tiempo Medio entre Reparaciones	Rango de la Mediana % F(ti)
1	2028	2028	0,38	29,29
2	3684	5712	6	70,71

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 55. Valores del Volteador de Jabas

Agroindustrias AIB S.A. - MOTUPE				
Máquina: Volteador de Jabas			Cantidad: 2	
Número de Fallas (i)	TBF Tiempo entre Fallas (ti) (horas)	TBF Tiempo Acumulado entre Fallas (ti) (horas)	MTTR Tiempo Medio entre Reparaciones	Rango de la Mediana % F(ti)
1	336	336	0,25	20,63
2	2364	2700	0,33	50
3	3876	6576	0,05	79,37

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 56. Valores del Descanicator

Agroindustrias AIB S.A. - MOTUPE				
Máquina: Descanicator			Cantidad: 1	
Número de Fallas (i)	TBF Tiempo entre Fallas (ti) (horas)	TBF Tiempo Acumulado entre Fallas (ti) (horas)	MTTR Tiempo Medio entre Reparaciones	Rango de la Mediana % F(ti)
1	828	828	0,10	12,95
2	3192	4020	0,20	31,38
3	1716	5736	0,10	50
4	1464	7200	0,50	68,62
5	492	7692	0,40	87,05

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 57. Valores de las Cepilladoras

Agroindustrias AIB S.A. - MOTUPE				
Máquina: Cepilladoras			Cantidad: 4	
Número de Fallas (i)	TBF Tiempo entre Fallas (ti) (horas)	TBF Tiempo Acumulado entre Fallas (ti) (horas)	MTTR Tiempo Medio entre Reparaciones	Rango de la Mediana % F(ti)
1	960	960	0,07	9,43
2	1320	2280	1,71	22,85
3	1224	3504	0,07	36,41
4	1332	4836	0,14	50
5	1224	6060	0,07	63,59
6	720	6780	0,07	77,15
7	1152	7932	0,07	90,57

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 58. Valores de la Clasificadora

Agroindustrias AIB S.A. - MOTUPE				
Máquina: Clasificadora			Cantidad: 1	
Número de Fallas (i)	TBF Tiempo entre Fallas (ti) (horas)	TBF Tiempo Acumulado entre Fallas (ti) (horas)	MTTR Tiempo Medio entre Reparaciones	Rango de la Mediana % F(ti)
1	276	276	0,70	1,95
2	1116	1392	0,20	31,38
3	1404	2796	0,07	50
4	1644	4440	0,80	68,62
5	1692	6132	0,40	87,05

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 59. Valores del Inmersor

Agroindustrias AIB S.A. - MOTUPE				
Máquina: Inmersor			Cantidad: 3	
Número de Fallas (i)	TBF Tiempo entre Fallas (ti) (horas)	TBF Tiempo Acumulado entre Fallas (ti) (horas)	MTTR Tiempo Medio entre Reparaciones	Rango de la Mediana % F(ti)
1	1380	1380	0,26	20,63
2	1788	3168	0,33	50
3	2568	5736	0,33	79,37

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 60. Valores de la Hiperbárica HPP

Agroindustrias AIB S.A. - MOTUPE				
Máquina: Hiperbárica HPP			Cantidad: 1	
Número de Fallas (i)	TBF Tiempo entre Fallas (ti) (horas)	TBF Tiempo Acumulado entre Fallas (ti) (horas)	MTTR Tiempo Medio entre Reparaciones	Rango de la Mediana % F(ti)
1	588	588	0,18	7,41
2	732	1320	0,88	17,96
3	1140	2460	0,55	28,62
4	1032	3492	0,33	39,31
5	1440	4932	0,22	50
6	672	5604	0,22	60,69
7	696	6300	0,05	71,38
8	288	6588	0,67	82,04
9	1068	7656	0,11	92,59

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 61. Valores de la Cámara de Maduración

Agroindustrias AIB S.A. - MOTUPE				
Máquina: Cámara de Maduración			Cantidad: 4	
Número de Fallas (i)	TBF Tiempo entre Fallas (ti) (horas)	TBF Tiempo Acumulado entre Fallas (ti) (horas)	MTTR Tiempo Medio entre Reparaciones	Rango de la Mediana % F(ti)
1	408	408	0,67	20,63
2	2136	2544	8	50
3	960	3504	4	79,37

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 62. Valores del Túnel Estático

Agroindustrias AIB S.A. - MOTUPE				
Máquina: Túnel Estático			Cantidad: 1	
Número de Fallas (i)	TBF Tiempo entre Fallas (ti) (horas)	TBF Tiempo Acumulado entre Fallas (ti) (horas)	MTTR Tiempo Medio entre Reparaciones	Rango de la Mediana % F(ti)
1	1116	1116	0,25	29,29
2	5124	6240	1	70,71

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 63. Valores del Túnel IQF

Agroindustrias AIB S.A. - MOTUPE				
Máquina: Túnel IQF			Cantidad: 1	
Número de Fallas (i)	TBF Tiempo entre Fallas (ti) (horas)	TBF Tiempo Acumulado entre Fallas (ti) (horas)	MTTR Tiempo Medio entre Reparaciones	Rango de la Mediana % F(ti)
1	900	900	0,33	10,91
2	732	1632	0,55	26,45
3	1464	3096	2	42,14
4	1056	4152	0,08	57,86
5	1308	5460	4	73,55
6	2004	7464	0,67	89,09

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 64. Valores de la Cámara de Producto Terminado

Agroindustrias AIB S.A. - MOTUPE				
Máquina: Cámara de Producto terminado			Cantidad: 1	
Número de Fallas (i)	TBF Tiempo entre Fallas (ti) (horas)	TBF Tiempo Acumulado entre Fallas (ti) (horas)	MTTR Tiempo Medio entre Reparaciones	Rango de la Mediana % F(ti)
1	648	648	24	50

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 65. Valores de los Detectores de Metales

Agroindustrias AIB S.A. - MOTUPE				
Máquina: Detector de Metales			Cantidad: 2	
Número de Fallas (i)	TBF Tiempo entre Fallas (ti) (horas)	TBF Tiempo Acumulado entre Fallas (ti) (horas)	MTTR Tiempo Medio entre Reparaciones	Rango de la Mediana % F(ti)
1	2000	2000	1	29,29
2	6064	8064	0,25	70,71

Fuente: Elaboración Propia

3.2.8. Evaluación de los Parámetros de Vida en la Hoja Logarítmica

Con este método nos permite poder encontrar los parámetros: γ , β y η . Para poder realizar esto se utilizará la hoja logarítmica de Weibull y se procederá a graficar según sus valores obtenidos en el apartado 3.2.7.

En el momento ya de graficar, se trazará un punto en donde den las intersecciones de “CUMULATIVE PER CENT FAILURE” (Tiempo de Fallas Acumulado) y “AGE AT FAILURE” (edad de fallas en horas).

Después de haber graficado los puntos de intersección se traza una línea recta (color verde) que intercepte todos los puntos ya identificados, así como se muestras en la figura 79. Si en caso la recta que pasa por los puntos de intersección no congenia, se procederá a realizar una recta en donde una el primer punto y el último de las intersecciones.

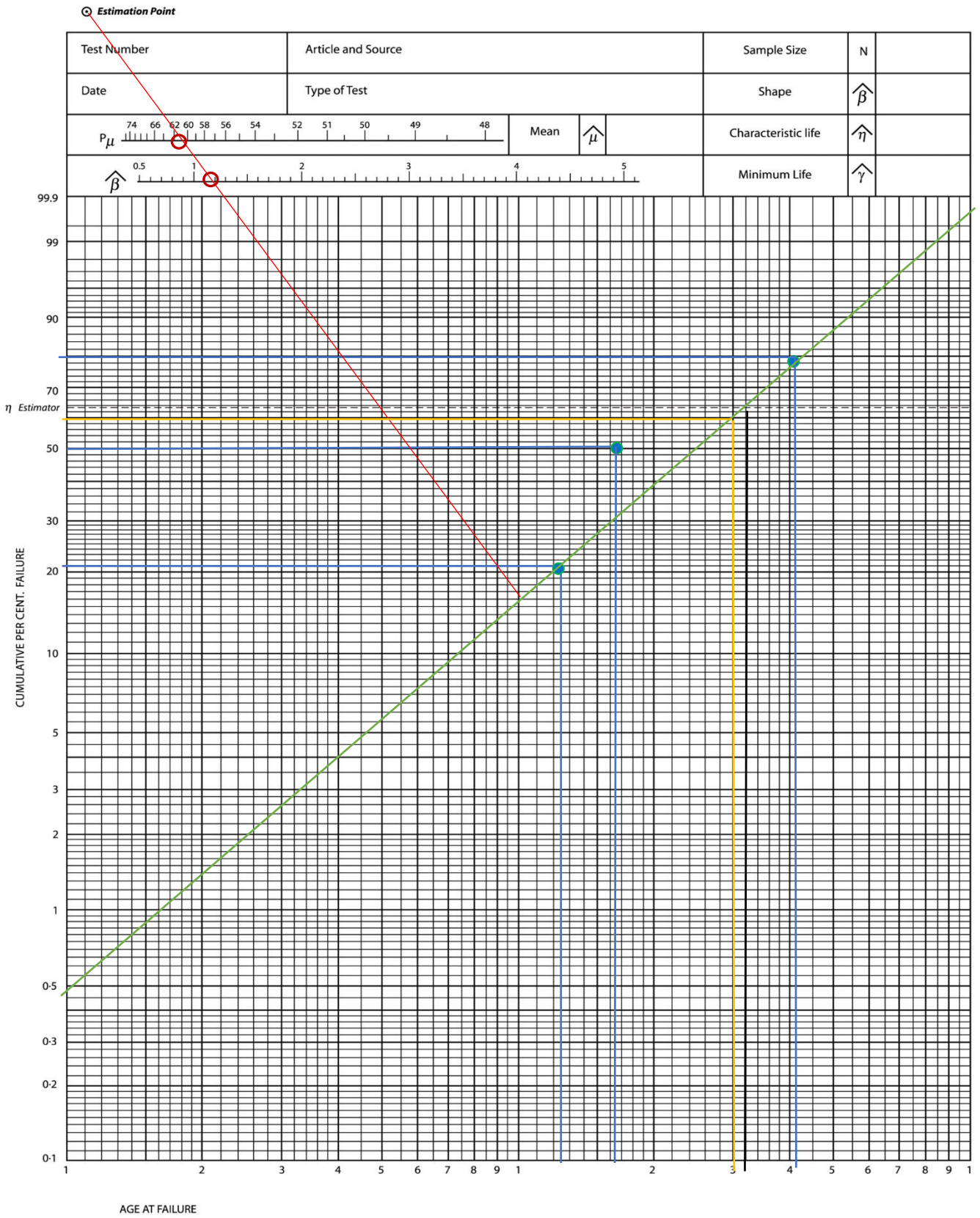
Ahora para hallar los parámetros “ β ” y “Pu”, se traza una línea (color rojo) desde Estimation point (punto de estimación) hacia la línea verde en forma perpendicular tal y como se aprecia en la figura 79. Donde intercepte la línea roja obtendremos los parámetros mencionados.

Luego de obtener el porcentaje “Pu” en la parte de tiempo de fallas acumuladas se traza una recta horizontal hasta que choque con la gráfica verde. Para obtener el parámetro “u” visualizar mejor la figura 79. (recta color amarillo).

Para el parámetro “n” estimación vemos que donde intercepte con la gráfica verde, se traza una línea (color negro) hacia la edad de fallas y así se obtiene el parámetro deseado.

Finalmente, después de haber encontrado todos los parámetros mediante las gráficas, se completa datos de cada equipo en la parte superior de la hoja Logarítmica, para un mejor entendimiento de los parámetros calculados.

Figura 79. Hoja Logarítmica para hallar los Parámetros de vida de cada Máquina



Fuente: Ing. Alexander Querevalú Morante [19]

3.2.9. Estimación de la Etapa de vida de los Equipos

Según la curva de la bañera, explicada en el apartado 2.4.1.6. Consta de 3 etapas de Fallas que son: Fallos Infantiles, Fallos Aleatorios y Fallos de Desgaste. Después de identificar el parámetro β se podrá reconocer que etapas tienen las fallas ocurridas en los activos de la Empresa Agroindustria AIB S.A.

Ahora si el resultado del parámetro β es:

- Mayor que 1, se podrá determinar que el equipo tiene Fallos de Desgaste.
- Menor que 1, se podrá determinar que el equipo tiene Fallos Infantiles
- Igual a 1, se podrá determinar que el equipo tiene Fallos Aleatorios

3.2.10. Funciones de Probabilidad de Análisis Weibull

Con las siguientes ecuaciones podremos calcular las siguientes funciones donde nos indica los resultados de Confiabilidad y la Distribución de Fallas:

- ✓ Función de Confiabilidad $R(t)$:

$$R(t) = e^{\left[-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta\right]} \times 100$$

- ✓ Función de Distribución de Fallas $F(t)$:

$$F(t) = 1 - e^{\left(-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta\right)} \times 100$$

- η : Característica de Vida, representa la probabilidad de fallas acumuladas.
- γ : Parámetro de localización, se asume un valor de 0 porque cuando tiene un valor positivo nos indica que en un periodo no existen fallas $\gamma > 0$, si es un valor negativo nos dice que no ha ocurrido ninguna clase de falla antes del tiempo $\gamma < 0$. La razón por la que se asume un valor de 0 es porque un valor positivo indica que en un intervalo de tiempo el activo está libre cualquier tipo de falla, esto es absurdo ya que es improbable. Un valor negativo indica que el activo está libre de cualquier tipo de falla solo antes de estar puesto en operación, esto puede darse siempre y cuando la falla sea por responsabilidad del operario o al momento de alistar el producto terminado. Por esta razón es que asumimos un valor de 0.
- β : Es el parámetro de forma

3.2.11. Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF)

3.2.11.1. Evaluación de Riesgos de Falla

El AMEF se caracteriza por la ponderación que le realiza con frecuencia a los diferentes tipos de fallas que se presentan en los activos de una empresa. Esta ponderación es la que mide el grado del riesgo que puede ocasionar una falla. Para la evaluación de estos riesgos se cuenta con tres rangos, estos pueden identificar la magnitud de riesgo que han causado las fallas originadas. Estos son: Rango de Severidad, Rango de Ocurrencia y Rango de Detección.

3.2.11.1.1. Rango de Severidad

Tabla 66. Tabla de Severidad del Número de Prioridad de Riesgo

EFECTO	CRITERIO	RANGO O PONDERACIÓN
	SEVERIDAD DEL EFECTO SOBRE EL PROCESO	
Falla en cumplimiento requisito de seguridad y/o regulatorios	Puede poner en peligro al operador (maquina) sin advertencia.	10
	Puede poner en peligro al operador (maquina) con advertencia.	9
Interrupción Importante	100% de la producción puede tener que ser destruida. Parada de línea	8
Interrupción Significativa	La desviación del proceso primario incluye la disminución de la velocidad de la línea o necesidad de personal adicional.	7
Interrupción Moderada	100% de la producción puede tener que ser re trabajada fuera de línea y aceptada.	6
	Una parte de la producción puede tener que ser re trabajada fuera de la línea y aceptada	5
Interrupción Moderada	100% de la producción puede tener que ser re trabajada en la estación antes de que sea procesada.	4
	Una porción de la producción puede tener que ser re trabajada en la estación antes de que sea procesada.	3
Interrupción Menor	Inconvenientes ligeros para el proceso, la operación o el operador	2
Sin Efecto	Ningún efecto apreciable.	1

Fuente: Análisis de modo y efecto de fallas en el proceso de extrusión – soplado en placa s.a., E. Galeano Hernández y H. Pérez Carrillo. [23]

3.2.11.1.2. Rango de Ocurrencia

Tabla 67. Tabla de Ocurrencia del Número de Prioridad de Riesgo

PROBABILIDAD DE FALLA	CRITERIO: OCURRENCIA DE LA CAUSA	RANGO
	INCIDENTES	
MUY ALTO	1 falla al Mes	10
ALTO	1 falla entre 1 a 6 Meses	8 a 9
	1 falla entre 6 y 9 Meses	7
MODERADO	1 falla entre 9 Meses y 1 Año	6
	1 falla cada Año	4 a 5
BAJA	1 falla cada 2 Años	2 a 3
MUY BAJO	1 falla en más de 2 años	1

Fuente: Análisis de modo y efecto de fallas en el proceso de extrusión – soplado en placa s.a., E. Galeano Hernández y H. Pérez Carrillo. [23]

3.2.11.1.3. Rango de Detección:

Tabla 68. Tabla de Detección del Número de Prioridad de Riesgo

OPORTUNIDAD PARA DETECCIÓN	CRITERIO	RANGO	PROBABILIDAD DE DETECCIÓN
	PROBABILIDAD DE DETECCIÓN POR CONTROL DE PROCESO		
Sin oportunidad de detección	Sin control de proceso actual. O se puede detectar o no se ha analizado.	10	Casi imposible
No hay probabilidad de detección en ninguna etapa	El modo de falla y/o erro (causa) no es fácilmente detectable.	9	Muy Remota
Detección de problemas. Post - procedimiento	Detección del modo de falla post-procedimiento por el operador a través de medios visuales, táctiles, audibles.	8	Remota
Detección del problema en la fuente	Detección del modo de falla post-procedimiento a través de calibradores de atributos (pasa - no pasa, verificación dimensional.	7	Muy baja

Detección del problema postprocedimiento	Detección del modo de falla post-procedimiento, por el operador a través de calibradores para variables. O en la estación a través de calibradores de atributos.	6	Baja
Detección del problema en la fuente	Mediante controles automáticos en la estación que detectan la parte discrepante y notifica al operador al operador (timbre, luz, etc.)	5	Moderada
	Medición efectuada en la puesta a punto sobre la primera pieza (solo para causas relacionadas con la puesta a punto)		
Detección del problema postprocedimiento	Detección del modo de falla post-procedimiento mediante controles automáticos que detectan la parte discrepante y bloquean la parte en la estación para evitar su posterior procesamiento.	4	Moderadamente Alta
Detección del problema en la fuente	Detección del modo de falla en la estación mediante controles automáticos que detectan la parte discrepante y automáticamente bloquean la parte en la estación para evitar su posterior procesamiento.	3	Alta
Detección del error y/o prevención del problema.	Detección del error (causa) en la estación mediante controles automáticos que detectan el error y evitan que sea fabricada una parte discrepante.	2	Muy Alta
Prevención de error. No aplica detección	Prevención de error (causa) como resultado del diseño del fixture, diseño de los equipamientos o diseño de la parte.	1	Casi segura
	No se pueden producir partes discrepantes debido a que el ítem es aprueba de error mediante el diseño del producto.		

Fuente: Análisis de modo y efecto de fallas en el proceso de extrusión – soplado en placa s.a., E. Galeano Hernández y H. Pérez Carrillo [23]

3.2.11.2. Número de Prioridades de Riesgo (RPN)

El RPN es el valor el cual se obtiene realizando la respectiva multiplicación de estos tres rangos que son: Rango de Seguridad, Ocurrencia y Detección [23]

$$RPN = SEV \times OCC \times DET$$

SEV: Severidad

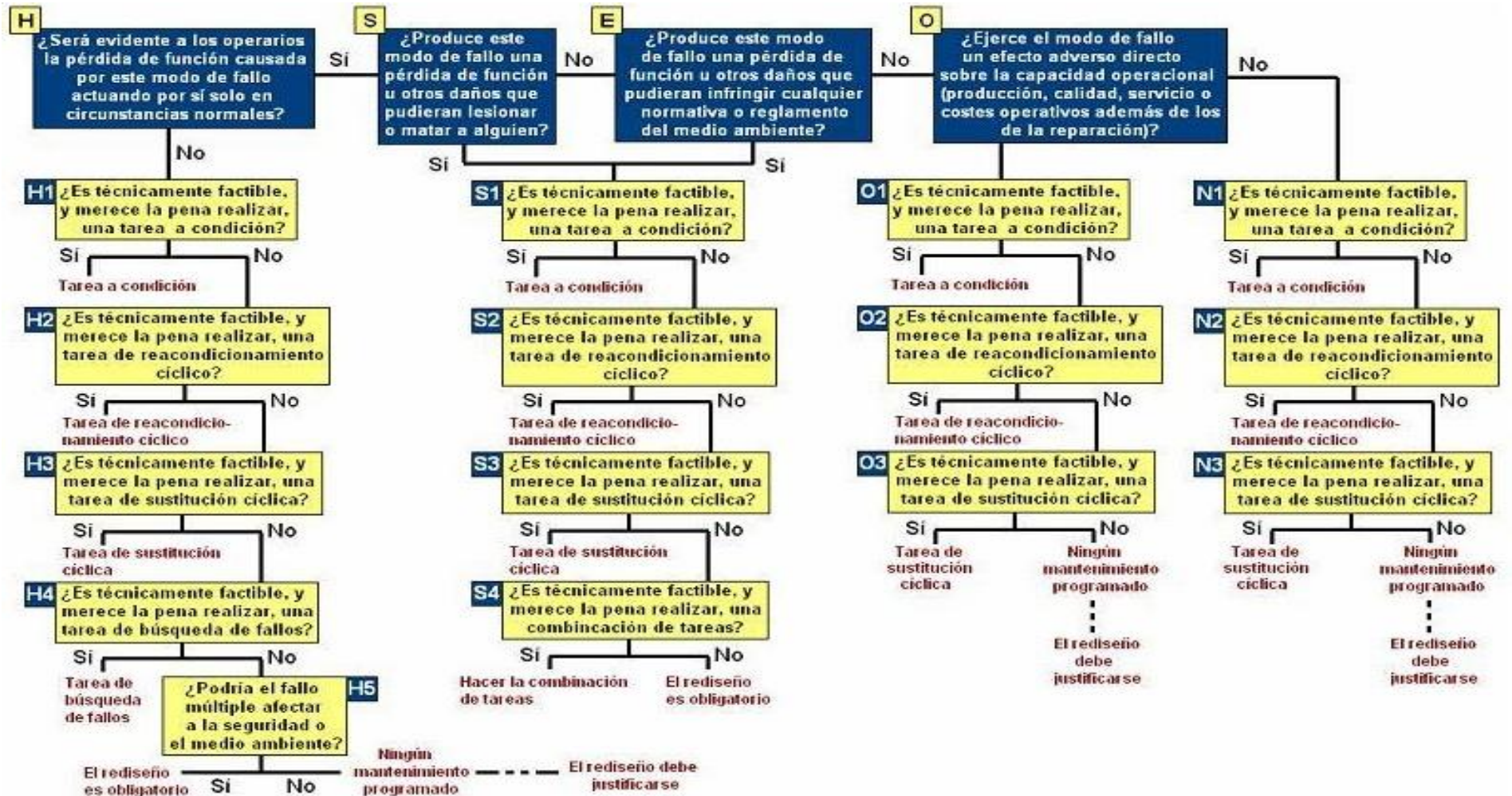
OCC: Ocurrencia

DET: Detección

- ✓ Las características de análisis del RPN:
 - 125 > RPN Permissible o Aceptable
 - 200 > RPN > 125 Limitación o Reducción Deseable
 - RPN > 200 Inadmisible o Inaceptable

3.2.12. Aplicación del Árbol de Decisiones

Figura 80. Diagrama o Árbol de Decisiones



Fuente: [16]

- ✓ En este diagrama o árbol de decisión las preguntas respectivas relacionado con las consecuencias de fallo oculto (H), para la seguridad o medio ambiente (S), consecuencias operacionales (O) y Consecuencias no Operacionales (N), pertenece al modo de fallo ocurrido en los activos de la empresa Agroindustrias AIB S.A. que se encuentra en la hoja de información. Al responder las preguntas planteadas de este diagrama en el orden correspondiente se sabrá el tipo de consecuencia al que pertenece la falla existente.
- ✓ Tarea a Condición (H1, S1, O1 y N1): Es el mantenimiento programado (Predictivo), este consiste en la búsqueda de métodos que pueda evidenciar o identificar una falla antes que se origine.
- ✓ Tarea de reacondicionamiento Cíclico (H2, S2, O2 y N2): Mantenimiento Preventivo, se refiere a aquellas tareas retrabajadas y realizadas en intervalos fijos independientemente del estado en el que se encuentre la máquina.
- ✓ Tarea de sustitución Cíclica (H3, S3, O3 y N3): Mantenimiento Preventivo, se refiere a aquella tarea preventiva que garantice el buen estado de un elemento o también puede ser validada si existe un patrón de desgaste que pueda afectar la vida útil de la máquina.

3.2.13. Creación de la hoja de Información

Para poder realizar este cuadro, es necesario utilizar los resultados ya obtenidos del AMEF (Análisis de Modo y Efecto de Fallas), donde se encuentra detallada la información necesaria para poder realizar nuestra hoja de información. En el siguiente cuadro se realizará detalladamente la hoja de información de los activos de la empresa:

Tabla 69. Formato de hoja de Información

HOJA DE INFORMACIÓN	Nombre de Equipo:				Código:	
	Empresa:				N° cuadro:	
PIEZA	FUNCIÓN QUE DESEMPEÑA (F)		MODO DE FALLO FUNCIONAL (FF)		CAUSAS POTENCIALES DE FALLO (FM)	
	1		A		1	
	2		A		1	
			B		1	
	3		A		1	
					2	
	4		A		1	
			B		1	
			C		1	

Fuente: Martín Da Costa Burga [17]

✓ Leyenda:

- (F) = Función que desempeña
- (FF) = Modo de Fallo Funcional
- (FM) = Causas Potenciales de Fallo

✓ De acuerdo al número de piezas afectadas por una falla que pertenece a un equipo, entonces en (F) FUNCION QUE DESEMPEÑA se define como 1, 2, 3 y según la cantidad de piezas, en (FF) MODO DE FALLO FUNCIONAL se define con letras A, B, C y según los diferentes tipo de modo de falla en cada pieza de la máquina y en (FM) CAUSAS POTENCIALES se define como 1, 2 y según las causas que originaron la falla. [17]

3.2.14. Creación de la Hoja de Decisión

En este cuadro se mostrarán las respuestas obtenidas de las preguntas del diagrama de decisión formuladas a la hoja de Información. El formato a utilizar es tal y como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 70. Formato de Hoja de Información

HOJA DE DECISIONES			Sistema:										Facilitador:			Fecha:		Hoja N° 1	
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1 H2 H3			Acción a falta de				Auditor			Fecha:		de:
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	O1	O2	O3	H4						

Fuente: Martín Da Costa Burga [17]

- ✓ Las tres primeras columnas (F, FF y FM) pertenecen al análisis de modo y efecto de falla que se ha identificado en los activos de la empresa. Revisar el apartado anterior.
- ✓ Las columnas catalogadas (H, S, E, O y N) pertenecen a las respuestas previamente desarrolladas del diagrama o árbol de decisión respecto a los modos de falla presentados. Se responde S (si la respuesta es positiva) o N (si la respuesta es negativa).
- ✓ Las siguientes columnas (H1, H2, H3, S1, S2, S3, O1, O2, O3, N1, N2 y N3) registra si es que se ha seleccionado alguna tarea proactiva y en ese caso indicará que tipo de tarea se realizará.

- ✓ En las 3 columnas (H4, H5 y S6) pertenecientes a la “acción a falta de”, si es necesario responder esas preguntas registrar con (S y N) según la respuesta obtenida.
- ✓ En la siguiente columna (Tarea propuesta) se coloca aquella actividad decidida hacia el activo para la prevención de la falla ya registrada.
- ✓ En la columna siguiente (Intervalo a, m, s, d) se registra en que tiempo esa actividad ya planificada será desarrollada.
- ✓ Y en la última columna (A realizarse por) se coloca a la persona encargada de ejecutar esa tarea propuesta, debidamente con la experiencia ya obtenida en la empresa.

3.2.15. Propuesta de Plan de Mantenimiento

Este es el plan de acción que prioriza la prevención de los activos después de haber identificado a cada uno las fallas existentes. Este plan tiene todas las actividades propuestas que se tiene que realizar en un tiempo determinado e incluye priorizar aquellos activos que se encuentren con la necesidad de ejecutar el mantenimiento para su correcta disponibilidad y así beneficie a la empresa en su calidad de producción. En este apartado se muestra la propuesta a ejecutar en la línea de Congelados de la empresa Agroindustrias AIB S.A. – MOTUPE.

Para la correcta ejecución de este plan de acción del mantenimiento se requiere, tener en cuenta las siguientes etapas: [23]

- ETAPA 01
 - Realizar el inventario de equipos de la empresa y así tener detallado la lista de activos en su totalidad
- ETAPA 02
 - Mostrar la hoja de vida de cada máquina y pueda informar el estado de cada una. Esto ayudará a tener establecido los niveles de criticidad de cada máquina:
 - Nivel de Criticidad 1 (Baja): Equipos que no deben fallar
 - Nivel de Criticidad 2 (Media): Equipos que no deberían fallar
 - Nivel de Criticidad 3 (Alta): El resto

- ETAPA 03
Realizar listas de verificación (Check list) del Mantenimiento Preventivo que se ejecuta en un intervalo de tiempo determinado para los activos de la empresa. Este trabajo a realizar contiene tareas estandarizadas diarias, semanales, mensuales y anuales.
- ETAPA 04
Desarrollar la Orden de Trabajo Preventivo (OTP). Es una instrucción por escrito que especifica claramente el trabajo a realizar, detalles sobre operaciones, el personal necesario, el material adecuado y las herramientas para ejecutar esa orden.
- ETAPA 05
Mantener una historia de los equipos donde pueda registrar la frecuencia de ejecución del Mantenimiento, esto es clave para poder determinar intervalos de tiempo a las próximas tareas a ejecutar.
- ETAPA 06
Realizar el programa de Mantenimiento Preventivo para cada máquina en operación. Estos trabajos pueden ser diarios, semanales, mensuales y anuales.
- ETAPA 07
Establecer la Organización de cada equipo. El progreso del Mantenimiento realizado a los activos de la empresa tiene mucho que ver con su buena Organización establecida.
Mediante la hoja de condición-acción se podrá llevar una mejor organización dentro de la empresa Agroindustrias AIB, porque calificará con escalas las condiciones y posibles acciones para los activos.

Tabla 71. Hoja de Condición – Acción

Escala de Calificación	Condición	Posibles Acciones
1 MALO	<ul style="list-style-type: none"> * Bajo toda norma. * Muy difícil de operar. * No. confiable. * Muy bajo OEE. * No se ajusta a las tolerancias. * No se hace mejoramiento. * Inseguro para operar. * Muy alta tasa de desechos. * No hay MP. 	<ul style="list-style-type: none"> Requiere atención inmediata. * Desechos. * Reconstruir. * Comenzar con MP. * Mejorar función y seguridad. * No se hace mejoramiento. * Limpieza. * Repintar. * Esconder.
2 REGULAR	<ul style="list-style-type: none"> * Casi aceptable. * Bajo las normas. * No es fácil de operar. * Capacidad limitada. * Sucio. * Bajo OEE. * Alta tasa de desechos. * Muy poco MP. 	<ul style="list-style-type: none"> Requiere acción temprana. * Reconstruir. * Mejorar función y seguridad. * Mejorar MP. * Limpiar. * Mejorar inspección.
3 PROMEDIO	<ul style="list-style-type: none"> * Cumple con los requerimientos. * Relativamente confiable. - - * Se realiza MP. * No esta en buenas condiciones * Capacidad algo limitada. * Apariencia decente. * OEE promedio. * Desechos promedio. 	<ul style="list-style-type: none"> Requiere acción. * Mejorar funciones necesarias. * Mejorar inspecciones. * Mejorar MP. * Limpiar. * No dejar que se deteriore.
4 BUENO	<ul style="list-style-type: none"> * Equipo confiable. * Buena apariencia. * Muy poco desecho. * todos los MP se han realizado. * Se ha realizado algo de Mejoramiento. * Buen OEE. * Cumple con todas las normas. 	<ul style="list-style-type: none"> Posibles acciones * Ajustar los MP. * Seguir inspeccionando los equipos * Seguir limpiando / lubricando. * Mejorar donde sea posible. * No dejar que se deteriore.
5 EXCELENTE	<ul style="list-style-type: none"> * Condición perfecta. * Se ve nuevo. * No hay desechos. * Se ha mejorado el equipo. * No hay desperfectos. * Se ha realizado MP. * Excelente OEE (>85%) 	<ul style="list-style-type: none"> Utilice como ejemplo * Muestre a los clientes. * No dejar que se deteriore. * Mantener urt registro de MP perfecto. * Mantenerlo perfectamente limpio.

Fuente: Ing. Luis Alberto Ramos Martínez. [24]

- ETAPA 08

Desarrollo de un sistema de informes de Mantenimiento realizado dando a conocer la situación actual de la línea de Producción establecida.

Estos informas son dirigidos hacia tres pilares importantes dentro de la empresa:

- Al gerente de la empresa: productividad, costos de mantenimiento, costos por hora estándar.
- Al gerente de mantenimiento: rendimiento, productividad, trabajo pendiente, costo por hora estándar.
- Al usuario de mantenimiento: trabajo de emergencia, trabajo de alta prioridad, costo por hora estándar, horas extraordinarias.

- ETAPA 09

Ejecución del Organigrama de Mantenimiento. Esto es importante ya que presenta de manera gráfica la estructura de la empresa. Este esquema indica relaciones jerárquicas y competencias para el progreso de esta área. Por otro lado, este organigrama tiene la finalidad de poder visualizar como se encuentra el departamento del Mantenimiento y que Áreas se está empleando de manera correcta.

3.2.16. Evaluación Económica de la Implementación del RCM

Para poder identificar si la propuesta realizada es viable y favorece a la evolución y progreso de la empresa es necesario aplicar el VAN y TIR.

3.2.16.1. Valor Actual Neto (VAN)

El Valor Actual Neto (VAN) es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión. También se conoce como Valor neto actual (VAN), valor actualizado neto o valor presente neto (VPN). Se calcula con la siguiente formula:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

Donde:

- ✓ F_t = Flujo de Dinero en cada Periodo
- ✓ I_0 = Inversión realizada en el momento inicial (t=0)
- ✓ n = Número de Periodos de Tiempo
- ✓ k = Tipo de descuento a la inversion

3.2.16.2. Tasa Interna de Rentabilidad (TIR)

Es el tipo de interés que hace su valor neto igual a cero. La Inversión se considera favorable cuando k sea mayor que el tipo de descuento a la Inversión realizada. Si el resultado es menor quiere decir que le proyecto no es viable.

$$0 = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

Donde:

- ✓ F_n = Flujo de Caja del momento
- ✓ I_0 = Inversión realizada en el momento inicial (t=0)
- ✓ n = Número de años que dura la inversión
- ✓ k = TIR

IV. DESARROLLO Y RESULTADOS

4.1. Resultados del OEE (Efectividad Global de los Equipos)

Figura 81. Distribución del Tiempo en Planta

TIEMPO DISPONIBLE		
TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO		TIEMPO DE PARADA PLANIFICADA
TIEMPO DEL PERIODO DE OPERACIÓN		TIEMPO DE PREPARACIÓN DE EQUIPO
TIEMPO DE OPERACIÓN NETA	TIEMPO DE PARADA NO PLANIFICADA POR EQUIPOS	
TIEMPO DE OPERACIÓN UTILIZABLE	TIEMPO PERDIDO POR OPERACIÓN	
TIEMPO PRODUCTIVO NETO	TIEMPO PERDIDO POR DEFECTOS	

Fuente: [19]

4.1.1. Tiempo Disponible

Es el tiempo total que se tiene para laborar y utilizar los Activos de una Empresa, expresado en horas. Para empezar el OEE, se calcula tomando en cuenta los días de la semana que son 7 como base. El OEE mensual se toma en cuenta los días mensuales, pueden variar entre 28, 30 y 31 días. Entonces a partir de esto se toma en consideración el tiempo operacional anual que son 365 días como base.

$$TD = 365 \text{ Días} \times 24 \frac{\text{horas}}{\text{días}} = 8760 \text{ horas}$$

4.1.2. Tiempo de Parada Planificada

Son las horas donde la línea de producción se detiene de acuerdo con su plan de operación, por las siguientes razones:

- Domingos
- Feriados
- Tiempos para comida
- Cambios de Turno
- Mantenimiento Programado Preventivo
- Mantenimiento Programado Predictivo

En el caso de la empresa Agroindustrial AIB – MOTUPE, su horario de trabajo anual son las 24 horas del día, consta de 2 turnos rotativamente de 12 horas como tiempo de trabajo para los operarios, mecánicos y electricistas.

En el caso de feriados, los trabajos son con normalidad ya que hay relevos para estos días. En excepción: el 24 de diciembre las labores son hasta las 8 p.m. y el 25 de diciembre si se toma como feriado respetando La Navidad, el 1 de enero de cada de Año tampoco no hay producción.

Los Domingos la empresa trabaja hasta las 7 p.m., solo labora un turno hasta el día posterior.

Ahora en el caso de paradas por Mantenimiento Preventivo debidamente planificado según el cronograma de trabajos, la Empresa para 50 horas cada 15 días para realizar los trabajos preliminares a sus Activos. Entonces sería 90 horas aproximadamente por Mes, pero al Año es 1200 horas. Sumándose los 5 días restantes para completar los 365 días, con un valor de 10 horas. Por lo tanto, el tiempo de parada por realizar los trabajos de Mantenimiento Preventivo para cada Activo son de 1210 horas.

$$TPP = 1893 \text{ horas}$$

4.1.3. Tiempo de Funcionamiento

El tiempo de funcionamiento de los activos de una organización se calcula mediante la resta de horas del tiempo Disponible y los tiempos de Parada Planificada según las políticas de la Empresa.

$$TF = 8760 \text{ horas} - 1893 \text{ horas} = 6867 \text{ horas}$$

4.1.4. Tiempo de Preparación del Equipo

Estos tiempos generalmente se originan para la correcta iniciación de las máquinas de una empresa. Estas horas pérdidas se deben al tiempo de algunos ajustes antes de poner en marcha.

- Limpieza del equipo
- Dar arranque antes de iniciar las funciones

Las horas pérdidas por los trabajos de preparación del Equipo y dar arranque a los activos, es de 2 horas al día. Entonces estas horas se multiplican con los 653 días que tiene un año.

$$TPE = 730 \text{ horas}$$

4.1.5. Tiempos del Periodo de Operación

Estas horas perdidas se obtienen mediante la resta del tiempo de funcionamiento de cada máquina y el tiempo de Preparación del equipo debidamente planificada.

$$TPO = 6867 \text{ horas} - 730 \text{ horas} = 6137 \text{ horas}$$

4.1.6. Tiempo de Parada no Planificada por Equipos

Estos tiempos son los menos esperados para los activos de una empresa, las horas perdidas se debe a los desperfectos o anomalías que se origina producto de una parada de una falla.

- Fallas Mecánicas y Eléctricas
- Fallas Tecnológicas
- Fallas del Servicio requerido

Según la data de falla mostrada en el apartado 4.8 obtenida de la Empresa Agroindustrial y sacando los cálculos del tiempo perdido por presencia de fallas en los Activos tenemos un total de:

$$TPNP = 410.597 = 411 \text{ horas/año}$$

- ✓ Cabe resaltar que existen máquinas repetidas que se muestran en el apartado 3.2.1.2. de la Empresa Agroindustrias AIB S.A. Estas cumplen con la misma función y puede servir de respaldo para que no afecte a la producción, si es que se presenta una falla en su funcionamiento. No obstante, existen máquinas unitarias que desafortunadamente cuando se presenta una falla obliga a parar producción ya que es una máquina que influye netamente en el procesamiento.

4.1.7. Tiempo de Operación Neta

Estos tiempos se obtienen mediante la resta del Tiempo de Periodo de Operación y los tiempos de Paradas no Planificadas.

$$TON = 6137 \text{ horas} - 411 \text{ horas} = 5726 \text{ horas}$$

4.1.8. Tiempo Perdido por Operación

Este tiempo se origina por fallas de cálculo en la administración o control de Producción, por lo que se ve obligada a parar.

- Reducción de Velocidades
- Fallas al momento de administrar los suministros de materia prima
- Errores de cálculo del operador
- Malas operaciones por desconocimiento del activo

$$TPO = 95 \text{ horas}$$

- ✓ Estas horas perdidas por Operación quedan registradas porque son horas que pueden ser evitadas, mayormente son por malas operaciones del operario, que incluso en ocasiones ha originado lesiones graves por falta de experiencia y errores de cálculo en los activos de la Empresa.

4.1.9. Tiempo de Operación Utilizable

Este tiempo perdido se obtiene mediante la resta del Tiempo de Operación Neta y entre el Tiempo Perdido por Operación

$$TOU = 5726 \text{ horas} - 95 \text{ horas} = 5631 \text{ horas}$$

4.1.10. Tiempo Perdido por Defectos

Estos tiempos se origina mediante las siguientes razones:

- Rechazos extremos
- Anomalías del rendimiento de una máquina
- Presencia de Fatiga de los Activos

$$TPD = 130 \text{ horas/año}$$

4.1.11. Tiempo Productivo Neto

Este tiempo se obtiene restando el Tiempo de Operación Utilizable y el Tiempo Perdido por Defectos.

$$\text{Tiempo Productivo Neto} = 5631 \text{ horas} - 130 \frac{\text{horas}}{\text{año}} = 5501 \text{ horas}$$

❖ Entonces Aplicamos la Formula para hallar el OEE:

$$\text{OEE} = \frac{\text{Tiempo Productivo Neto}}{\text{Tiempo de Funcionamiento}}$$

$$\text{OEE} = \frac{5501}{6867} = 0,8010 = 80\%$$

✓ Según la Tabla 32. y con el valor obtenido de la Efectividad Global de los Equipos con un resultado de 80% nos indica que la empresa se encuentra en un nivel Bueno, con una situación aceptable. Pero también se generan ligeras pérdidas, no obstante, se tiene la oportunidad de Mejora. En el ámbito competitivo sus rangos acceden a variar entre baja o media, esto es cambiante en un intervalo de tiempo.

4.2. Resultados de la Disponibilidad Total de los Equipos

Después de haber obtenido los resultados de la distribución de tiempo en planta. Ya se conoce la cantidad de tiempo perdido en cada uno de sus índices resueltos en el apartado anterior. Se procede a determinar la disponibilidad de los Activos:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{tiempo calendario} - \text{tiempo paradas}}{\text{tiempo calendario}} \times 100$$

✓ Con los tiempos de parada ya obtenidos realizamos el cálculo para determinar la disponibilidad. Se calcula de manera mensual, dentro de un intervalo de tiempo. Después de tener los valores mensuales, realizamos el valor promedio de los resultados de Enero a Diciembre y así obtendremos la disponibilidad total de los Activos de la Empresa Agroindustrial AIB. En la Tabla 72, se muestra todos los resultados obtenidos:

Tabla 72. Elaboración de Disponibilidad de los Activos

Mes	Preparación del Equipo (horas)	Paradas No Autorizadas				TD = TT		TPA	TPNP	TPOP	TPD	Disponibilidad
		Mecánicas		Eléctricas								
		Horas	Cantidad	Horas	Cantidad	(horas)	(horas)	(horas)	(horas)	(%)		
Enero	93	19.50	13	24	1	31	744	62	43.5	8	12	76,47
Febrero	84	15.50	7	0	0	28	672	56	15.5	9	10	78,78
Marzo	93	23.50	14	0	0	31	744	62	23.5	7	13	79,72
Abril	90	17	8	24	1	30	720	60	41	9	12	75,47
Mayo	93	13	8	0	0	31	744	62	13	7	9	81,55
Junio	90	19.50	11	0	0	30	720	60	19.5	8	11	79,68
Julio	93	12.33	6	0	0	31	744	62	12.33	9	12	81,14
Agosto	93	15.67	7	0	0	31	744	62	15.67	8	13	80,97
Septiembre	90	30	12	24	1	30	720	60	54	7	10	73,41
Octubre	93	35	9	0	0	31	744	62	35	8	9	77,96
Noviembre	90	24	6	0	0	30	720	60	24	7	10	78,99
Diciembre	93	16.5	7	97	2	31	744	62	113.50	8	9	60,64
TOTAL	1095	241.49	108	169	5	365	8760	730	410.49	95	130	77,07
Total de horas		410.49		Preventivo por mes		101	24 de diciembre (horas)	12	Año Nuevo		24	
# de fallas		113		Domingos (horas)		12	Navidad (horas)	24	Mes con 4 y 5 Domingos		48 - 60	

Fuente: Elaboración Propia

- ✓ Al calcular el valor promedio a nivel mensual se obtiene la Disponibilidad Total con un Puntaje de 77,07 %. Este resultado obtenido nos muestra que las máquinas se encuentran en un nivel bueno, pero que puede sufrir imprevistos en cualquier momento si no se mejora esta ponderación.

4.3. Resultados de la Auditoria de Mantenimiento

4.3.1. Resultados del Cuadernillo de Cuestionario de la Auditoria

Tabla 73. Personal de la Empresa entrevistada

LEYENDA	NOMBRE DE LA PERSONA	PUESTO EN EMPRESA
1	Ing. Manuel Torres	Jefe de área de Mantenimiento
2	Ing. Milton Yamunaque	Jefe de área de Congelados
3	Tulio Abraham Del Castillo Martinez	Mecánico
4	Oscar Enríquez Becerra	Operario
5	Carlos Riojas Rodríguez	Electricista
6	José Severino Torres	Operario
7	Jhan Carlo Días Severino	Electricista
8	Víctor Enrique Cajo Céspedes	Operario
9	Herlys Obando Torres	Mecánico
10	Robert Velásquez Navarrete	Mecánico
11	Carlos Alberto Carlos Jerí	Electricista

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 74. Resultado de la Auditoria de Mantenimiento en la Empresa Agroindustrias AIB S.A.

Cuestionario de Auditoria de Gestión del Mantenimiento												
Empresa: Agroindustrias AIB - MOTUPE S.A.												
1	Organización del departamento de Mantenimiento	Puntaje										
N.º	Componentes / N.º de entrevistados	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.01	Claridad de la ubicación del Departamento de Mantenimiento dentro de la organización de su empresa.	8	8	8	8	6	7	7	6	6	7	8
1.02	¿Cómo calificaría la organización del departamento de mantenimiento en la empresa?	8	8	6	6	5	7	5	4	5	5	7
1.03	¿Cómo calificaría las vías de comunicación entre el dpto. de mantenimiento con los otros departamentos?	7	7	5	7	4	5	4	5	4	4	6
1.04	El departamento de mantenimiento tiene definidas claramente sus funciones.	5	8	6	6	5	7	6	5	5	6	6
1.05	¿Hay un plan de formación para el personal de mantenimiento?	6	7	5	6	4	5	4	6	4	6	6
1.06	¿Este plan de formación hace que los conocimientos en el mantenimiento de la empresa mejoren?	7	6	5	5	3	4	4	4	4	5	5
1.07	¿El organigrama de mantenimiento garantiza la presencia de personal de mantenimiento preparado cuando se necesite, de la forma más rápida posible?	8	6	7	7	6	8	5	6	6	6	6
1.08	¿El número de horas extraordinarias que se genera en el área de mantenimiento es habitualmente superior al máximo legal autorizado?	4	6	7	5	7	7	6	6	6	6	6
1.09	¿Se realiza una formación inicial efectiva cuando se incorpora un nuevo trabajador al área de mantenimiento?	7	4	4	8	5	5	2	4	3	3	3
1.10	¿El organigrama garantiza que habrá personal disponible para realizar mantenimiento el mantenimiento programado, incluso en el caso de un aumento del mantenimiento correctivo?	8	4	5	7	4	6	4	4	4	4	4
2	Planeamiento del Mantenimiento	Puntaje										
N.º	Componentes / N.º de entrevistados	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2.01	¿El plan de mantenimiento hace que los conocimientos en otras áreas de la central (operaciones, seguridad, medioambiente, administración, etc.) mejoren?	7	8	6	8	5	5	5	5	5	5	5
2.02	¿Coincide lo que se cree que se tiene (según los inventarios y el sistema informático) con lo que se tiene realmente?	6	8	7	8	6	6	6	6	5	6	6
2.03	¿Se emite un informe periódico que analiza la evolución del departamento de mantenimiento?	7	6	6	7	6	6	6	5	6	5	6
2.04	¿Todos los trabajos que se realizan se reflejan en una orden de trabajo?	5	5	6	7	5	7	5	5	6	5	5

2.05	¿La proporción entre horas/hombre dedicadas a mantenimiento programado y mantenimiento correctivo no programado es la adecuada?	8	5	5	8	4	6	4	4	4	4	4
2.06	¿Mantenimiento dispone de los medios de comunicación interna que se necesitan?	7	6	5	6	6	6	4	4	4	4	4
2.07	¿Mantenimiento dispone de los medios de comunicación con el exterior que se necesitan?	7	8	5	7	6	6	4	4	5	4	4
2.08	¿Cómo calificaría la Coordinación de fechas para realizar mantenimiento con Producción?	7	8	7	7	7	5	5	6	5	4	5
2.09	¿Cómo calificaría el Planeamiento del mantenimiento preventivo en el departamento de mantenimiento?	7	8	7	6	6	3	5	5	6	5	6
2.10	¿Cómo calificaría el Reporte de cumplimiento de mantenimiento planeado por el dpto. de mantenimiento?	7	8	7	6	6	6	6	5	6	5	6
3	Personal del área de Mantenimiento de la empresa	Puntaje										
N.º	Componentes / N.º de entrevistados	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3.01	¿Hay personal que pueda considerarse 'imprescindible' cuya ausencia afecta a la actividad?	5	6	4	4	5	5	3	3	3	5	3
3.02	¿La cualificación previa que se exige al personal del área de mantenimiento es la adecuada?	7	6	5	6	4	5	3	4	4	4	4
3.03	¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar tareas eléctricas o de instrumentación sencillas?	6	6	3	7	2	3	3	3	2	3	2
3.04	¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar tareas eléctricas o de instrumentación especializadas?	6	8	3	7	2	4	4	3	2	3	2
3.05	¿El personal de mantenimiento eléctrico puede realizar tareas mecánicas sencillas?	6	2	4	5	3	5	4	3	3	3	4
3.06	¿El personal de mantenimiento eléctrico puede realizar tareas mecánicas especializadas?	3	3	4	2	4	5	3	4	3	3	5
3.07	¿El personal de mantenimiento está capacitado para trabajar en otras áreas (operaciones, seguridad, control químico, etc.)?	6	4	5	5	4	6	4	4	4	5	5
3.08	¿Los tiempos de intervención se ajustan a la duración teórica estimable en que podrían realizarse los trabajos?	7	8	6	6	5	5	5	4	5	2	4
3.09	¿El personal del Mantenimiento recibe capacitación técnica externa permanentemente?	4	3	1	3	1	3	2	1	3	2	3
3.10	¿El personal de mantenimiento está comprometido con los objetivos de la empresa?	8	8	7	6	5	6	6	6	6	5	5
4	Análisis de los medios técnicos empleados por Mantenimiento	Puntaje										
N.º	Componentes / N.º de entrevistados	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4.01	¿Las herramientas mecánicas se corresponden con lo que se necesita?	7	7	7	6	6	6	6	8	6	6	6
4.02	¿Las herramientas eléctricas se corresponden con lo que se necesita?	7	7	7	7	6	7	6	7	6	6	7

4.03	¿Las herramientas para el mantenimiento de la instrumentación se corresponden con lo que se necesita?	7	6	6	6	5	7	6	5	5	5	7
4.04	¿Las herramientas para el mantenimiento predictivo se corresponden con lo que se necesita?	3	7	6	2	6	6	5	5	5	5	6
4.05	¿Las herramientas de taller se corresponden con lo que se necesita?	6	6	6	5	5	6	6	5	5	5	6
4.06	¿Los equipos de medida están calibrados?	6	7	7	6	7	4	6	7	7	5	7
4.07	¿Existe un inventario de herramientas?	7	8	7	6	6	6	4	7	7	6	6
4.08	¿Se comprueba periódicamente el inventario de herramientas?	7	8	5	8	4	5	6	4	4	6	4
4.09	¿El taller está situado en el lugar apropiado?	8	7	6	8	5	5	6	6	4	5	5
4.10	¿Está limpio y ordenado su interior?	8	8	7	7	6	6	6	5	5	5	5
5	Plan de Mantenimiento Preventivo	Puntaje										
N.º	Componentes / N.º de entrevistados	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5.01	¿Hay una programación de las tareas que incluye el plan de mantenimiento (está claro quién y cuándo se realiza cada tarea)?	6	6	7	7	5	6	6	5	6	5	6
5.02	¿La programación de las tareas de mantenimiento se cumple?	6	6	7	7	5	6	6	6	5	5	6
5.03	¿El Plan de mantenimiento respeta las instrucciones de los fabricantes?	7	7	6	6	6	7	5	5	4	5	5
5.04	¿Se han analizado los fallos críticos de la planta?	7	7	7	6	6	7	6	6	5	6	4
5.05	¿El Plan está orientado a evitar esos fallos críticos de la planta y/o a reducir sus consecuencias?	7	7	6	7	5	5	6	5	4	6	5
5.06	¿El plan de mantenimiento preventivo se realiza correctamente?	7	7	6	8	6	6	4	6	4	5	5
5.07	¿Todas las tareas habituales de mantenimiento están recogidas en procedimientos?	7	6	5	8	4	6	5	4	5	4	5
5.08	¿Los procedimientos son claros y perfectamente entendibles?	7	6	6	7	7	7	5	5	5	4	4
5.09	¿Los procedimientos contienen toda la información que se necesita para realizar cada tarea?	6	6	7	6	7	6	5	6	6	5	4
5.10	¿Cuándo el personal de mantenimiento realiza una tarea utiliza el procedimiento aprobado?	6	6	6	6	5	5	6	4	6	5	5
6	La organización del Mantenimiento Correctivo	Puntaje										
N.º	Componentes / N.º de entrevistados	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6.01	¿El número de averías repetitivas es bajo?	8	8	5	7	4	4	4	4	4	5	4
6.02	¿El tiempo medio de resolución de una avería es bajo?	6	6	5	7	4	4	4	4	4	5	4
6.03	¿Hay un sistema claro de asignación de prioridades?	6	6	6	6	5	6	5	5	5	5	5
6.04	¿Este sistema se utiliza correctamente?	6	8	6	8	5	7	5	5	5	4	5
6.05	¿El número de averías con el máximo nivel de prioridad (o averías urgentes) es bajo?	7	8	5	8	6	6	4	5	5	4	6

6.06	¿El número de averías pendientes de reparación es bajo?	6	8	5	7	5	6	6	5	4	5	6
6.07	¿La razón por la que las averías pendientes están pendientes está justificada?	7	7	6	6	5	5	6	6	6	5	6
6.08	¿Se realiza un análisis de los fallos que afectan a los resultados de la planta?	7	7	5	8	6	5	6	4	6	6	5
6.09	¿Las conclusiones de estos análisis se llevan a la práctica?	7	7	6	7	5	6	6	5	5	6	5
6.10	¿Los procedimientos de mantenimiento se actualizan periódicamente?	6	6	5	6	4	5	6	4	5	5	4
7	Análisis del sistema de Información	Puntaje										
N.º	Componentes / N.º de entrevistados	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7.01	¿El formato de esta orden de trabajo es adecuado?	6	7	6	6	5	5	3	5	5	5	5
7.02	¿Los operarios cumplen correctamente estas órdenes?	6	7	6	7	4	5	7	5	6	5	5
7.03	¿Las órdenes de trabajo se introducen en el sistema informático?	7	8	5	7	4	6	6	3	6	5	4
7.04	¿El sistema informático de mantenimiento resulta adecuado?	6	6	4	7	2	4	3	3	4	4	4
7.05	¿El sistema informático supone una carga burocrática importante?	6	6	4	7	2	5	3	1	3	4	3
7.06	¿El sistema informático aporta información útil?	7	8	4	6	2	3	3	1	3	2	3
7.07	¿El sistema informático aporta información fiable?	7	8	3	8	1	6	2	5	3	2	3
7.08	¿Los mandos de mantenimiento consultan habitualmente la información contenida en el sistema?	8	7	3	8	1	5	1	2	2	2	2
7.09	¿Los operarios de mantenimiento consultan habitualmente la información contenida en el sistema?	8	7	1	6	1	4	1	1	3	3	2
7.10	¿El informe aporta información útil para la toma de decisiones?	7	8	3	6	2	5	1	2	2	2	3
8	Análisis de stock de repuestos	Puntaje										
N.º	Componentes / N.º de entrevistados	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
8.01	¿Se ha elaborado una lista de repuesto mínimo que debe permanecer en stock?	8	8	6	6	5	6	5	4	5	5	5
8.02	¿Los criterios empleados para elaborar esa lista son válidos?	7	8	6	8	4	6	5	4	6	5	5
8.03	¿Se comprueba periódicamente que se dispone de ese stock?	7	7	5	8	4	3	5	4	5	5	4
8.04	¿La lista de stock mínimo se actualiza y mejora periódicamente?	7	7	5	7	3	4	5	5	5	4	4
8.05	¿Se realizan periódicamente inventarios de repuesto?	7	7	5	7	5	4	4	5	5	4	6
8.06	¿Los movimientos del almacén se registran en el sistema informático?	8	8	7	8	5	3	4	4	6	4	6
8.07	¿El almacén está limpio y ordenado?	8	8	7	8	5	6	6	6	5	5	7
8.08	¿El almacén está situado en el lugar adecuado?	8	7	6	8	4	7	6	6	5	6	7
8.09	¿Es fácil localizar cualquier pieza?	7	7	7	8	6	4	7	5	6	6	6
8.10	¿Las condiciones de almacenamiento son correctas?	7	7	6	7	6	5	6	6	7	5	5

9	Análisis de los resultados de Mantenimiento	Puntaje										
N.º	Componentes / N.º de entrevistados	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
9.01	¿La disponibilidad media de los equipos significativos es la adecuada?	7	6	6	6	5	6	4	5	5	5	5
9.02	¿La evolución de la disponibilidad es positiva (está aumentado la disponibilidad)?	7	6	5	7	4	6	4	4	4	5	4
9.03	¿El tiempo medio entre fallos en equipos significativos es el adecuado?	6	5	5	5	4	5	4	3	4	5	4
9.04	¿La evolución del tiempo medio entre fallos en equipos significativos es positiva?	5	4	5	4	3	5	5	4	5	3	4
9.05	¿El número de O.T. de emergencia es bajo?	8	8	4	6	4	6	5	4	5	3	4
9.06	¿El número de O.T. de emergencia está descendiendo?	7	8	5	6	4	4	4	4	3	4	3
9.07	¿El tiempo medio de reparación en equipos significativos es bajo?	7	8	5	7	5	4	3	3	4	3	4
9.08	¿El tiempo medio de reparación en equipos significativos está descendiendo?	7	7	5	7	6	5	3	4	4	4	5
9.09	¿El número de averías repetitivas es bajo?	7	7	6	7	5	4	4	4	5	4	5
9.10	¿El número de horas/hombre invertidas en mantenimiento es el adecuado?	6	7	4	7	3	4	5	5	5	5	3
9.11	¿El número de horas/hombre invertidas en mantenimiento está descendiendo?	7	5	4	6	3	7	5	4	5	5	3
9.12	¿El gasto en repuestos es el adecuado?	7	6	6	6	5	6	3	5	3	5	4
9.13	¿El gasto en repuestos está descendiendo?	7	8	6	7	4	5	3	5	5	5	5
9.14	¿El número de averías repetitivas está descendiendo?	6	7	6	6	5	6	4	4	4	6	5
10	Clima y Cultura laboral en la empresa del área de Mantenimiento	Puntaje										
N.º	Componentes / N.º de entrevistados	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10.01	¿Se respeta el horario de entrada y salida?	8	8	2	5	2	3	4	3	3	3	2
10.02	¿Se respeta la duración de los descansos?	8	8	3	4	2	3	5	3	4	3	3
10.03	¿El personal de mantenimiento se siente reconocido en su trabajo?	6	8	3	3	2	4	2	3	2	1	3
10.04	¿El personal de mantenimiento se siente satisfecho con su horario?	6	8	4	2	3	2	3	4	4	2	1
10.05	¿El personal de mantenimiento se considera bien retribuido?	6	7	4	2	3	4	1	2	1	3	2
10.06	¿El personal de mantenimiento tiene un buen concepto de sus mandos?	7	8	4	3	3	4	3	1	3	5	4
10.07	¿El nivel de absentismo entre el personal de mantenimiento es bajo?	8	8	4	3	3	4	3	2	3	5	4
10.08	¿El nivel de rotación entre el personal de mantenimiento es bajo?	8	8	4	4	3	3	2	4	3	4	4
10.09	¿El personal de mantenimiento considera que el ambiente de mantenimiento es agradable?	8	8	5	4	4	5	6	4	4	4	4
10.10	¿El personal de mantenimiento siente que la empresa se preocupa de sus necesidades?	7	7	5	4	4	3	3	5	4	4	4

Fuente: Elaboración Propia

4.3.2. Importancia de las Categorías de la Auditoría de Mantenimiento

La importancia o Peso es la puntuación que se le da a cada categoría según el ámbito o efectos que estas causan dentro del Departamento Del Área de Mantenimiento en la empresa Agroindustrias AIB S.A. – Motupe. Este peso ha sido asignado por la experiencia de los jefes de Área de Mantenimiento de la empresa:

- ✓ 1. **ING. MANUEL TORRES** (jefe de toda la planta del Área de Mantenimiento)
- ✓ 2. **ING. MILTÓN YAMUNAQUE** (jefe encargado de la línea de Producción Planta 2 – Nave Congelados)

Tabla 75. Resultado de la Importancia de las Categorías de la Empresa.

Auditoría de Mantenimiento				
Unidad de Operación:	Empresa Agroindustrias AIB - S.A	Lugar:		Motupe
Nº	Categorías	IMPORTANCIA		Peso
		1	2	
1	Organización del departamento de Mantenimiento	10	10	10
2	Planeamiento del mantenimiento	9	9	9
3	Personal del área de Mantenimiento de la empresa	9	10	10
4	Análisis de los medios técnicos empleados por Mantenimiento	8	9	9
5	Plan de Mantenimiento Preventivo	9	9	9
6	La organización del Mantenimiento Correctivo	9	8	9
7	Análisis del sistema de Información	7	8	8
8	Análisis de stock de repuestos	9	9	9
9	Análisis de los resultados de Mantenimiento	8	9	9
10	Clima y Cultura laboral en la empresa del área de Mantenimiento	10	10	10

Fuente: Elaboración Propia

✓ Después de obtener la puntuación otorgadas por los Ingenieros, procedemos a sacar el valor promedio de cada unidad.

4.3.3. Puntaje de las Categorías de la Auditoría de Mantenimiento

Después de haber realizado la encuesta a los trabajadores pertenecientes a la nave de Congelados de la empresa Agroindustrias AIB S.A. – MOTUPE, de cada categoría se obtiene una ponderación que los entrevistados han respondido. Se saca el valor promedio de cada categoría de las respuestas de los entrevistados. En el siguiente cuadro se visualiza el valor promedio obtenido:

Tabla 76. Resultado del Valor Promedio de cada categoría

Auditoría de Mantenimiento													
UNIDAD DE OPERACIÓN:	Empresa Agroindustrias AIB-S.A	Lugar:										Motupe	
Nº	Categorías	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Promedio
1	Organización del departamento de Mantenimiento	6,8	6,4	5,8	7	4,9	6,10	4,70	5,0	4,70	5,20	5,70	5,62
2	Planeamiento del mantenimiento	6,8	7	6,1	7	5,7	5,6	5	4,9	5,2	4,7	5,1	5,74
3	Personal del área de Mantenimiento de la empresa	5,8	5,4	4,2	5,1	3,5	4,7	3,7	3,5	4	3,5	3,7	4,20
4	Análisis de los medios técnicos empleados por Mantenimiento	6,6	7,1	6,4	6,1	5,6	5,8	5,7	5,9	5,4	5,4	5,9	6,00
5	Plan de Mantenimiento Preventivo	6,6	6,4	6,3	6,8	5,6	6,1	5,4	5,2	5,0	5,0	4,9	5,75
6	La organización del Mantenimiento Correctivo	6,6	7,1	5,4	7,0	4,9	5,4	5,2	4,7	4,9	5,0	5,0	5,56
7	Análisis del sistema de Información	6,8	7,2	3,9	6,8	2,4	4,8	3,0	2,8	3,7	3,4	3,4	4,38
8	Análisis de stock de repuestos	7,4	7,4	6,0	7,5	4,7	4,8	5,3	4,9	5,5	4,9	5,5	5,81
9	Análisis de los resultados de Mantenimiento	6,7	6,6	5,1	6,2	4,3	5,2	4,0	4,1	4,4	4,4	4,1	5,00
10	Clima laboral en la empresa del área de Mantenimiento	7,2	7,8	3,8	3,4	2,9	3,5	3,2	3,1	3,1	3,4	3,1	4,05

Fuente: Elaboración Propia

4.3.4. Resultados de la Auditoría de Mantenimiento

Después de determinar la Importancia y el valor promedio de las categorías de la Auditoría. Se procede a identificar el valor Ponderado de cada categoría dentro del Departamento de Mantenimiento de la Empresa Agroindustrias AIB S.A.

Tabla 77. Resultado de las Categorías Ponderadas de la Empresa

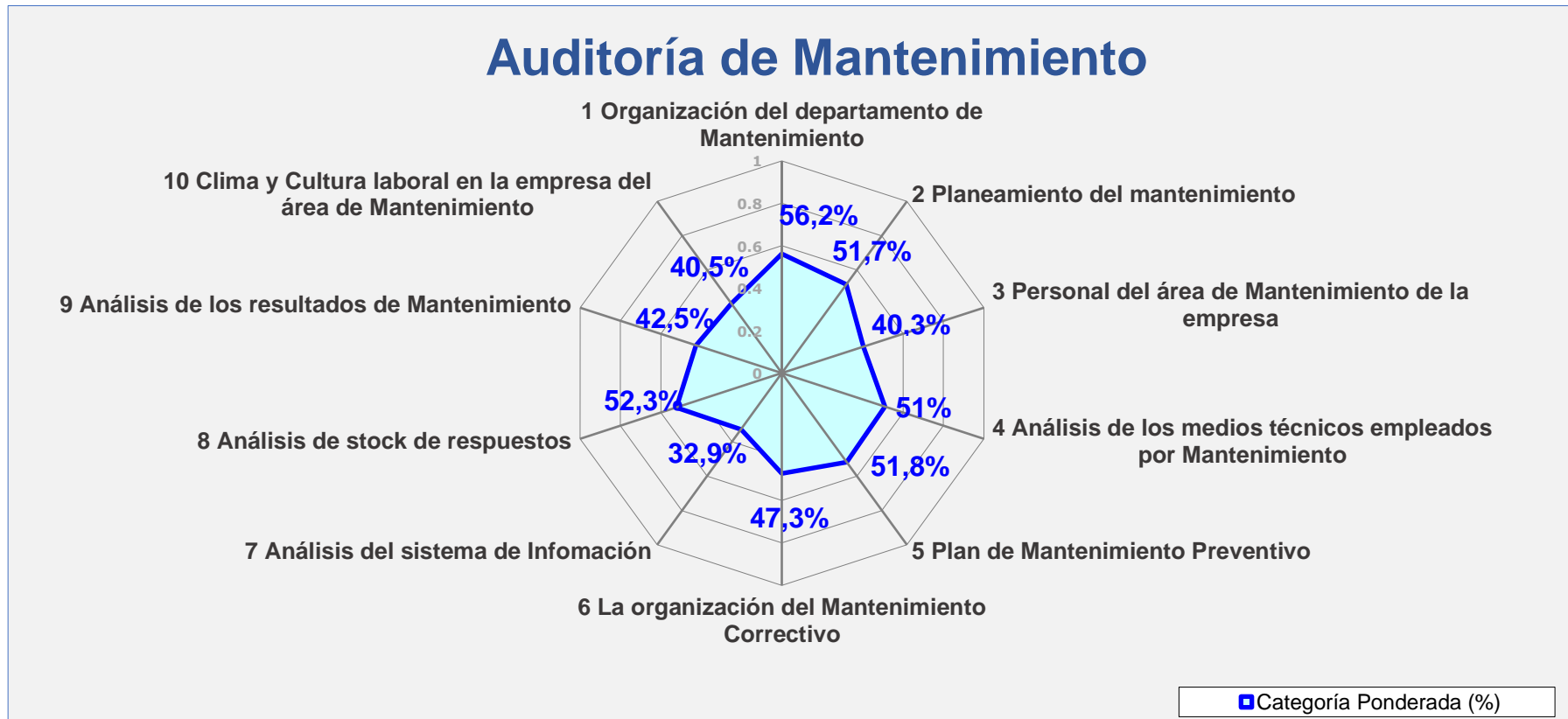
Auditoría de Mantenimiento				
Auditoría:	Situación actual de la empresa	Unidad de Operación:	Empresa Agroindustrias AIB-S.A MOTUPE	
Nº	Categorías	Peso	Puntaje (%)	Categoría Ponderada (%)
1	Organización del departamento de Mantenimiento	10.0	5.6	56%
2	Planeamiento del mantenimiento	9.0	5.7	52%
3	Personal del área de Mantenimiento de la empresa	9.5	4.2	40%
4	Análisis de los medios técnicos empleados por Mantenimiento	8.5	6.0	51%
5	Plan de Mantenimiento Preventivo	9.0	5.8	52%
6	La organización del Mantenimiento Correctivo	8.5	5.6	47%
7	Análisis del sistema de Información	7.5	4.4	33%
8	Análisis de stock de repuestos	9.0	5.8	52%
9	Análisis de los resultados de Mantenimiento	8.5	5.0	43%
10	Clima y Cultura laboral en la empresa del área de Mantenimiento	10.0	4.1	41%
Total Auditoría		90		52%

Fuente: Elaboración Propia

4.3.5. Radar de Auditoria

Mediante el radar identificamos el Área de la Empresa en donde está en niveles bajos. Esto ayuda a poder repotenciar esa área de Mantenimiento para el beneficio de la Organización y así tenga una mejor proyección a futuro. Claramente el Área más baja es: Análisis del Sistema de Información con un valor de 32,9 %.

Figura 82. Radar de la Auditoria de Mantenimiento de la Empresa Agroindustrias AIB



Fuente: Elaboración Propia.

4.4. Resultados de Análisis de Criticidad de los equipos de la Empresa

✓ Leyenda:

- FACTOR DE FRECUENCIA

FF: Factor de Frecuencia

- FACTORES DE CONSECUENCIA

IO: Impacto Operacional

FO: Factor de Flexibilidad Operacional

CM: Costos de adquisición de Máquinas y Mantenimiento

IMA: Impacto al Medio Ambiente

IS: Impacto de Seguridad

CO: Sumatoria de los factores de consecuencia

CT: Niveles de Criticidad (FF x CO)

Tabla 78. Resultado de Análisis de Criticidad en la empresa Agroindustrias AIB

CRITICIDAD DE EQUIPOS DE LA EMPRESA AGROINDUSTRIAS AIB S.A.										
EQUIPO	2018 - 2019		FF	IO	FO	CM	IMA	IS	CO	CT
Tanque de bombeo de amoniaco (1)	1	5	2	2	3	3	2	3	13	26
Tanque de bombeo de amoniaco (2)	2		3	1	2	3	3	2	11	33
Tanque de bombeo de amoniaco (3)	2		3	1	2	3	5	5	16	48
Tanque de líquido (1)	2	2	3	2	3	3	3	2	13	39
Tanque de gas caliente (1)	2	3	3	1	2	3	3	2	11	33
Tanque de gas caliente (2)	1		2	1	2	3	4	3	13	26
Tanque pulmón de aire (1)	3	3	3	1	2	1	3	4	11	33
Tanque acumulador (1)	4	4	4	1	2	3	4	2	12	48
Ablandador (1)	2	3	3	1	1	3	2	1	8	24
Ablandador (2)	1		2	1	2	3	1	1	8	16
Recuperador de Amoniaco (1)	2	2	3	1	2	2	5	4	14	42
Compresor Tornillo (1)	3	6	4	2	3	5	2	2	14	56
Compresor Tornillo (2)	1		2	1	2	5	3	4	15	30
Compresor Tornillo (3)	1		2	2	3	5	2	2	14	28
Compresor Tornillo (4)	1		2	2	3	5	1	1	12	24
Compresor de Aire (1)	1	3	2	1	2	4	1	1	9	18
Compresor de Aire (2)	2		3	1	2	4	2	1	10	30
Secador de Aire (1)	1	2	2	1	2	2	1	1	7	14
Secador de Aire (2)	1		2	1	1	2	2	2	8	16
Condensador Evaporativo (1)	3	5	3	2	2	5	2	3	14	42
Condensador Evaporativo (2)	2		3	1	2	5	1	1	10	30
Faja Transportadora de desechos (1)	3	3	3	1	1	3	3	1	9	27
Tornillo sin fin (1)	3	3	3	1	2	4	3	1	11	33
Tolva abastecedora (1)	2	2	3	1	1	4	3	1	10	30

Schecker JBT (1)	2	6	3	1	1	3	1	2	8	24
Schecker JBT (2)	1		2	2	2	3	2	1	10	20
Schecker JBT (3)	1		2	3	4	3	4	5	19	38
Schecker JBT (4)	2		3	1	1	3	1	2	8	24
Transportador Elevador (1)	1	4	2	1	1	2	1	1	6	12
Transportador Elevador (2)	1		2	1	1	2	1	2	7	14
Transportador Elevador (3)	1		2	1	1	2	1	1	6	12
Transportador Elevador (4)	1		2	1	1	2	1	1	6	12
Transportador de Selección (1)	1	3	2	1	1	2	1	1	6	12
Transportador de Selección (2)	1		2	1	2	2	2	1	8	16
Transportador de Selección (3)	1		2	1	1	2	1	2	7	14
Cortadora Urshell (1)	6	6	5	3	3	5	2	3	16	80
Volteador de bins (1)	2	2	3	3	4	3	2	3	15	45
Volteador de jabas (1)	2	3	3	1	2	3	1	1	8	24
Volteador de jabas (2)	1		2	1	1	3	1	2	8	16
Descanicador (1)	5	5	4	1	2	5	3	2	13	52
Cepilladora (1)	1	7	2	1	1	4	2	1	9	18
Cepilladora (2)	2		3	3	4	4	3	2	16	48
Cepilladora (3)	2		3	1	2	4	2	1	10	30
Cepilladora (4)	2		3	1	1	4	2	1	9	27
Clasificadora (1)	5	5	4	2	2	5	3	2	14	56
Inmensor (1)	1	3	2	1	1	4	1	1	8	16
Inmensor (2)	1		2	1	2	4	2	1	10	20
Inmensor (3)	1		2	1	2	4	2	1	10	20
Hiperbárica HPP (1)	9	9	5	3	3	5	3	3	17	85
Cámara de Maduración (1)	1	3	2	1	2	5	1	2	11	22
Cámara de Maduración (2)	1		2	3	4	5	4	5	21	42
Cámara de Maduración (3)	1		2	2	3	5	2	1	13	26
Túnel Estático (1)	2	2	3	1	2	5	1	2	11	33
Túnel IQF (1)	6	6	5	3	3	5	4	5	20	100
Cámara de producto terminado (1)	1	1	2	3	4	5	4	5	21	42
Detector de Metales (1)	1	2	2	1	2	4	1	1	9	18
Detector de Metales (2)	1		2	1	1	4	1	1	8	16

Fuente: Elaboración Propia

- ✓ Después de haber ejecutado el Análisis de Criticidad con datos obtenidos por medio de recolección de datos, se obtuvo los siguientes resultados:

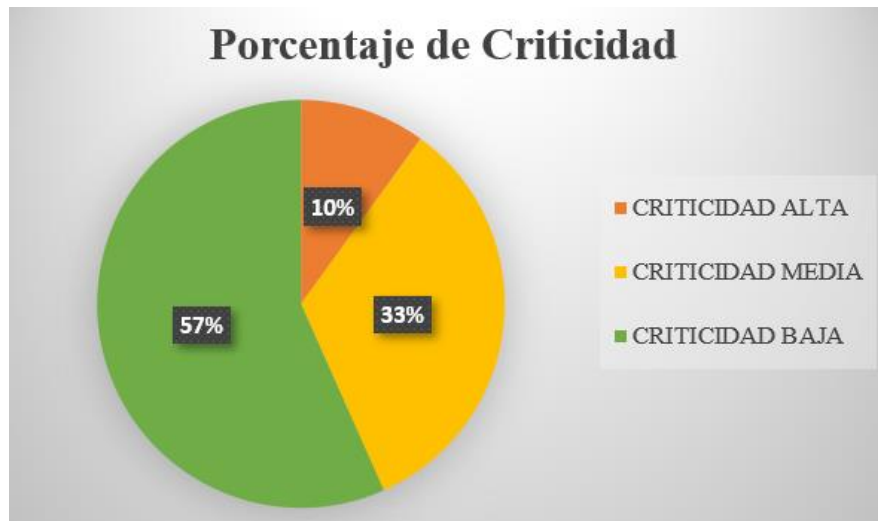
Tabla 79. Resultados de las Condiciones de los Activos

RESUMEN	ESCALA DE REFERENCIA	CANTIDAD
	CRITICIDAD ALTA	6
	CRITICIDAD MEDIA	20
	CRITICIDAD BAJA	34

Fuente: Elaboración Propia

- ✓ Como resultado obtuvimos: 6 máquinas con nivel críticos altos, 20 medios y 34 con niveles críticos bajos. La razón de realizar esta metodología es para poder darle importancia a los activos más críticos y poder repotenciar su disponibilidad. En el siguiente Gráfico se muestra los porcentajes de Criticidad de las máquinas de la empresa Agroindustrias AIB S.A – Motupe:

Figura 83. Porcentajes de Criticidad de los Activos de la empresa



Fuente: Elaboración Propia

4.5. Resultado de Datos de Vida Útil de los Equipos de la empresa

Después de haber realizado las gráficas en la hoja logarítmica correspondiente (Anexos), en el siguiente cuadro mostraremos los resultados:

Tabla 80. Parámetros de los datos de Vida Útil de las máquinas de la empresa Agroindustrias AIB S.A.

Nombre de Máquina	P_u	Parámetro de Forma β	Vida Promedio μ	Parámetro de Escala η	Parámetro de Localización γ	Tiempo anual (h) t
Tanque de Bombeo de Amoniaco	60%	1.25	3200	3500	0	8760
Tanque de Líquido	61%	1.15	4500	4900	0	8760
Tanque de Gas Caliente	62%	1.10	3050	3200	0	8760
Tanque Pulmón de Aire	59%	1.32	3000	3750	0	8760
Tanque Acumulador	63%	1	4850	5100	0	8760
Ablandador	61%	1.14	3050	3200	0	8760
Autopurgador	64%	0.95	6000	5900	0	8760
Compresor Tornillo	61%	1.12	4300	4600	0	8760
Compreso de Aire	62%	1.09	4800	5000	0	8760
Secador de Aire	60%	1.25	2900	3200	0	8760
Condensador Evaporativo	59%	1.35	2900	3350	0	8760
Faja Transportadora de Desechos	61%	1.15	3900	4400	0	8760
Tornillo sin Fin	62%	1	3800	4000	0	8760
Tolva Abastecedora	60%	1.25	4350	4900	0	8760
Shecker JBT	60%	1.20	3600	4000	0	8760
Transportador Elevador	59%	1.35	2600	3000	0	8760
Transportador de Selección	59%	1.30	3150	3600	0	8760
Cortadora Urshel	60%	1.25	3250	3600	0	8760
Volteador de Bines	61%	1.15	4500	5000	0	8760
Volteador de Jabas	58%	1.40	2600	3200	0	8760
Descanicador	61%	1.12	4200	4500	0	8760
Cepilladoras	62%	1.08	4500	4900	0	8760

Clasificadora	59%	1.35	2400	2800	0	8760
Inmensor	62%	1.10	3800	4000	0	8760
Hiperbárica HPP	61%	1.15	3650	4000	0	8760
Cámara de Maduración	58%	1.50	1700	2000	0	8760
Túnel Estático	59%	1.30	3800	4600	0	8760
Túnel IQF	62%	1.10	4200	4450	0	8760
Cámara de Producto Terminado	56%	1.6	860	1200	0	8760
Detector de Metales	60%	1.12	6000	6600	0	8760

Fuente: Elaboración Propia

- Una vez calculado los parámetros que se observa en la tabla 80, se procede a poder identificar si las fallas son: infantiles, por desgaste o aleatorias según la curva de la bañera.

4.6. Resultados de la Estimación de Etapa de Vida de las Máquinas

Estos parámetros β calculados determinan la etapa de vida útil de cada una de las máquinas de la empresa Agroindustrias AIB S.A.

Tabla 81. Parámetros de Vida Útil de las máquinas de la empresa Agroindustrias AIB S.A. – MOTUPE.

Ítem	Nombre de Máquina	$\beta < 1$	$\beta = 1$	$\beta > 1$	Estimación de Etapa de Vida
1	Tanque de Bombeo de Amoniaco			1,25	Fallos por desgaste
2	Tanque de Líquido			1,15	Fallos por desgaste
3	Tanque de Gas Caliente			1,10	Fallos por desgaste
4	Tanque Pulmón de Aire			1,32	Fallos por desgaste
5	Tanque Acumulador		1		Fallos aleatorios
6	Ablandador			1,14	Fallos por desgaste
7	Autopurgador	0,95			Fallos Infantiles
8	Compresor Tornillo			1,12	Fallos por desgaste
9	Compreso de Aire			1,09	Fallos por desgaste
10	Secador de Aire			1,25	Fallos por desgaste
11	Condensador Evaporativo			1,35	Fallos por desgaste
12	Faja Transportadora de Desechos			1,15	Fallos por desgaste
13	Tornillo sin Fin		1		Fallos aleatorios
14	Tolva Abastecedora			1,25	Fallos por desgaste
15	Shecker JBT			1,20	Fallos por desgaste
16	Transportador Elevador			1,35	Fallos por desgaste
17	Transportador de Selección			1,30	Fallos por desgaste
18	Cortadora Urshel			1,25	Fallos por desgaste
19	Volteador de Bines			1,15	Fallos por desgaste
20	Volteador de Jabas			1,40	Fallos por desgaste
21	Descanicador			1,12	Fallos por desgaste
22	Cepilladoras			1,08	Fallos por desgaste
23	Clasificadora			1,35	Fallos por desgaste
24	Inmensor			1,10	Fallos por desgaste
25	Hiperbárica HPP			1,15	Fallos por desgaste
26	Cámara de Maduración			1,50	Fallos por desgaste
27	Túnel Estático			1,30	Fallos por desgaste
28	Túnel IQF			1,10	Fallos por desgaste
29	Cámara de Producto Terminado			1,60	Fallos por desgaste
30	Detector de Metales			1,12	Fallos por desgaste

Fuente: Elaboración Propia

4.7. Resultados de las Funciones de Probabilidad

Con los parámetros hallados en la Tabla 80, se procede a calcular las Funciones de Probabilidad que se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 82. Resultados de las Funciones de Probabilidad

Nombre de Máquina	$R(t)$	$F(t)$
Tanque de Bombeo de Amoniaco	4,29%	95,70%
Tanque de Líquido	14,21%	85,78%
Tanque de Gas Caliente	4,80%	95,15%
Tanque Pulmón de Aire	4,66%	95,33%
Tanque Acumulador	17,94%	82,05%
Ablandador	4,27%	95,72%
Autopurgador	23,32%	76,67%
Compresor Tornillo	12,70%	87,22%
Compreso de Aire	15,83%	84,16%
Secador de Aire	2,90%	97,04%
Condensador Evaporativo	2,57%	97,42%
Faja Transportadora de Desechos	10,99%	89,00%
Tornillo sin Fin	11,19%	88,80%
Tolva Abastecedora	12,65%	87,34%
Shecker JBT	7,72%	92,28%
Transportador Elevador	1,40%	98,57%
Transportador de Selección	4,16%	95,83%
Cortadora Urshel	4,78%	95,21%
Volteador de Bines	14,87%	85,12%
Volteador de Jabas	1,60%	98,33%
Descanicador	12,14%	87,85%
Cepilladoras	15,36%	84,63%
Clasificadora	0,94%	99,05%
Inmensor	9,36%	90,63%
Hiperbárica HPP	8,50%	91,48%
Cámara de Maduración	0,01%	99,98%
Túnel Estático	9,90%	90,10%
Túnel IQF	12,20%	87,80%
Cámara de Producto Terminado	0,0%	100%
Detector de Metales	25,30%	74,70%

Fuente: Elaboración Propia

4.8. Resultados del Análisis de Modo y Efecto de Fallas

Tabla 83. Resultado de AMEF de los Tanques de Bombeo de Amoniaco

N°: 01	Máquina: Tanque de Bombeo de Amoniaco	Empresa: Agroindustrias AIB S.A.				Cantidad: 3	Fecha: 27/06/2019			
Nombre de Pieza	Función	Modo de Falla	Efectos Originados	Causas Probables	Trabajo Realizado	Evaluación de Riesgos de Fallas				
						SEV	OCC	DET	RPN	NIVEL
Bomba de Tanque	Manda al líquido al compresor tornillo	Ruptura de Rodamientos	La bomba para su funcionamiento	Mezcla del aceite con el líquido corrosivo	Mantenimiento Correctivo	8	5	4	160	Reducción
Motor	Es la parte funcional de la máquina, da inicio a su sistema de trabajo	Ruido Excesivo	Paro de funcionamiento del activo	Mala lubricación de los rodamientos por el operario	Mantenimiento Correctivo	6	4	2	48	Permisible
Válvula de Seguridad	Permite el paso del amoniaco hacia la tubería de presión	Agrietado	Paro de funcionamiento del activo	Mala operación del Operario	Mantenimiento Correctivo	7	4	4	112	Permisible
Tubería de tanque	Lugar por donde transita el Amoniaco	Fuga de Amoniaco	Paro de funcionamiento del activo	Desgaste	Mantenimiento Correctivo	9	5	5	225	Inadmisible
Válvula de Presión	Permite el paso del amoniaco hacia la tubería de presión	Ruptura	El químico podría causar daños al operario	Desgaste	Mantenimiento Correctivo	8	4	4	128	Reducción

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 84. Resultado de AMEF del Tanque de Líquido Refrigerante

Nº: 02	Máquina: Tanque de Líquido Refrigerante	Empresa: Agroindustrias AIB S.A.				Cantidad: 1	Fecha:27/06/2019			
Nombre de Pieza	Función	Modo de Falla	Efectos Originados	Causas Probables	Trabajo Realizado	Evaluación de Riesgos de Fallas				
						SEV	OCC	DET	RPN	NIVEL
Tubería de tanque	Lugar por donde transporta el líquido refrigerante hacia los compresores	Fuga del Líquido	Expansión del líquido por toda la sala de Máquinas	El líquido corrosivo causa picaduras al tanque	Mantenimiento Correctivo	9	5	3	135	Reducción
Bomba de tanque	Manda el líquido al compresor	Ruptura de rodamientos	Paro de funcionamiento del activo	Degaste del mismo trabajo rutinario de la máquina	Mantenimiento Correctivo	8	5	6	240	Inadmisible

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 85. Resultado de AMEF de los Tanques de Gas Caliente

Nº: 03	Máquina: Tanque de Gas Caliente	Empresa: Agroindustrias AIB S.A.				Cantidad: 2	Fecha: 27/06/2019			
Nombre de Pieza	Función	Modo de Falla	Efectos Originados	Causas Probables	Trabajo Realizado	Evaluación de Riesgos de Fallas				
						SEV	OCC	DET	RPN	NIVEL
Válvula de Presión	Regula el paso de reserva del gas hacia los tanques exteriores	Sobrepresión	Presión no controlada al momento de expulsar el gas	Mal uso del Operario	Mantenimiento Correctivo	3	4	2	24	Permisible
		Ruptura	Paro de funcionamiento del activo	Desgaste de Válvula	Mantenimiento Correctivo	8	4	4	128	Reducción
Tubería de tanque	Lugar por donde transporta el gas caliente hacia los tanques exteriores	Fuga de Gas	Expansión de gas y puede causar explosión	Desgaste de Tubería	Mantenimiento Correctivo	9	5	3	135	Reducción

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 86. Resultado de AMEF del Tanque Pulmón de Aire

Nº: 04	Máquina: Tanque Pulmón de Aire	Empresa: Agroindustrias AIB S.A.				Cantidad: 1	Fecha: 27/06/2019			
Nombre de Pieza	Función	Modo de Falla	Efectos Originados	Causas Probables	Trabajo Realizado	Evaluación de Riesgos de Fallas				
						SEV	OCC	DET	RPN	NIVEL
Manómetro	Se encarga de verificar a que presión se encuentra el tanque	Sobrepresión	La presión no puede ser controlada y el podría explotar el tanque	Mal uso del Operario	Mantenimiento Correctivo	4	6	2	48	Permisible
Válvula de seguridad	Están diseñadas para abrir y aliviar un aumento de la presión interna del fluido de aire	Fuga	Expansión de Aire a la intemperie	Mal uso del Operario	Mantenimiento Correctivo	8	5	3	120	Permisible
		Sobrepresión	La presión no puede ser controlada	Desgaste de Válvula	Mantenimiento Correctivo	3	6	3	54	Permisible

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 87. Resultado de AMEF del Tanque Acumulador

Nº: 05	Máquina: Tanque Acumulador		Empresa: Agroindustrias AIB S.A.			Cantidad: 1		Fecha: 27/06/2019		
Nombre de Pieza	Función	Modo de Falla	Efectos Originados	Causas Probables	Trabajo Realizado	Evaluación de Riesgos de Fallas				
						SEV	OCC	DET	RPN	NIVEL
Tubería de salida	Permite la expulsión del líquido hacia la sala de máquinas	Picadura	Fuga de líquido por la parte dañada	Desgaste de tuberías	Mantenimiento Correctivo	7	4	3	84	Permisible
		Fuga	Expansión de líquido en la sala de Máquinas	Desgaste de tuberías	Mantenimiento Correctivo	9	6	5	270	Inadmisible
Válvula de presión	Regula el paso del líquido hacia la zona de máquinas	Agrietado	No controla el paso del líquido	Mala operación del Operario	Mantenimiento Correctivo	7	4	4	112	Permisible
Tubería de salida	Permite la expulsión del líquido hacia la sala de máquinas	Fuga	Expansión de líquido en la sala de Máquinas	Desgaste	Mantenimiento Correctivo	8	6	4	192	Reducción

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 88. Resultado de AMEF de los Ablandadores

Nº: 06	Máquina: Ablandador		Empresa: Agroindustrias AIB S.A.			Cantidad: 2		Fecha: 27/06/2019		
Nombre de Pieza	Función	Modo de Falla	Efectos Originados	Causas Probables	Trabajo Realizado	Evaluación de Riesgos de Fallas				
						SEV	OCC	DET	RPN	NIVEL
Tubería	Conduce el líquido sin impurezas y minerales	Fuga de agua	Paro de funcionamiento del Activo	Desgaste	Mantenimiento Correctivo	7	4	4	112	Permisible
Válvulas	Regula el paso del agua hacía las tuberías cuando se realiza la regeneración de sal y retro lavado	Fuga de agua	Expansión de agua por la zona de maquinas	Deterioro de la Válvula	Mantenimiento Correctivo	7	4	5	140	Reducción
Tubería	Conduce el líquido sin impurezas y minerales	Picadura	Paro de funcionamiento del Activo	Desgaste por las impurezas y minerales del agua	Mantenimiento Correctivo	6	4	3	72	Permisible

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 89. Resultado de AMEF del Recuperador de Amoniaco

Nº: 07	Máquina: Recuperador de Amoniaco		Empresa: Agroindustrias AIB S.A.			Cantidad: 1		Fecha: 27/06/2019		
Nombre de Pieza	Función	Modo de Falla	Efectos Originados	Causas Probables	Trabajo Realizado	Evaluación de Riesgos de Fallas				
						SEV	OCC	DET	RPN	NIVEL
Válvulas de Presión	Reduce el flujo del líquido Amoniaco	Fuga	Expansión del Amoniaco recuperado	Desgaste	Mantenimiento Correctivo	5	4	4	80	Permisible
		Ruptura	Paro de funcionamiento del Activo	Mal uso del operario	Mantenimiento Correctivo	6	4	3	72	Permisible

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 90. Resultado de AMEF de los Compresores Tornillos

N°: 08	Máquina: Compresor Tornillo	Empresa: Agroindustrias AIB S.A.				Cantidad: 4	Fecha: 27/06/2019			
Nombre de Pieza	Función	Modo de Falla	Efectos Originados	Causas Probables	Trabajo Realizado	Evaluación de Riesgos de Fallas				
						SEV	OCC	DET	RPN	NIVEL
Cojinetes	Reduce la fricción entre un eje y las piezas conectadas a este, por medio de rodadura, que le sirve de apoyo y facilita su desplazamiento.	Sobrecalentamiento	No trabaja su total eficiencia	Falta de Lubricación	Mantenimiento Correctivo	5	6	2	60	Permisible
		Vibraciones	Ruido excesivo	Contaminación por la escasez de limpieza	Mantenimiento Correctivo	4	7	5	140	Reducción
		Corrosión	No trabaja su total eficiencia	Humedad	Mantenimiento Correctivo	5	6	4	120	Permisible
Sello del eje	Evita la fuga del aceite y/o presión para garantizar la hermeticidad del motor	Fuga de Aceite	Paro de funcionamiento del activo	Desgaste por las horas de trabajo	Mantenimiento Correctivo	7	5	4	140	Reducción
Motor del Compresor	Dar arranque y poner en operatividad el activo	Caída de tensión	Disminuye su velocidad de Operatividad	Saturación de Consumo Eléctrico	Mantenimiento Correctivo	8	5	8	320	Inadmisible
Tanque de Acumulación	Enfría la máquina con el líquido refrigerante	Saturación de liquido	Se mezcla el Aceite con el Líquido Refrigerante	Mala circulación del Líquido Refrigerante a la hora del retorno	Mantenimiento Correctivo	7	4	4	112	Permisible

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 91. Resultado de AMEF del Compresor de Aire

N°: 09	Máquina: Compresor de Aire	Empresa: Agroindustrias AIB S.A.				Cantidad: 2	Fecha: 27/06/2019			
Nombre de Pieza	Función	Modo de Falla	Efectos Originados	Causas Probables	Trabajo Realizado	Evaluación de Riesgos de Fallas				
						SEV	OCC	DET	RPN	NIVEL
Filtro de Aire	Retiene la humedad y recoge las partículas que arrastra el compresor	Deformación del filtro	Entra aire al motor y se llena de tierra	Suciedad y desgaste del filtro (descuido del operario)	Mantenimiento Correctivo	6	4	5	120	Permisible
Filtro de Aceite	Utiliza su sistema de circulación para el motor (aceite)	Deformación del filtro	Se deteriora las piezas del activo sin presencia de aceite	Las partículas e impurezas, desgaste	Mantenimiento Correctivo	6	4	5	120	Permisible
Tubería de Retorno	Permite el paso del aire comprimido hacia el tanque	Fuga de Aire	Expansión de Aceite	La válvula de retorno no está sellada correctamente (descuido del operario)	Mantenimiento Correctivo	7	5	5	175	Reducción

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 92. Resultado de AMEF del Secador de Aire

Nº: 10	Máquina: Secador de Aire		Empresa: Agroindustrias AIB S.A.			Cantidad: 2		Fecha: 27/06/2019		
Nombre de Pieza	Función	Modo de Falla	Efectos Originados	Causas Probables	Trabajo Realizado	Evaluación de Riesgos de Fallas				
						SEV	OCC	DET	RPN	NIVEL
Filtro de aire	Retener las posibles impurezas que puedan acceder al circuito del motor	Deformación de filtro	Contaminación en la Cámara de Combustión	Desgaste	Mantenimiento Correctivo	6	4	5	120	Permisible
Tubería del Manómetro	Por medio de esa tubería el manómetro se encarga de verificar a que presión se encuentra	Fuga de líquido refrigerante	Expansión del Líquido Refrigerante por la sala de Máquinas	Descuido de operario por no verificar el manómetro	Mantenimiento Correctivo	7	5	4	140	Reducción

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 93. Resultado de AMEF del Condensador Evaporativo

Nº: 11	Máquina: Condensador Evaporativo	Empresa: Agroindustrias AIB S.A.				Cantidad: 2			Fecha: 27/06/2019	
Nombre de Pieza	Función	Modo de Falla	Efectos Originados	Causas Probables	Trabajo Realizado	Evaluación de Riesgos de Fallas				
						SEV	OCC	DET	RPN	NIVEL
Tubería de salida	Permite la salida del agua refrigerada	Picadura	Pequeñas filtraciones de agua por el agujero	Desgaste	Mantenimiento Correctivo	6	5	3	90	Permisible
Eliminadores de gotas	Se utilizan para poder capturar el rocío y gotas de agua que se escapan de la torre de enfriamiento	Desalineamiento	No trabaja su total eficiencia	Desgaste	Mantenimiento Correctivo	5	5	4	100	Permisible
		Fuga de Agua	Expansión del Líquido por la Sala de Máquinas	Arrastre del viento generado por el mismo ventilador del condensador y corrosión	Mantenimiento Correctivo	7	5	5	175	Reducción
Filtro de agua de la bandeja	Filtran contaminantes como exceso de sales y sustancias tóxicas	Deformación	Permitirá el paso de partículas o sustancias contaminantes	Por los mismos contaminantes que atraviesan por el filtro	Mantenimiento Correctivo	6	5	5	150	Reducción
Bollas de niveles de agua	Mantener el nivel de lastina de acumulación de agua	Sobrecalentamiento	Apagado de la Máquina	Elevadas temperaturas no controladas por el operario	Mantenimiento Correctivo	8	5	6	240	Inadmisible

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 94. Resultado de AMEF de la Faja Transportadora de Desechos

N°: 12	Máquina: Faja Transportadora de Desechos		Empresa: Agroindustrias AIB S.A.			Cantidad: 1		Fecha: 27/06/2019		
Nombre de Pieza	Función	Modo de Falla	Efectos Originados	Causas Probables	Trabajo Realizado	Evaluación de Riesgos de Fallas				
						SEV	OCC	DET	RPN	NIVEL
Faja transportadora	Transportar el producto no deseado (desechos) hacia las instalaciones posteriores	Destiempo	No trabaja su total eficiencia	Templadores desajustados	Mantenimiento Correctivo	6	5	4	120	Permisible
Cadena de transmisión	Hace poner en marcha la faja transportadora	Destiempo	No trabaja su total eficiencia	Desgaste de la cadena	Mantenimiento Correctivo	5	5	4	100	Permisible
		Ruptura	Los Desechos empiezan a caer por la zona ubicada de la faja	Destiempo de cadena, el operario no realizó la correcta lubricación	Mantenimiento Correctivo	7	5	3	105	Permisible

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 95. Resultado de AMEF del Tornillo sin Fin

N°: 13	Máquina: Tornillo Sin Fin	Empresa: Agroindustrias AIB S.A.				Cantidad: 1	Fecha: 27/06/2019			
Nombre de Pieza	Función	Modo de Falla	Efectos Originados	Causas Probables	Trabajo Realizado	Evaluación de Riesgos de Fallas				
						SEV	OCC	DET	RPN	NIVEL
Cadena De transmisión	Permite la elevación del tornillo hacia la tolva de desechos	Destiempo	El tornillo no funciona su total eficiencia	Fatiga por las horas de trabajo	Mantenimiento Correctivo	5	5	4	100	Permisible
Plato de Tornillo	Permite que la materia no desechos sea elevada hacia la tolva	Obstrucción	No permite el paso de los desechos hacia la tolva	La cantidad de fruta produce un atascamiento	Mantenimiento Correctivo	3	9	3	81	Permisible
		Ruptura	No trabaja a su total eficiencia	Desgaste del plato	Mantenimiento Correctivo	8	4	5	160	Reducción

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 96. Resultado de AMEF de la Tolva Abastecedora

N°: 14	Máquina: Tolva Abastecedora	Empresa: Agroindustrias AIB S.A.				Cantidad: 1	Fecha: 27/06/2019			
Nombre de Pieza	Función	Modo de Falla	Efectos Originados	Causas Probables	Trabajo Realizado	Evaluación de Riesgos de Fallas				
						SEV	OCC	DET	RPN	NIVEL
Válvula de seguridad	Tiene la función de abrir y cerrar el acceso de la fruta no deseada hacia la tolva	Desalineamiento	No se necesita parar producción, pero necesita reparación	Por el mismo manejo constante del operario	Mantenimiento Correctivo	4	5	4	80	Permisible
Cadena de transmisión	Emite la fuerza para poder abrir el panel de ingreso hacia la tolva	Ruptura de cadena	Paro de funcionamiento del Activo	El operario no realizó la correcta lubricación	Mantenimiento Correctivo	6	5	4	120	Permisible

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 97. Resultado de AMEF de los Schecker JBT

N°: 15	Máquina: Schecker JBT		Empresa: Agroindustrias AIB S.A.			Cantidad: 4		Fecha: 27/06/2019		
Nombre de Pieza	Función	Modo de Falla	Efectos Originados	Causas Probables	Trabajo Realizado	Evaluación de Riesgos de Fallas				
						SEV	OCC	DET	RPN	NIVEL
Rejillas	Hacer pasar a la medida el producto, en cubos de fruta y slach palta	Desalineamiento	No trabaja su total eficiencia	Producto de las Vibraciones	Mantenimiento Correctivo	4	5	4	80	Permisible
		Ruptura	Sonidos extraños al momento del pase de cubos y origina decibeles	Desgaste producto de las vibraciones	Mantenimiento Correctivo	6	5	5	150	Reducción
Rodamientos (Motor)	Permite la rotación relativa del eje bajo carga, con precisión y con un rozamiento mínimo	Ruptura de rodamientos	Apagado del funcionamiento de la Máquinas	Desgaste	Mantenimiento Correctivo	8	5	6	240	Inadmisible
Bobinas	Permite almacenar energía en un campo magnético mediante un fenómeno llamado autoinducción	Cortocircuito	El bobinado se quema y origina paro de producción	Humedad de la misma nave de congelamiento	Mantenimiento Correctivo	10	4	7	280	Inadmisible
Rejillas	Hacer pasar a la medida el producto, en cubos de fruta y esclach palta	Agrietado	No trabaja su total eficiencia	Vibraciones de la máquina	Mantenimiento Correctivo	5	5	5	125	Reducción
		Ruptura	Paro de funcionamiento de la máquina	Vibraciones de la máquina	Mantenimiento Correctivo	6	7	5	210	Inadmisible

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 98. Resultado de AMEF de los Transportadores Elevadores

N°: 16	Máquina: Transportador Elevador	Empresa: Agroindustrias AIB S.A.				Cantidad: 4	Fecha: 27/06/2019			
Nombre de Pieza	Función	Modo de Falla	Efectos Originados	Causas Probables	Trabajo Realizado	Evaluación de Riesgos de Fallas				
						SEV	OCC	DET	RPN	NIVEL
Chumaceras	Permite el buen giro del eje para que la faja se ponga en funcionamiento	Ruptura	No garantiza tu total eficiencia	Degaste de las chumaceras	Mantenimiento Correctivo	6	5	5	150	Reducción
Faja intralot	Transporta la materia prima (producto)	Ruptura	No garantiza tu total eficiencia	Atascamiento de materia prima	Mantenimiento Correctivo	6	5	4	120	Permisible
Piñón sproker	Hacer girar al transportador a través del eje	Desalineamiento	Paro de funcionamiento de la Máquina	No engrane entre piñón motriz (motor) y el conducido	Mantenimiento Correctivo	4	5	4	80	Permisible
Cadena de transmisión	Hace poner en marcha el transportador	Ruptura	Paro de funcionamiento de la Máquina	El operario no realizó la correcta lubricación	Mantenimiento Correctivo	6	5	4	120	Permisible

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 99. Resultado de AMEF de los Transportadores de Selección

Nº: 17	Máquina: Transportador de Selección	Empresa: Agroindustrias AIB S.A.				Cantidad: 3	Fecha: 27/06/2019			
Nombre de Pieza	Función	Modo de Falla	Efectos Originados	Causas Probables	Trabajo Realizado	Evaluación de Riesgos de Fallas				
						SEV	OCC	DET	RPN	NIVEL
Piñón sproker	Hacer girar al transportador atravez del eje	Desalineamiento	Paro de funcionamiento de la Máquina	No engrane entre piñón motriz y el conducido	Mantenimiento Correctivo	4	5	4	80	Reducción
Rodamientos	Permite la rotación relativa del eje bajo carga, con precisión y con un rozamiento mínimo	Ruptura	Paro de selección hasta arreglar el desperfecto	Falta de lubricación (operario) y desgaste	Mantenimiento Correctivo	8	5	6	240	Inadmisible
Faja de selección	Lleva la materia prima hacia el proceso de selección	Desalineamiento	Paro de selección hasta arreglar el desperfecto	Desgaste de la faja	Mantenimiento Correctivo	5	5	4	100	Permisible

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 100. Resultado de AMEF de la Cortadora Urshell

Nº: 18	Máquina: Cortadora Urshell	Empresa: Agroindustrias AIB S.A.				Cantidad: 1	Fecha: 27/06/2019			
Nombre de Pieza	Función	Modo de Falla	Efectos Originados	Causas Probables	Trabajo Realizado	Evaluación de Riesgos de Fallas				
						SEV	OCC	DET	RPN	NIVEL
Rodamientos (motor)	Permite la rotación relativa del eje bajo carga, con precisión y con un rozamiento mínimo	Ruptura de rodamientos	Paro de funcionamiento de la máquina	Desgaste de rodamientos	Mantenimiento Correctivo	8	5	6	240	Inadmisible
Cuchillas	Cortar la materia prima en rodajas o en trozos	Deformación	No corta la materia a la medida establecida	Fatiga de las cuchillas por el mismo estilo de trabajo	Mantenimiento Correctivo	6	5	5	150	Reducción
		Ruptura de cuchillas	Paro de funcionamiento de la máquina	Descuido de operario por no verificar el filo de las cuchillas	Mantenimiento Correctivo	7	5	5	175	Reducción
Plato de cortadora	Hacer girar las cuchillas	Agrietado	No trabaja su total eficiencia	Desgaste por su funcionamiento	Mantenimiento Correctivo	7	4	4	112	Permisible
		Deformación	No trabaja su total eficiencia	Fatiga al momento de cortar frutos duros o verdes, error de los que clasifican la fruta	Mantenimiento Correctivo	6	5	4	120	Permisible
		Descalibración	No trabaja su total eficiencia	Desajuste del plato producto de su mismo funcionamiento	Mantenimiento Correctivo	5	4	5	100	Permisible

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 101. Resultado de AMEF del Volteador de Bines

N°: 19	Máquina: Volteador de Bines		Empresa: Agroindustrias AIB S.A.			Cantidad: 1	Fecha: 27/06/2019			
Nombre de Pieza	Función	Modo de Falla	Efectos Originados	Causas Probables	Trabajo Realizado	Evaluación de Riesgos de Fallas				
						SEV	OCC	DET	RPN	NIVEL
Cadena de transmisión	Transporta el bin hacia el inmersor	Ruptura	Paro de funcionamiento de la Máquina	Falta de lubricación por el operario	Mantenimiento Correctivo	6	5	4	120	Permisible
Reten de bomba hidráulica	Es utilizado para evitar fugas o el intercambio no deseado de fluidos	ruptura de reten	Paro de funcionamiento de la Máquina	Desgaste de reten	Mantenimiento Correctivo	7	5	6	210	Inadmisible

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 102. Resultado de AMEF del Volteador de Jabas

N°: 20	Máquina: Volteador de Jabas		Empresa: Agroindustrias AIB S.A.			Cantidad: 2	Fecha: 27/06/2019			
Nombre de Pieza	Función	Modo de Falla	Efectos Originados	Causas Probables	Trabajo Realizado	Evaluación de Riesgos de Fallas				
						SEV	OCC	DET	RPN	NIVEL
Cadena	Hace girar las jabas hacia el inmersor	Ruptura de cadena	Paro de funcionamiento de la máquina	Falta de lubricación por el operario	Mantenimiento Correctivo	6	5	4	120	Permisible
Paletas	Transporta la jaba	Ruptura de paletas	Paro de funcionamiento de la máquina	Atascamiento de jaba por su mismo peso, producido por el operario	Mantenimiento Correctivo	6	5	5	150	Reducción
Prisioneros	Sirve para dar ajuste al piñón	Desajuste	Paro de funcionamiento de la máquina	El hilo del perno se desgasta	Mantenimiento Correctivo	3	9	2	54	Permisible

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 103. Resultado de AMEF del Descanicator

N°: 21	Máquina: Descanicator	Empresa: Agroindustrias AIB S.A.				Cantidad: 1	Fecha: 27/06/2019			
Nombre de Pieza	Función	Modo de Falla	Efectos Originados	Causas Probables	Trabajo Realizado	Evaluación de Riesgos de Fallas				
						SEV	OCC	DET	RPN	NIVEL
Ligas	Calibra según la medida deseada	Desalineamiento	No trabaja su total eficiencia	Desgaste de las ligas	Mantenimiento Correctivo	5	6	4	120	Permisible
		Ruptura	La materia prima (fruto) se desborda	Estiramiento	Mantenimiento Correctivo	8	6	3	144	Reducción
Rodillos	Giran entre sí para transportar la fruta al tamaño deseado	Desalineamiento	No trabaja su total eficiencia	Fatiga del activo	Mantenimiento Correctivo	6	4	4	96	Permisible
		Deformación	No trabaja su total eficiencia	Desgaste de rodillos por su misma modalidad de trabajo	Mantenimiento Correctivo	7	6	5	210	Inadmisible
Chumaceras	Permite girar el eje de las ligas acoplado a un motor	Ruptura	Paro de funcionamiento de la Máquina	Deterioro y falta de lubricación	Mantenimiento Correctivo	8	6	5	240	Inadmisible

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 104. Resultado de AMEF de las Cepilladoras

N°: 22	Máquina: Cepilladoras	Empresa: Agroindustrias AIB S.A.				Cantidad: 4	Fecha: 27/06/2019			
Nombre de Pieza	Función	Modo de Falla	Efectos Originados	Causas Probables	Trabajo Realizado	Evaluación de Riesgos de Fallas				
						SEV	OCC	DET	RPN	NIVEL
Toberas	Su función es para la limpieza de la materia prima	Obstrucción	No opera el lavado con la misma presión	Suciedad por el lavado de la fruta	Mantenimiento Correctivo	3	9	4	108	Permisible
		Obstrucción		Atascamiento de la fruta	Mantenimiento Correctivo	3	9	4	108	Permisible
Cepillos	Limpiar la suciedad de la materia prima	Ruptura de bujes	Paro de funcionamiento de la máquina	Fatiga de la Máquina	Mantenimiento Correctivo	7	5	6	210	Inadmisible
		Deformación	Paro de funcionamiento de la máquina	Desgaste de los cepillos	Mantenimiento Correctivo	6	6	5	180	Reducción
Bomba Centrifuga	Impulsa el chorro de agua para la limpieza de la materia	Fuga	El agua se expande por la sala de Producción	Desgaste del sello Mecánico	Mantenimiento Correctivo	7	5	5	175	Reducción
Toberas	Su función es para la limpieza de la materia prima	Obstrucción	No opera el lavado con la misma presión	Suciedad por el lavado de la fruta	Mantenimiento Correctivo	3	9	4	108	Permisible
		Obstrucción		Atascamiento de la fruta	Mantenimiento Correctivo	3	9	4	108	Permisible

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 105. Resultado de AMEF de la Clasificadora

Nº: 23	Máquina: Clasificadora	Empresa: Agroindustrias AIB S.A.				Cantidad: 1	Fecha: 27/06/2019			
Nombre de Pieza	Función	Modo de Falla	Efectos Originados	Causas Probables	Trabajo Realizado	Evaluación de Riesgos de Fallas				
						SEV	OCC	DET	RPN	NIVEL
Rodamientos	Gira el eje de la clasificadora	Ruptura	Para de línea de selección	Desgaste de rodamientos	Mantenimiento Correctivo	8	6	5	240	Inadmisible
Cadena de Transmisión	Hace poner en marcha el clasificador según las medidas	Ruptura	Paro de funcionamiento	Desgaste de la cadena	Mantenimiento Correctivo	7	5	5	175	Reducción
		Desalineamiento	Paro de línea de producción	Falta de lubricación por parte del operario	Mantenimiento Correctivo	6	4	4	96	Permisible
Reten	Se utiliza para evitar fugas o el intercambio no deseado de fluidos	Fuga de aceite	Parada de funcionamiento	El retén no está sellado correctamente	Mantenimiento Correctivo	7	5	5	175	Reducción
Selenoides	Reconocer el limón según su tamaño y color	Descalibración de sensores	Mal funcionamiento de sensores, no reconocerá las ordenes que se da	Fatiga del clasificador por las horas de trabajo	Mantenimiento Correctivo	5	4	5	100	Permisible

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 106. Resultado de AMEF de los Inmersores

N°: 24	Máquina: Inmersor	Empresa: Agroindustrias AIB S.A.				Cantidad: 3	Fecha: 27/06/2019			
Nombre de Pieza	Función	Modo de Falla	Efectos Originados	Causas Probables	Trabajo Realizado	Evaluación de Riesgos de Fallas				
						SEV	OCC	DET	RPN	NIVEL
Cadena	Hace poner en marcha el inmersor en el proceso de lavado	Ruptura de transmisión	Paro de funcionamiento de la máquina	Por la misma fuerza del exceso de fruta (operario)	Mantenimiento Correctivo	6	5	4	120	Permisible
Tobera	Mediante esta impulsa el agua para lavar correctamente la fruta	Obstrucción	Puede funcionar con la obstrucción, pero no al 100%	Suciedad de los frutos por su misma recirculación se tapan las toberas	Mantenimiento Correctivo	3	7	4	84	Permisible
		Obstrucción	Puede funcionar con la obstrucción, pero no al 100%	Suciedad de los frutos por su misma recirculación se tapan las toberas	Mantenimiento Correctivo	3	7	4	84	Permisible

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 107. Resultado de AMEF de la Hiperbarica HPP

N°: 25	Máquina: Hiperbárica HPP		Empresa: Agroindustrias AIB S.A.			Cantidad: 1		Fecha: 27/06/2019		
Nombre de Pieza	Función	Modo de Falla	Efectos Originados	Causas Probables	Trabajo Realizado	Evaluación de Riesgos de Fallas				
						SEV	OCC	DET	RPN	NIVEL
Sensor de calibración	Se encarga de indicar cuando la vasija requiere ser calibrada	Desregulación	Paro de funcionamiento de la máquina	Humedad por el mismo ambiente en el que se trabaja	Mantenimiento Correctivo	5	5	4	100	Permisible
Vasija	Mantener el producto estático para que a través de la presión el producto pueda ser lavado para eliminar los microorganismos	Descalibración	Paro de funcionamiento de la máquina	Desgaste del mismo trabajo rutinario de la máquina	Mantenimiento Correctivo	6	5	5	150	Reducción
Válvula de descarga	Mantener la presión de la vasija (abrir y cerrar el pase de presión)	Ruptura	Paro de funcionamiento de la máquina	Desgaste de la válvula	Mantenimiento Correctivo	6	4	5	120	Permisible
Retenes (Tapón)	Hermetizar y sellar la vasija para que no halla fuga	Ruptura	Paro de funcionamiento de la máquina	Desgaste de retenes	Mantenimiento Correctivo	7	5	6	210	Inadmisible
Empaquetadura (Tapón)	Hermetizar y sellar la vasija para que no halla fuga	Fuga	El agua se expande por la sala de Producción	Desgaste por el mismo tipo de trabajo de la máquina	Mantenimiento Correctivo	7	5	5	175	Reducción
Origin (Tapón)	Hermetizar y sellar la vasija para que no halla fuga	Ruptura	Paro de funcionamiento de la máquina	Desgaste de origin	Mantenimiento Correctivo	8	5	5	200	Inadmisible

Intercambiador (intensificador)	Le envia P° de agua a la vasija para que llegue a los 6000 mil bares que requiere	Recalentamiento	Paro de funcionamiento de la máquina	Por el mismo frio que libera del tanque de licol (sistema de recirculación)	Mantenimiento Correctivo	8	5	6	240	Inadmisible
Cilindros (intensificador)	Enviar el agua a P° de 6000 mil bares	Fuga de Presión de Agua	Paro de funcionamiento de la máquina	Desgaste de origen y empaquetaduras	Mantenimiento Correctivo	9	5	5	225	Inadmisible
Barrera de Seguridad	Sistema de seguridad (entrada y salida de la vasija)	Descalibración	Paro de funcionamiento de la máquina	Por la misma humedad, aunque generalmente es por los golpes que recibe del operador	Mantenimiento Correctivo	5	4	4	80	Permisible

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 108. Resultado de AMEF de las Cámaras de Maduración

Nº: 26	Máquina: Cámara de Maduración	Empresa: Agroindustrias AIB S.A.				Cantidad: 4	Fecha: 27/06/2019			
Nombre de Pieza	Función	Modo de Falla	Efectos Originados	Causas Probables	Trabajo Realizado	Evaluación de Riesgos de Fallas				
						SEV	OCC	DET	RPN	NIVEL
Evaporadores	Cambio de estado. Enfriar el ambiente de la cámara según T° necesaria.	Ruptura de hélices	Paro de funcionamiento de la máquina	Mal centrado del ventilador (hélices) de la cámara	Mantenimiento Correctivo	7	5	5	175	Reducción
Bobinado	Permite almacenar energía en un campo magnético mediante un fenómeno llamado autoinducción	Cortocircuito	Paro de funcionamiento de la máquina	Humedad, poco hermetizado	Mantenimiento Correctivo	10	4	7	280	Inadmisible
Rodamientos	Transfieren el movimiento, apoyan y guían componentes que giran entre sí.	Ruptura	Paro de funcionamiento de la máquina	Desgaste y fatiga	Mantenimiento Correctivo	8	5	6	240	Inadmisible

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 109. Resultado de AMEF del Túnel Estático

N°: 27	Máquina: Túnel Estático		Empresa: Agroindustrias AIB S.A.			Cantidad: 1		Fecha: 27/06/2019		
Nombre de Pieza	Función	Modo de Falla	Efectos Originados	Causas Probables	Trabajo Realizado	Evaluación de Riesgos de Fallas				
						SEV	OCC	DET	RPN	NIVEL
Manómetro	Medir la presión correcta del túnel	Saturación	Paro de funcionamiento de la máquina	No detecta la presión adecuada del túnel, puede ser por mal manejo de operario.	Mantenimiento Correctivo	6	5	4	120	Permisible
Evaporadores	Enfriar el ambiente de la cámara según T° necesaria.	Ruptura de Hélices	Paro de funcionamiento de la máquina	Mal centrado del ventilador (hélices) de la cámara	Mantenimiento Correctivo	7	5	5	175	Reducción

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 110. Resultado de AMEF del Túnel IQF

N°: 28	Máquina: Túnel IQF	Empresa: Agroindustrias AIB S.A.				Cantidad: 1	Fecha: 27/06/2019			
Nombre de Pieza	Función	Modo de Falla	Efectos Originados	Causas Probables	Trabajo Realizado	Evaluación de Riesgos de Fallas				
						SEV	OCC	DET	RPN	NIVEL
Evaporadores	Enfriar el ambiente de la cámara según T° necesaria.	Ruptura de hélices	Paro de funcionamiento de la máquina	Mal centrado del ventilador (hélices) del túnel	Mantenimiento Correctivo	7	5	5	175	Reducción
Bobinado	Permite almacenar energía en un campo magnético mediante un fenómeno llamado autoinducción	Cortocircuito	Paro de funcionamiento de la máquina	Humedad, poco hermetizado	Mantenimiento Correctivo	10	5	7	350	Inadmisible
Rodamientos	Transfieren el movimiento, apoyan y guían componentes que giran entre sí.	Ruptura	Paro de funcionamiento de la máquina	Desgaste y fatiga	Mantenimiento Correctivo	8	5	6	240	Inadmisible
Manómetro	Medir la presión correcta del túnel	Saturación	Paro de funcionamiento de la máquina	Puede ser por mal manejo de operario.	Mantenimiento Correctivo	6	5	4	120	Permisible
Piñones	Permite variar la relación de transmisión según en número de dientes.	Ruptura de dientes	Paro de funcionamiento de la máquina	Desgaste de piñones	Mantenimiento Correctivo	6	4	5	120	Permisible
Motorreductor	Regulación de velocidad de acuerdo a su uso	Ruptura de reten	Paro de funcionamiento de la máquina	Desgaste de reten	Mantenimiento Correctivo	7	5	6	210	Inadmisible

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 111. Resultado de AMEF de la Cámara de Producto Terminado

N°: 29	Máquina: Cámara de Producto Terminado	Empresa: Agroindustrias AIB S.A.				Cantidad: 1	Fecha: 27/06/2019			
Nombre de Pieza	Función	Modo de Falla	Efectos Originados	Causas Probables	Trabajo Realizado	Evaluación de Riesgos de Fallas				
						SEV	OCC	DET	RPN	NIVEL
Bobinado	Permite almacenar energía en un campo magnético mediante un fenómeno llamado autoinducción	Cortocircuito	En esta ocasión se trabaja con otros bobinados ya que es indispensable esta cámara y es muy perjudicable parar la producción.	Humedad del ambiente	Mantenimiento Correctivo	10	4	7	280	Inadmisible

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 112. Resultado de AMEF de los Detectores de Metales

N°: 30	Máquina: Detector de Metales	Empresa: Agroindustrias AIB S.A.				Cantidad: 2	Fecha: 27/06/2019			
Nombre de Pieza	Función	Modo de Falla	Efectos Originados	Causas Probables	Trabajo Realizado	Evaluación de Riesgos de Fallas				
						SEV	OCC	DET	RPN	NIVEL
Sensor	Detectar partículas extrañas (metales)	Descalibración	Si se va el producto con un metal origina una pésima calidad de producción	Mal uso del operario	Mantenimiento Correctivo	6	5	5	150	Reducción
Faja transportadora	Transportar el producto ya sellado hacia el sensor	Destemplamiento	Para de funcionamiento de la Máquina	Mal uso del operario, templadores desajustados	Mantenimiento Correctivo	5	4	5	100	Permisible

Fuente: Elaboración Propia

4.9. Resultados de la Implementación del RCM

4.9.1. Resultado de la Hoja de Información

Las hojas de información presentadas corresponden a la situación actual de cada máquina de la empresa Agroindustrias AIB S.A.

Tabla 113. Hoja de Información del Tánque de Bombeo de Amoniaco

Nombre de Equipo: Tanque de bombeo de Amoniaco				Código: TAN8001 - 8002 - 8003	
Empresa: AGROINDUSTRIAS AIB S.A.				N° cuadro: 1/30	
PIEZA	FUNCIÓN QUE DESEMPEÑA (F)		MODO DE FALLO FUNCIONAL (FF)	CAUSAS POTENCIALES DE FALLO (FM)	
Bomba de Tanque	1	Impulsa el líquido al compresor tornillo	A	Ruptura de rodamientos	1 Mezcla del aceite con el líquido corrosivo
Motor	2	Es la parte funcional de la máquina, da inicio a su sistema de trabajo	A	Ruido excesivo	1 Mala lubricación de los rodamientos por el operario
Válvula de Seguridad	3	Permite el paso del amoniaco hacia la tubería de presión	A	Agrietado	1 Mala operación del Operario
Tubería de tanque	4	Lugar por donde transita el Amoniaco	A	Fuga de Amoniaco	1 Desgaste
Válvula de Presión	5	Permite el paso del amoniaco hacia la tubería de presión	A	Ruptura	1 Desgaste

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 114 . Hoja de Información del Tánque de Líquido Refrigerante

Nombre de Equipo: Tanque de líquido refrigerante				Código: TAN8004	
Empresa: AGROINDUSTRIAS AIB S.A.				N° cuadro: 2/30	
PIEZA	FUNCIÓN QUE DESEMPEÑA (F)		MODO DE FALLO FUNCIONAL (FF)	CAUSAS POTENCIALES DE FALLO (FM)	
Tubería de tanque	1	Lugar por donde transporta el líquido refrigerante hacia los compresores	A	Fuga de líquido refrigerante	1 El líquido corrosivo causa picaduras al tanque
Bomba de Tanque	2	Impulsa y manda el líquido al compresor	A	Ruptura de rodamientos	1 Degaste del mismo trabajo rutinario de la máquina

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 115. Hoja de Información del Tanque de Gas Caliente

Nombre de Equipo: Tanque de gas caliente					Código: TAN8005 - 8006	
Empresa: AGROINDUSTRIAS AIB S.A.					N° cuadro: 3/30	
PIEZA		FUNCIÓN QUE DESEMPEÑA (F)	MODO DE FALLO FUNCIONAL (FF)		CAUSAS POTENCIALES DE FALLO (FM)	
Válvula de Presión	1	Regula el paso de reserva del gas hacia los tanques exteriores	A	Sobrepresión	1	Mal uso del Operario
			B	Ruptura	1	Desgaste de Válvula
Tubería de tanque	2	Lugar por donde transporta el gas caliente hacia los tanques exteriores	A	Fuga de Gas	1	Desgaste de Tubería

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 116. Hoja de Información del Tanque Pulmón de aire

Nombre de Equipo: Tanque pulmón de aire					Código: TAN8007	
Empresa: AGROINDUSTRIAS AIB S.A.					N° cuadro: 4/30	
PIEZA		FUNCIÓN QUE DESEMPEÑA (F)	MODO DE FALLO FUNCIONAL (FF)		CAUSAS POTENCIALES DE FALLO (FM)	
Manómetro	1	Se encarga de verificar a que presión se encuentra el tanque	A	Sobrepresión	1	Mal uso del Operario
Válvula de seguridad	2	Están diseñadas para abrir y aliviar un aumento de la presión interna del fluido de aire	A	Fuga	1	Mal uso del Operario
			B	Sobrepresión	1	Desgaste de Válvula

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 117. Hoja de Información del Tanque Acumulador

Nombre de Equipo: Tanque acumulador					Código: TAN8008	
Empresa: AGROINDUSTRIAS AIB S.A.					N° cuadro: 5/30	
PIEZA		FUNCIÓN QUE DESEMPEÑA (F)	MODO DE FALLO FUNCIONAL (FF)		CAUSAS POTENCIALES DE FALLO (FM)	
Tubería de salida	1	Permite la expulsión del líquido hacia la sala de máquinas	A	Picadura	1	Desgaste de tuberías
			B	Fuga	1	Desgaste de tuberías
Válvula de presión	2	Regula el paso del líquido hacia la zona de máquinas	A	Agrietado	1	Mala operación del Operario
Tubería de salida	3	Permite la expulsión del líquido hacia la sala de máquinas	A	Fuga	1	Desgaste

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 118. Hoja de Información de los Ablandadores

Nombre de Equipo: Ablandador					Código: ABL8001 - 8002	
Empresa: AGROINDUSTRIAS AIB S.A.					N° cuadro: 6/30	
PIEZA	FUNCIÓN QUE DESEMPEÑA (F)		MODO DE FALLO FUNCIONAL (FF)		CAUSAS POTENCIALES DE FALLO (FM)	
Tubería	1	Conduce el líquido sin impurezas y minerales	A	Fuga de agua	1	Desgaste
Válvulas	2	Regula el paso del agua hacia las tuberías cuando se realiza la regeneración de sal y retro lavado	A	Fuga de agua	1	Deterioro de la Válvula
Tubería	3	Conduce el líquido sin impurezas y minerales	A	Picadura	1	Desgaste por las impurezas y minerales del agua

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 119. Hoja de Información del Recuperador de Amoniaco

Nombre de Equipo: Recuperador de Amoniaco					Código: RMA8001	
Empresa: AGROINDUSTRIAS AIB S.A.					N° cuadro: 7/30	
PIEZA	FUNCIÓN QUE DESEMPEÑA (F)		MODO DE FALLO FUNCIONAL (FF)		CAUSAS POTENCIALES DE FALLO (FM)	
Válvulas de Presión	1	Reduce el flujo del líquido Amoniaco	A	Fuga	1	Desgaste
			B	Ruptura	1	Mal uso del operario

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 120. Hoja de Información de los Compresores Tornillos

Nombre de Equipo: Compresor Tornillo					Código: COM8001 - 8002 - 8003 - 8004	
Empresa: AGROINDUSTRIAS AIB S.A.					N° cuadro: 8/30	
PIEZA	FUNCIÓN QUE DESEMPEÑA (F)		MODO DE FALLO FUNCIONAL (FF)		CAUSAS POTENCIALES DE FALLO (FM)	
Cojinetes	1	Reduce la fricción entre un eje y las piezas conectadas a este, por medio de rodadura, que le sirve de apoyo y facilita su desplazamiento.	A	Sobrecalentamiento	1	Falta de Lubricación
			B	Vibraciones	1	Contaminación por la escasez de limpieza
			C	Corrosión	1	Humedad
2	Falta de engrasado (operario)					
Sello del eje	2	Evita la fuga del aceite y/o presión para garantizar la hermeticidad del motor	A	Fuga de Aceite	1	Desgaste por las horas de trabajo
Motor del Compresor	3	Dar arranque y poner en operatividad el activo	A	Caída de tensión	1	Saturación de Consumo Eléctrico
Tanque de Acumulación	4	Enfría la máquina con el líquido refrigerante	A	Saturación de liquido	1	Mala circulación del Líquido Refrigerante a la hora del retorno

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 121. Hoja de Información de los Compresores de Aire

Nombre de Equipo: Compresor de Aire					Código: COM8005 - 8006	
Empresa: AGROINDUSTRIAS AIB S.A.					N° cuadro: 9/30	
PIEZA	FUNCIÓN QUE DESEMPEÑA (F)		MODO DE FALLO FUNCIONAL (FF)		CAUSAS POTENCIALES DE FALLO (FM)	
Filtro de Aire	1	Retiene la humedad y recoge las partículas que arrastra el compresor	A	Deformación del filtro	1	Degaste del filtro
Filtro de Aceite	2	Utiliza su sistema de circulación para el motor (aceite)	A	Deformación del filtro	1	Las partículas e impurezas, degaste
Tubería de Retorno	3	Permite el paso del aire comprimido hacia el tanque	A	Fuga de Aire	1	La válvula de retorno no está sellada correctamente (descuido del operario)

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 122. Hoja de Información de los Secadores de Aire

Nombre de Equipo: Secador de Aire					Código: SEC8001 - SEC8002	
Empresa: AGROINDUSTRIAS AIB S.A.					N° cuadro: 10/3	
PIEZA	FUNCIÓN QUE DESEMPEÑA (F)		MODO DE FALLO FUNCIONAL (FF)		CAUSAS POTENCIALES DE FALLO (FM)	
Filtro de Aire	1	Retener las posibles impurezas que puedan acceder al circuito del motor	A	Deformación de filtro	1	Desgaste
					2	Descuido del operario por falta de limpieza
Tubería del Manómetro	2	Por medio de esa tubería el manómetro se encarga de verificar a que presión se encuentra	A	Fuga de líquido refrigerante	1	Desgaste
					2	Descuido de operario por no verificar el manómetro

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 123. Hoja de Información del Condensador Evaporativo

Nombre de Equipo: Condensador Evaporativo					Código: COD8001 - 8002	
Empresa: AGROINDUSTRIAS AIB S.A.					N° cuadro: 11/30	
PIEZA	FUNCIÓN QUE DESEMPEÑA (F)		MODO DE FALLO FUNCIONAL (FF)		CAUSAS POTENCIALES DE FALLO (FM)	
Tubería de salida	1	Permite la salida del agua refrigerada	A	Picadura	1	Desgaste
Eliminadores de gotas	2	Se utilizan para poder capturar el rocío y gotas de agua que se escapan de la torre de enfriamiento	A	Desalineamiento	1	Desgaste
			B	Fuga de Agua	1	Arrastre del viento generado por el mismo ventilador del condensador y corrosión
Filtro de agua de la bandeja	3	Filtran contaminantes como exceso de sales y sustancias tóxicas	A	Deformación	1	Por los mismos contaminantes que atraviesan por el filtro
Bollas de niveles de agua	4	Controlar el nivel de acumulación de agua del tanque	A	Sobrecalentamiento	1	Elevadas temperaturas no controladas por el operario

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 124. Hoja de Información de la Faja Transportadora de Desechos

Nombre de Equipo: Faja transportadora de Desechos				Código: FAJ8001	
Empresa: AGROINDUSTRIAS AIB S.A.				N° cuadro: 12/30	
PIEZA	FUNCIÓN QUE DESEMPEÑA (F)		MODO DE FALLO FUNCIONAL (FF)		CAUSAS POTENCIALES DE FALLO (FM)
Faja transportadora	1	Transportar el producto no deseado (desechos) hacia las instalaciones posteriores	A	Destemplamiento	1 Templadores desajustados
Cadena de transmisión	2	Hace poner en marcha la faja transportadora	A	Destemplamiento	1 Desgaste de la cadena
			B	Ruptura	1 Desgaste de cadena
					2 El operario no realizó la correcta lubricación

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 125. Hoja de Información del Tornillo sin Fin

Nombre de Equipo: Tornillo sin fin				Código: TOR8001	
Empresa: AGROINDUSTRIAS AIB S.A.				N° cuadro: 13/30	
PIEZA	FUNCIÓN QUE DESEMPEÑA (F)		MODO DE FALLO FUNCIONAL (FF)		CAUSAS POTENCIALES DE FALLO (FM)
Cadena De transmisión	1	Permite la elevación del tornillo hacia la tolva de desechos	A	Destiempo	1 Fatiga por las horas de trabajo
Plato de Tornillo	2	Permite que los desechos sean elevados hacia la tolva	A	Obstrucción	1 La cantidad de fruta produce un atascamiento
			B	Ruptura	1 Desgaste del plato

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 126. Hoja de Información de la Tolva Abastecedora

Nombre de Equipo: Tolva abastecedora				Código: TLV8001	
Empresa: AGROINDUSTRIAS AIB S.A.				N° cuadro: 14/30	
PIEZA	FUNCIÓN QUE DESEMPEÑA (F)		MODO DE FALLO FUNCIONAL (FF)		CAUSAS POTENCIALES DE FALLO (FM)
Válvula de seguridad	1	Tiene la función de abrir y cerrar el acceso de la fruta no deseada hacia la tolva	A	Desalineamiento	1 Por el mismo manejo constante del operario
Cadena de transmisión	2	Emite la fuerza para poder abrir el panel de ingreso hacia la tolva	A	Ruptura de cadena	1 El operario no realizó la correcta lubricación

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 127. Hoja de Información de los Shecker JBT

Nombre de Equipo: Schecker JBT					Código: SCH8001 - 8002 - 8003 - 9001	
Empresa: AGROINDUSTRIAS AIB S.A.					N° cuadro: 15/30	
PIEZA	FUNCIÓN QUE DESEMPEÑA (F)		MODO DE FALLO FUNCIONAL (FF)		CAUSAS POTENCIALES DE FALLO (FM)	
Rejillas	1	Hacer pasar a la medida el producto, en cubos de fruta y slach palta	A	Desalineamiento	1	Producto de las Vibraciones
			B	Ruptura	1	Desgaste producto de las vibraciones
Rodamientos (Motor)	2	Permite la rotación relativa del eje bajo carga, con precisión y con un rozamiento mínimo	A	Ruptura de rodamientos	1	Desgaste
Bobinas	3	Permite almacenar energía en un campo magnético mediante un fenómeno llamado autoinducción	A	Cortocircuito	1	Humedad de la misma nave de congelamiento
Rejillas	4	Hacer pasar a la medida el producto, en cubos de fruta y slach palta	A	Agrietado	1	Vibraciones de la máquina
			B	Ruptura	1	Vibraciones de la máquina

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 128. Hoja de Información de los Transportadores Elevadores

Nombre de Equipo: Transportador elevador					Código: TRA8001 - 8002 - 8003 - 8004	
Empresa: AGROINDUSTRIAS AIB S.A.					N° cuadro: 16/30	
PIEZA	FUNCIÓN QUE DESEMPEÑA (F)		MODO DE FALLO FUNCIONAL (FF)		CAUSAS POTENCIALES DE FALLO (FM)	
Chumaceras	1	Permite el giro del eje para que la faja se ponga en funcionamiento	A	Ruptura	1	Degaste de las chumaceras
Faja intralot	2	Transporta la materia prima (producto)	A	Ruptura	1	Atascamiento de materia prima
Piñon sproker	3	Hacer girar al transportador atravez del eje	A	Desalineamiento	1	No engrane entre piñón motriz (motor) y el conducido
Cadena de transmisión	4	Hace poner en marcha el transportador	A	Ruptura	1	El operario no realizó la correcta lubricación

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 129. Hoja de Información de los Transportadores de Selección

Nombre de Equipo: Transportador de selección					Código: TRA8005 - 8006 - 8007	
Empresa: AGROINDUSTRIAS AIB S.A.					N° cuadro: 17/30	
PIEZA	FUNCIÓN QUE DESEMPEÑA (F)		MODO DE FALLO FUNCIONAL (FF)		CAUSAS POTENCIALES DE FALLO (FM)	
Piñon sproker	1	Hacer girar al transportador a través del eje	A	Desalineamiento	1	No engrane entre piñón motriz y el conducido
Rodamientos	2	Permite la rotación relativa del eje bajo carga, con precisión y con un rozamiento mínimo	A	Ruptura	1	Falta de lubricación (operario)
					2	Desgaste
Faja de selección	3	Lleva la materia prima hacia el proceso de selección	A	Desalineamiento	1	Desgaste de la faja

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 130. Hoja de Información de la Cortadora Urshell

Nombre de Equipo: Cortadora Urshell					Código: TRO8001	
Empresa: AGROINDUSTRIAS AIB S.A.					N° cuadro: 18/30	
PIEZA	FUNCIÓN QUE DESEMPEÑA (F)		MODO DE FALLO FUNCIONAL (FF)		CAUSAS POTENCIALES DE FALLO (FM)	
Rodamientos (motor)	1	Permite la rotación relativa del eje bajo carga, con precisión y con un rozamiento mínimo	A	Ruptura de rodamientos	1	Desgaste de rodamientos
Cuchillas	2	Cortar la materia prima en rodajas o en trozos	A	Deformación	1	Fatiga de las cuchillas por el mismo estilo de trabajo
			B	Ruptura de cuchillas	1	Descuido de operario por no verificar el filo de las cuchillas
Plato de cortadora	3	Hacer girar las cuchillas	A	Agrietado	1	Desgaste por su funcionamiento
			B	Deformación	1	Fatiga al momento de cortar frutos duros o verdes
					2	Error de los que clasifican la fruta
C	Descalibración	1	Desajuste del plato producto de su mismo funcionamiento			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 131. Hoja de Información del Volteador de Bines

Nombre de Equipo: Volteador de Bines					Código: VOL8001	
Empresa: AGROINDUSTRIAS AIB S.A.					N° cuadro: 19/30	
PIEZA		FUNCIÓN QUE DESEMPEÑA (F)	MODO DE FALLO FUNCIONAL (FF)		CAUSAS POTENCIALES DE FALLO (FM)	
Cadena de transmisión	1	Transporta el bin hacia el inmersor	A	Ruptura	1	Falta de lubricación por el operario
Reten de bomba hidráulica	2	Es utilizado para evitar fugas o el intercambio no deseado de fluidos	A	ruptura de reten	1	Desgaste de reten

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 132. Hoja de Información del Volteador de Jabas

Nombre de Equipo: Volteador de Jabas					Código: VOL8002 - 8003	
Empresa: AGROINDUSTRIAS AIB S.A.					N° cuadro: 20/30	
PIEZA		FUNCIÓN QUE DESEMPEÑA (F)	MODO DE FALLO FUNCIONAL (FF)		CAUSAS POTENCIALES DE FALLO (FM)	
Cadena de transmisión	1	Hace girar las jabas hacia el inmersor	A	Ruptura de cadena	1	Falta de lubricación por el operario
Paletas	2	Transporta la jaba	A	Ruptura de paletas	1	Atascamiento de jaba por su mismo peso, producido por el operario
Prisioneros	3	Sirve para dar ajuste al piñón	A	Desajuste	1	El hilo del perno se desgasta

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 133. Hoja de Información del Descanicador

Nombre de Equipo: Descanicador					Código: DES8001	
Empresa: AGROINDUSTRIAS AIB S.A.					N° cuadro: 21/30	
PIEZA		FUNCIÓN QUE DESEMPEÑA (F)	MODO DE FALLO FUNCIONAL (FF)		CAUSAS POTENCIALES DE FALLO (FM)	
Ligas	1	Calibra según la medida deseada	A	Desalineamiento	1	Desgaste de las ligas
			B	Ruptura	1	Estiramiento
Rodillos	2	Giran entre sí para transportar la fruta al tamaño deseado	A	Desalineamiento	1	Fatiga del activo
			B	Deformación	1	Desgaste de rodillos
Chumaceras	3	Permite girar el eje de las ligas acoplado a un motor	A	Ruptura	1	Deterioro
					2	Falta de lubricación por operador

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 134. Hoja de Información de las Cepilladoras

Nombre de Equipo: Cepilladoras					Código: CEP8003 - 9001 - 9002 - 9003	
Empresa: AGROINDUSTRIAS AIB S.A.					N° cuadro: 22/30	
PIEZA	FUNCIÓN QUE DESEMPEÑA (F)		MODO DE FALLO FUNCIONAL (FF)		CAUSAS POTENCIALES DE FALLO (FM)	
Toberas	1	Provoca un salto de presión, al que corresponderá un aumento de velocidad	A	Obstrucción	1	Suciedad por el lavado de la fruta
			B	Obstrucción	1	Atascamiento de la fruta
Cepillos	2	Limpiar la suciedad de la materia prima	A	Ruptura de bujes	1	Fatiga de la Máquina
			B	Deformación	1	Desgaste de los cepillos
Bomba Centrifuga	3	Impulsa el chorro de agua para la limpieza de la materia	A	Fuga	1	Desgaste del sello Mecánico
Toberas	4	Provoca un salto de presión, al que corresponderá un aumento de velocidad	A	Obstrucción	1	Suciedad por el lavado de la fruta
			B	Obstrucción	1	Atascamiento de la fruta

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 135. Hoja de Información de la Clasificadora

Nombre de Equipo: Clasificadora					Código: CLF8001	
Empresa: AGROINDUSTRIAS AIB S.A.					N° cuadro: 23/30	
PIEZA	FUNCIÓN QUE DESEMPEÑA (F)		MODO DE FALLO FUNCIONAL (FF)		CAUSAS POTENCIALES DE FALLO (FM)	
Rodamientos	1	Gira el eje de la clasificadora	A	Ruptura	1	Desgaste de rodamientos
Cadena de Transmisión	2	Hace poner en marcha el clasificador según las medidas	A	Ruptura	1	Desgaste de la cadena
			B	Desalineamiento	1	Falta de lubricación por parte del operario
Reten	3	Se utiliza para evitar fugas o el intercambio no deseado de fluidos	A	Fuga de aceite	1	El retén no está sellado correctamente
Selenoides	4	Reconocer el limón según su tamaño y color	A	Descalibración de sensores	1	Fatiga del clasificador por las horas de trabajo

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 136. Hoja de Información de los Inmersores

Nombre de Equipo: Inmisor				Código: INM8001 - 8002 - 9001	
Empresa: AGROINDUSTRIAS AIB S.A.				N° cuadro: 24/30	
PIEZA	FUNCIÓN QUE DESEMPEÑA (F)		MODO DE FALLO FUNCIONAL (FF)		CAUSAS POTENCIALES DE FALLO (FM)
Cadena	1	Hace poner en marcha el inmisor en el proceso de lavado	A	Ruptura de transmisión	1 Por la misma fuerza del exceso de fruta (operario)
Tobera	2	Mediante esta impulsa el agua para lavar correctamente la fruta	A	Obstrucción	1 Suciedad por su misma recirculación se tapan las toberas
			B	Obstrucción	1 Suciedad por su misma recirculación se tapan las toberas

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 137. Hoja de Información de la Hiperbárica HPP

Nombre de Equipo: Hiperbárica HPP					Código: HPP8001	
Empresa: AGROINDUSTRIAS AIB S.A.					N° cuadro: 25/30	
PIEZA		FUNCIÓN QUE DESEMPEÑA (F)		MODO DE FALLO FUNCIONAL (FF)		CAUSAS POTENCIALES DE FALLO (FM)
Sensor de calibración	1	Se encarga de indicar cuando la vasija requiere ser calibrada	A	Desregulación	1	Humedad por el mismo ambiente en el que se trabaja
Vasija	2	Mantener el producto estático para que a través de la presión el producto pueda ser lavado para eliminar los microorganismos	A	Descalibración	1	Desgaste del mismo trabajo rutinario de la máquina
Válvula de descarga	3	Mantener la presión de la vasija (abrir y cerrar el pase de presión)	A	Ruptura	1	Desgaste de la válvula
Retenes (Tapón)	4	Hermetizar y sellar la vasija para que no halla fuga	A	Ruptura	1	Desgaste de retenes
Empaquetadura (Tapón)	5	Hermetizar y sellar la vasija para que no halla fuga	A	Fuga	1	Desgaste por el mismo tipo de trabajo de la máquina
Origin (Tapón)	6	Hermetizar y sellar la vasija para que no halla fuga	A	Ruptura	1	Desgaste de origin
Intercambiador (intensificador)	7	Le envía P° de agua a la vasija para que llegue a los 6000 mil bares que requiere	A	Recalentamiento	1	Por el mismo frio que libera del tanque de licol (sistema de recirculación)
Cilindros (intensificador)	8	Enviar el agua a P° de 6000 mil bares	A	Fuga de Presión de Agua	1	Desgaste de orrigins y empaquetaduras
Barrera de Seguridad	9	Sistema de seguridad (entrada y salida de la vasija)	A	Descalibración	1	Humedad
					2	Golpes que recibe del operador

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 138. Hoja de Información de las Cámaras de Maduración

Nombre de Equipo: Cámara de Maduración				Código: CAM8001 - 8002 - 8003 - 8004	
Empresa: AGROINDUSTRIAS AIB S.A.				N° cuadro: 26/30	
PIEZA	FUNCIÓN QUE DESEMPEÑA (F)		MODO DE FALLO FUNCIONAL (FF)		CAUSAS POTENCIALES DE FALLO (FM)
Evaporadores	1	Cambio de estado. Enfriar el ambiente de la cámara según T° necesaria.	A	Ruptura de hélices	1 Mal centrado del ventilador (hélices) de la cámara
Bobinado	2	Permite almacenar energía en un campo magnético mediante un fenómeno llamado autoinducción	A	Cortocircuito	1 Humedad, poco hermetizado
Rodamientos	3	Transfieren el movimiento, apoyan y guían componentes que giran entre sí.	A	Ruptura	1 Desgaste
					2 Fatiga

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 139. Hoja de Información del Túnel Estático

Nombre de Equipo: Túnel Estático				Código: EVA8036	
Empresa: AGROINDUSTRIAS AIB S.A.				N° cuadro: 27/30	
PIEZA	FUNCIÓN QUE DESEMPEÑA (F)		MODO DE FALLO FUNCIONAL (FF)		CAUSAS POTENCIALES DE FALLO (FM)
Manómetro	1	Medir la presión correcta del túnel	A	Saturación	1 No detecta la presión adecuada del túnel
					2 Mal manejo del operario
Evaporadores	2	Enfriar el ambiente de la cámara según T° necesaria.	A	Ruptura de hélices	1 Mal centrado del ventilador (hélices) de la cámara

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 140. Hoja de Información del Túnel IQF

Nombre de Equipo: Túnel IQF					Código: TUN8003	
Empresa: AGROINDUSTRIAS AIB S.A.					N° cuadro: 28/30	
PIEZA		FUNCIÓN QUE DESEMPEÑA (F)	MODO DE FALLO FUNCIONAL (FF)		CAUSAS POTENCIALES DE FALLO (FM)	
Evaporadores	1	Enfriar el ambiente de la cámara según T° necesaria.	A	Ruptura de hélices	1	Mal centrado del ventilador (hélices) del túnel
Bobinado	2	Permite almacenar energía en un campo magnético mediante un fenómeno llamado autoinducción	A	Cortocircuito	1	Humedad, poco hermetizado
Rodamientos	3	Transfieren el movimiento, apoyan y guían componentes que giran entre sí.	A	Ruptura	1	Desgaste
					2	Fatiga
Manómetro	4	Medir la presión correcta del túnel	A	Saturación	1	Puede ser por mal manejo de operario.
Piñones	5	Permite variar la relación de transmisión según en número de dientes.	A	Ruptura de dientes	1	Desgaste de piñones
Motorreductor	6	Regulación de velocidad de acuerdo a su uso	A	Ruptura de reten	1	Desgaste de reten

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 141. Hoja de Información de la Cámara de Producto Terminado

Nombre de Equipo: Cámara de producto terminado					Código: CAM8005	
Empresa: AGROINDUSTRIAS AIB S.A.					N° cuadro: 29/30	
PIEZA		FUNCIÓN QUE DESEMPEÑA (F)	MODO DE FALLO FUNCIONAL (FF)		CAUSAS POTENCIALES DE FALLO (FM)	
Bobinado	1	Permite almacenar energía en un campo magnético mediante un fenómeno llamado autoinducción	A	Cortocircuito	1	Humedad del ambiente

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 142. Hoja de Información del Detector de Metales

Nombre de Equipo: Detector de Metales				Código: DET8001 - 8002	
Empresa: AGROINDUSTRIAS AIB S.A.				N° cuadro: 30/30	
PIEZA		FUNCIÓN QUE DESEMPEÑA (F)	MODO DE FALLO FUNCIONAL (FF)		CAUSAS POTENCIALES DE FALLO (FM)
Sensor	1	Detectar partículas extrañas (metales)	A	Descalibración	1 Mal uso del operario
Faja transportadora	2	Transportar el producto ya sellado hacia el sensor	A	Destiemplamiento	1 Mal uso del operario
					2 Templadores desajustados

Fuente: Elaboración Propia

4.9.2. Resultados de la Hoja de Decisión

Se muestra en los siguientes cuadros el resultado de la empleación de hoja de decisión, en beneficio de la empresa Agroindustrias AIB S.A.

Tabla 143. Hoja de Decisión de los Tanques de Bombeo de Amoniaco

HOJA DE DECISIONES (RCM)			Equipo: Tanque de bombeo de Amoniaco										Facilitador: Juan Carlos Faya Silva			Fecha: 21/09/19	Cuadro N° 1 de 30
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta			Intervalo inicial (a=año, m=mes, s=semana, d=día)	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4					
							O1	O2	O3								
							N1	N2	N3								
Bomba de Tanque																	
1	A	1	N	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Inspección de estado de rodamientos y lubricación			Cada 2 meses	Mecánico
Motor																	
2	A	1	S	S	S	S	N	N	S	N	N	N	Realizar lubricación			Cada 2 meses	Operario
Válvula de Seguridad																	
3	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Capacitar al operario para el uso adecuado de la máquina			Cada mes	Ingeniero del Área
Tubería de Tanque																	
4	A	1	S	S	S	S	S	N	N	N	N	N	Inspección de soldadura hecha			Cada 15 días	Mecánico
Válvula de Presión																	
5	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Revisar estado de válvula y lubricación			Cada semana	Mecánico

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 144. Hoja de Decisión del Tanque de Líquido Refrigerante

HOJA DE DECISIONES (RCM)			Equipo: Tanque de líquido Refrigerante						Facilitador: Juan Carlos Faya Silva					Fecha: 21/09/19		Cuadro N° 2 de 30		
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta			Intervalo inicial (a=año, m=mes, s=semana, d=día)		A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4						
							O1	O2	O3									
							N1	N2	N3									
Tubería de tanque																		
1	A	1	S	N	S	S	N	N	S	N	N	N	Inspección de soldadura realizada y limpieza			Cada 15 días	Mecánico	
Bomba de Tanque																		
2	A	1	N	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Inspección de estado de rodamientos y lubricación			Cada 4 meses	Mecánico	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 145. Hoja de Decisión de los Tanques de Gas de Caliente

HOJA DE DECISIONES (RCM)			Equipo: Tanque de gas Caliente						Facilitador: Juan Carlos Faya Silva			Fecha: 21/09/19	Cuadro N° 3 de 30		
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta	Intervalo inicial (a=año, m=mes, s=semana, d=día)	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4			
							O1	O2	O3						
							N1	N2	N3						
Válvula de Presión															
1	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Capacitar al operario para el uso adecuado de la máquina	Cada mes	Ingeniero del Área
1	B	1	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Inspección de estado de válvula y lubricar	Cada 15 días	Operario
Tubería de tanque															
2	A	1	S	S	S	S	S	N	S	N	N	N	Inspección de soldadura realizada	Cada 15 días	Mecánico

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 146. Hoja de Decisión del Tanque Pulmón de Aire

HOJA DE DECISIONES (RCM)			Equipo: Tanque pulmón de aire						Facilitador: Juan Carlos Faya Silva					Fecha: 21/09/19	Cuadro N° 4 de 30	
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta		Intervalo inicial (a=año, m=mes, s=semana, d=día)	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4				
							O1	O2	O3							
Manómetro																
1	A	1	S	N	S	S	S	N	N	N	N	N	Capacitar al operario para el uso adecuado de la máquina	Cada mes	Ingeniero del Área	
Válvula de seguridad																
2	A	1	S	S	S	S	N	N	S	N	N	N	Actividad 1-A-1 competente			
2	B	1	S	S	S	S	N	S	S	N	N	N	Inspección de válvula y lubricar	Cada 15 días	Mecánico	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 147. Hoja de Decisión del Tanque Acumulador

HOJA DE DECISIONES (RCM)			Equipo: Tanque Acumulador										Facilitador: Juan Carlos Faya Silva			Fecha: 21/09/19	Cuadro N° 5 de 30
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta			Intervalo inicial (a=año, m=mes, s=semana, d=día)	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4					
							O1	O2	O3								
							N1	N2	N3								
Tubería de salida																	
1	A	1	N	N	S	S	N	N	S	N	N	N	Inspección de soldadura realizada y limpieza			Cada 15 días	Mecánico
1	B	1	S	S	S	S	S	N	N	N	N	N	Revisar que no exista fuga en la soldadura realizada y limpieza			Cada 15 días	Mecánico
Válvula de presión																	
2	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Capacitar al operario para el uso adecuado de la máquina			Cada mes	Ingeniero del Área
Tubería de salida																	
3	A	1	S	S	S	S	S	N	N	N	N	N	Actividad 1-B-1 competente				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 148. Hoja de Decisión del Ablandador

HOJA DE DECISIONES (RCM)			Equipo: Ablandador						Facilitador: Juan Carlos Faya Silva			Fecha: 21/09/19	Cuadro N° 6 de 30		
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta	Intervalo inicial (a=año, m=mes, s=semana, d=día)	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4			
							O1	O2	O3						
							N1	N2	N3						
Tubería 1															
1	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Inspección de soldadura realizada y limpieza	Cada 15 días	Mecánico
Válvulas															
2	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Inspección de válvula nueva y lubricar	Cada mes	Operario
Tubería 2															
3	A	1	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Actividad 1-A-1 competente		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 149. Hoja de Decisión del Recuperador de Amoniaco

HOJA DE DECISIONES (RCM)			Equipo: Recuperador de Amoniaco						Facilitador: Juan Carlos Faya Silva					Fecha: 21/09/19	Cuadro N° 7 de 30		
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta			Intervalo inicial (a=año, m=mes, s=semana, d=día)	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4					
							O1	O2	O3								
							N1	N2	N3								
Válvulas mangueras																	
1	A	1	S	S	S	S	N	N	S	N	N	N	Revisar estado de soldadura	Cada 15 días	Mecánico		
1	B	1	S	S	S	S	N	S	S	N	N	N	Capacitar al operario para el uso adecuado de la máquina	Cada mes	Ingeniero del Área		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 150. Hoja de Decisión de los Compresores Tornillos

HOJA DE DECISIONES (RCM)			Equipo: Compresor Tornillo										Facilitador: Juan Carlos Faya Silva		Fecha: 21/09/19	Cuadro N° 8 de 30
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta		Intervalo inicial (a=año, m=mes, s=semana, d=día)	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4				
							O1	O2	O3							
Cojinetes																
1	A	1	N	N	S	S	N	N	S	N	N	N	Realizar la lubricación respectiva		Cada 2 meses	Mecánico
1	B	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Filtrar lubricante y limpiar cojinete		Cada 2 meses	Mecánico
1	C	1	N	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Actividad 1-B-1 competente			
1	C	2	N	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Realizar engrasado de cojinetes		Cada 2 meses	Mecánico
Sello del eje																
2	A	1	S	N	S	S	N	N	S	N	N	N	Realizar cambio de empaquetadura		Cada 6 meses	Mecánico
Motor del Compresor																
3	A	1	S	N	S	S	S	N	N	N	N	N	Inspección y mantenibilidad al grupo electrógeno cada mes		Cada mes	Electricista
Tanque de Acumulación																
4	A	1	N	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Inspección de niveles de refrigerante		Cada mes	Mecánico

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 151. Hoja de Decisión de los Compresores de Aire

HOJA DE DECISIONES (RCM)			Equipo: Compresor de Aire										Facilitador: Juan Carlos Faya Silva			Fecha: 21/09/19	Cuadro N° 9 de 30
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta			Intervalo inicial (a=año, m=mes, s=semana, d=día)	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4					
							O1	O2	O3								
							N1	N2	N3								
Filtro de Aire																	
1	A	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Cambiar filtro periódicamente			Cada 6 meses	Mecánico
Filtro de Aceite																	
2	A	1	N	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Actividad 1-A-1 competente				
Tubería de Retorno																	
3	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Capacitar al operario para el uso adecuado de la máquina			Cada mes	Ingeniero del Área

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 152. Hoja de Decisión de los Secadores de Aire

HOJA DE DECISIONES (RCM)			Equipo: Secador de Aire										Facilitador: Juan Carlos Faya Silva		Fecha: 21/09/19	Cuadro N° 10 de 30
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta		Intervalo inicial (a=año, m=mes, s=semana, d=día)	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4				
							O1	O2	O3							
							N1	N2	N3							
Filtro de Aire																
1	A	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Cambiar filtro periódicamente		Cada 6 meses	Mecánico
1	A	2	N	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Capacitar al operario para el uso adecuado de la máquina		Cada mes	Ingeniero del Área
Tubería del Manómetro																
2	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Revisar temperatura y soldadura del manómetro		Cada semana	Operario
2	A	2	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Actividad 1-A-2 competente			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 153. Hoja de Decisión del Condensador Evaporativo

HOJA DE DECISIONES (RCM)			Equipo: Condensador Evaporativo						Facilitador: Juan Carlos Faya Silva					Fecha: 21/09/19		Cuadro N° 11 de 30				
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta					Intervalo inicial (a=año, m=mes, s=semana, d=día)		A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4								
							O1	O2	O3											
							N1	N2	N3											
Tubería de salida																				
1	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Inspección de estado de soldadura			Cada 15 días	Mecánico			
Eliminadores de gotas																				
2	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Inspección de alineamiento			Cada semana	Mecánico			
2	B	1	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Inspección de estado de soldadura			Cada 15 días	Mecánico			
Filtro de agua de la bandeja																				
3	A	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Cambiar filtro periódicamente			Cada 6 meses	Mecánico			
Bollas de niveles de agua																				
4	A	1	N	N	S	S	S	N	N	N	N	N	Realizar llenado de refrigerante			Cada 2 meses	Mecánico			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 154. Hoja de Decisión de la Faja Transportadora de Desechos

HOJA DE DECISIONES (RCM)			Equipo: Faja Transportadora de Desechos						Facilitador: Juan Carlos Faya Silva			Fecha: 21/09/19	Cuadro N° 12 de 30		
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta	Intervalo inicial (a=año, m=mes, s=semana, d=día)	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4			
							O1	O2	O3						
							N1	N2	N3						
Faja transportadora															
1	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Revisar templamiento de faja y hacer limpieza	Cada día	Operario
Cadena de transmisión															
2	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Inspección de cadena, lubricar y alinear	Cada semana	Operario
2	B	1	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Actividad 2-A-1 competente		
2	B	2	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Capacitar al operario para el uso adecuado de la máquina	Cada mes	Ingeniero del Área

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 155. Hoja de Decisión del Tornillo sin Fin

HOJA DE DECISIONES (RCM)			Equipo: Tornillo sin Fin						Facilitador: Juan Carlos Faya Silva			Fecha: 21/09/19	Cuadro N° 13 de 30		
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta	Intervalo inicial (a=año, m=mes, s=semana, d=día)	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4			
							O1	O2	O3						
							N1	N2	N3						
Cadena De transmisión															
1	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Inspección del estado de la cadena y hacer la lubricación respectiva	Cada semana	Operario
Plato de Tornillo															
2	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Inspección del tornillo y quitar fruta estancada si requiere	Cada semana	Operario
2	B	1	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Inspección del plato nuevo y lubricar	Cada 15 días	Mecánico

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 156. Hoja de Decisión de la Tolva Abastecedora

HOJA DE DECISIONES (RCM)			Equipo: Tolva Abastecedora						Facilitador: Juan Carlos Faya Silva				Fecha: 21/09/19	Cuadro N° 14 de 30	
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta	Intervalo inicial (a=año, m=mes, s=semana, d=día)	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4			
							O1	O2	O3						
							N1	N2	N3						
Válvula de seguridad															
1	A	1	S	S	N	N	N	N	S	N	N	N	Capacitar al operario para el uso adecuado de la máquina	Cada mes	Ingeniero del Área
Cadena de transmisión															
2	A	1	S	S	N	N	N	N	S	N	N	N	Actividad 1-A-1 competente		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 157. Hoja de Decisión de los Schecker JBT

HOJA DE DECISIONES (RCM)			Equipo: Schecker JBT										Facilitador: Juan Carlos Faya Silva			Fecha: 21/09/19	Cuadro N° 15 de 30
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta			Intervalo inicial (a=año, m=mes, s=semana, d=día)	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4					
							O1	O2	O3								
							N1	N2	N3								
Rejillas																	
1	A	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Revisar el estado de alineamiento y lubricar			Cada semana	Operario
1	B	1	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Revisa el estado de soldadura y el soporte a la ruptura			Cada día	Operario
Rodamientos (Motor)																	
2	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Inspección de rodamientos y lubricación			Cada 6 meses	Mecánico
Bobinas																	
3	A	1	S	S	S	S	S	N	N	N	N	N	Medición con megometro y pinzas amperimétricas			Cada 6 meses	Electricista
Rejillas																	
4	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Revisar el estado de soldadura de la grieta			Cada semana	Mecánico
4	B	1	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Actividad 1-B-1 competente				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 158. Hoja de Decisión de los Transportadores Elevadores

HOJA DE DECISIONES (RCM)			Equipo: Transportador Elevador					Facilitador: Juan Carlos Faya Silva					Fecha: 21/09/19	Cuadro N° 16 de 30	
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta	Intervalo inicial (a=año, m=mes, s=semana, d=día)	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4			
							O1	O2	O3						
Chumaceras															
1	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Inspección del estado de chumaceras y lubricar	Cada semana	Operario
Faja intralot															
2	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Inspección de montaje de la faja	Cada día	Mecánico
Piñon sproker															
3	A	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Revisar alineamiento y ajustar si es necesario	Cada semana	Mecánico
Cadena de transmisión															
4	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Capacitar al operario para el uso adecuado de la máquina	Cada mes	Ingeniero del Área

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 159. Hoja de Decisión de los Transportadores de Selección

HOJA DE DECISIONES (RCM)			Equipo: Transportador de Selección					Facilitador: Juan Carlos Faya Silva					Fecha: 21/09/19		Cuadro N° 17 de 30
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta	Intervalo inicial (a=año, m=mes, s=semana, d=día)	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4			
							O1	O2	O3						
Piñon sproker															
1	A	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Revisar alineamiento y ajustar si es necesario	Cada semana	Mecánico
Rodamientos															
2	A	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Capacitar al operario para el uso adecuado de la máquina	Cada mes	Ingeniero del Área
2	A	2	N	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Inspección de estado de rodamientos	Cada 4 días	Mecánico
Faja de selección															
3	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Revisar alineamiento de faja	Cada día	Operario

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 160. Hoja de Decisión de la Cortadora Urshell

HOJA DE DECISIONES (RCM)			Equipo: Cortadora Urshell						Facilitador: Juan Carlos Faya Silva			Fecha: 21/09/19	Cuadro N° 18 de 30		
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta	Intervalo inicial (a=año, m=mes, s=semana, d=día)	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4			
							O1	O2	O3						
							N1	N2	N3						
Rodamientos (motor)															
1	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Inspección de rodamientos y lubricación	Cada 6 meses	Mecánico
Cuchillas															
2	A	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Revisar el estado de las cuchillas y limpieza	Cada día	Mecánico
2	B	1	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Capacitar al operario para el uso adecuado de la máquina	Cada mes	Ingeniero del Área
Plato de cortadora															
3	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Inspección de soldadura del plato	Cada semana	Mecánico
3	B	1	N	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Revisar el estado del plato	Cada 15 días	Operario
3	B	2	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Actividad 2-B-1 competente		
3	C	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Revisar el estado del plato y calibrar si es necesario	Cada 3 días	Operario

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 161. Hoja de Decisión del Volteador de Bines

HOJA DE DECISIONES (RCM)			Equipo: Volteador de Bines										Facilitador: Juan Carlos Faya Silva		Fecha: 21/09/19	Cuadro N° 19 de 30	
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta			Intervalo inicial (a=año, m=mes, s=semana, d=día)	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4					
							O1	O2	O3								
							N1	N2	N3								
Cadena de transmisión																	
1	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Capacitar al operario para el uso adecuado de la máquina			Cada mes	Ingeniero del Área
Reten de bomba hidráulica																	
2	A	1	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Realizar el cambio de reten y lubricar			Cada 6 meses	Mecánico

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 162. Hoja de Decisión del Volteador de Jabas

HOJA DE DECISIONES (RCM)			Equipo: Volteador de Jabas						Facilitador: Juan Carlos Faya Silva					Fecha: 21/09/19		Cuadro N° 20 de 30				
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta					Intervalo inicial (a=año, m=mes, s=semana, d=día)		A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4								
							O1	O2	O3											
Cadena de transmisión																				
1	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Capacitar al operario para el uso adecuado de la máquina					Cada mes	Ingeniero del Área	
Paletas																				
2	A	1	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Inspección de paletas soldadas					Cada 4 días	Operario	
Prisioneros																				
3	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Inspección y ajuste de prisionero					Cada 3 días	Operario	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 163. Hoja de Decisión del Descanicator

HOJA DE DECISIONES (RCM)			Equipo: Descanicator						Facilitador: Juan Carlos Faya Silva			Fecha: 21/09/19	Cuadro N° 21 de 30		
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta	Intervalo inicial (a=año, m=mes, s=semana, d=día)	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4			
							O1	O2	O3						
							N1	N2	N3						
Ligas															
1	A	1	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Inspección de alineamiento de ligas	Cada día	Mecánico
1	B	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Revisar el pegado de ligas periódicamente	Cada día	Mecánico
Rodillos															
2	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Inspección de alineamiento de rodillos y lubricar	Cada semana	Operario
2	B	1	N	N	S	S	N	N	S	N	N	N	Inspección de estado de rodillos nuevos	Cada 15 días	Mecánico
Chumaceras															
3	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Inspección del estado de chumaceras y lubricar	Cada semana	Mecánico
3	A	2	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Capacitar al operario para el uso adecuado de la máquina	Cada mes	Ingeniero del Área

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 164. Hoja de Decisión de las Cepilladoras

HOJA DE DECISIONES (RCM)			Equipo: Cepilladoras										Facilitador: Juan Carlos Faya Silva		Fecha: 21/09/19	Cuadro N° 22 de 30
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta		Intervalo inicial (a=año, m=mes, s=semana, d=día)	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4				
							O1	O2	O3							
Toberas																
1	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Realizar la limpieza adecuada periódicamente de toberas		Cada semana	Mecánico
1	B	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Actividad 1-A-1 competente			
Cepillos																
2	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Inspección del estado de bujes		Cada mes	Mecánico
2	B	1	N	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Inspección del estado de los cepillos		Cada mes	Operario
Bomba Centrífuga																
3	A	1	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Revisar el estado del cello mecánico de la fuga		Cada 6 meses	Mecánico
Toberas																
4	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Realizar la limpieza adecuada periódicamente de toberas		Cada semana	Mecánico
4	B	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Actividad 4-A-1 competente			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 165. Hoja de Decisión de la Clasificadora

HOJA DE DECISIONES (RCM)			Equipo: Clasificadora										Facilitador: Juan Carlos Faya Silva			Fecha: 21/09/19	Cuadro N° 23 de 30
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta			Intervalo inicial (a=año, m=mes, s=semana, d=día)	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4					
							O1	O2	O3								
Rodamientos																	
1	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Inspección de rodamientos y lubricación			Cada 15 días	Mecánico
Cadena de Transmisión																	
2	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Inspección del estado de la cadena y hacer la lubricación respectiva			Cada 15 días	Mecánico
2	B	1	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Capacitar al operario para el uso adecuado de la máquina			Cada Mes	Ingeniero del Área
Reten																	
3	A	1	S	N	S	S	N	S	S	N	N	N	Verificar el estado del retén y lubricar			Cada 15 días	Mecánico
Solenooides																	
4	A	1	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Verificar el estado del solenoide			Cada 5 días	Mecánico

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 166. Hoja de Decisión de los Inmersores

HOJA DE DECISIONES (RCM)			Equipo: Inmersor						Facilitador: Juan Carlos Faya Silva			Fecha: 21/09/19	Cuadro N° 24 de 30		
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta	Intervalo inicial (a=año, m=mes, s=semana, d=día)	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4			
							O1	O2	O3						
							N1	N2	N3						
Cadena															
1	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Inspección del estado de la cadena y hacer la lubricación respectiva	Cada semana	Operario
Toberas															
2	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Realizar la limpieza adecuada de toberas	Cada 2 semanas	Mecánico
2	B	1	S	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Actividad 2-A-1 competente		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 167. Hoja de Decisión de la Hiperbárica HPP

HOJA DE DECISIONES (RCM)			Equipo: Hiperbárica HPP										Facilitador: Juan Carlos Faya Silva			Fecha: 21/09/19	Cuadro N° 25 de 30
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta			Intervalo inicial (a=año, m=mes, s=semana, d=día)	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4					
							O1	O2	O3								
							N1	N2	N3								
Sensor de calibración																	
1	A	1	N	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Inspección rutinaria y limpieza del sensor	Cada 5000 ciclos	Operario		
Vasija																	
2	A	1	N	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Inspección del estado de la vasija	Cada 5000 ciclos	Mecánico		
Válvula de descarga																	
3	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Verificar el estado de la válvula periódicamente	Cada Mes	Mecánico		
Retenes (Tapón)																	
4	A	1	N	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Verificar el estado de retenes y lubricar	Cada 5000 ciclos	Mecánico		
Empaquetadura (Tapón)																	
5	A	1	N	S	S	S	S	N	N	N	N	N	Inspección de estado de la empaquetadura	Cada Mes	Mecánico		
Origin (Tapón)																	
6	A	1	N	S	S	S	S	N	N	N	N	N	Inspección del estado del origin y lubricar	Cada 5000 ciclos	Mecánico		
Intercambiador (intensificador)																	
7	A	1	N	S	N	S	S	N	N	N	N	N	Verificar el ingreso de licol al intercambiador	Cada 5000 ciclos	Mecánico		

Cilindros (intensificador)															
8	A	1	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Verificar estado de empaquetaduras y origin	Cada Mes	Mecánico
Barrera de Seguridad															
9	A	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Inspección de nivel de humedad y hacer limpieza necesaria	Cada Mes	Mecánico
9	A	2	N	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Capacitar al operario para el uso adecuado de la máquina	Cada Mes	Ingeniero del Área

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 168. Hoja de Decisión de las Cámaras de Maduración

HOJA DE DECISIONES (RCM)			Equipo: Cámara de Maduración										Facilitador: Juan Carlos Faya Silva			Fecha: 21/09/19	Cuadro N° 26 de 30
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta			Intervalo inicial (a=año, m=mes, s=semana, d=día)	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4					
							O1	O2	O3								
							N1	N2	N3								
Evaporadores																	
1	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Inspección del centrado de las hélices y hacerle limpieza			Cada 4 meses	Mecánico
Bobinado																	
2	A	1	S	S	S	S	S	N	N	N	N	N	Medición con megometro y pinzas amperimétricas			Cada 6 meses	Electricista
Rodamientos																	
3	A	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Inspección de rodamientos y lubricación			Cada 3 meses	Mecánico
3	A	2	N	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Actividad 3-A-1 competente				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 169. Hoja de Decisión del Túnel Estático

HOJA DE DECISIONES (RCM)			Equipo: Túnel Estático										Facilitador: Juan Carlos Faya Silva			Fecha: 21/09/19	Cuadro N° 27 de 30
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta			Intervalo inicial (a=año, m=mes, s=semana, d=día)	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3								
							O1	O2	O3	H4	H5	S4					
Manómetro																	
1	A	1	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Inspección de la entrada del flujo y realizar la limpieza necesaria	Cada semana	Operario		
1	A	2	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Capacitar al operario para el uso adecuado de la máquina	Cada mes	Ingeniero del Área		
Evaporadores																	
2	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Inspección del centrado de las hélices y hacerle limpieza	Cada 4 meses	Mecánico		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 170. Hoja de Decisión del Túnel IQF

HOJA DE DECISIONES (RCM)			Equipo: Túnel IQF						Facilitador: Juan Carlos Faya Silva			Fecha: 21/09/19		Cuadro N° 28 de 30		
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta	Intervalo inicial (a=año, m=mes, s=semana, d=día)	A realizarse por	
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4				
							O1	O2	O3							N1
Evaporadores																
1	A	1	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Inspección del centrado de las hélices y hacerle limpieza	Cada 4 meses	Mecánico	
Bobinado																
2	A	1	S	S	S	S	S	N	N	N	N	N	Medición con megometro y pinzas amperimétricas	Cada 6 meses	Electricista	
Rodamientos																
3	A	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Inspección de rodamientos y lubricación	Cada 3 meses	Mecánico	
3	A	2	N	N	N	S	N	S	S	N	N	N	Actividad 3-A-1 competente			
Manómetro																
4	A	1	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Inspección de la entrada del flujo y realizar la limpieza necesaria	Cada semana	Operario	
Piñones																
5	A	1	N	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Inspección del alineamiento del piñón y lubricación	Cada 3 meses	Mecánico	
Motorreductor																
6	A	1	N	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Verificar estado de motorreductor y hacer limpieza	Cada 4 meses	Mecánico	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 171. Hoja de Decisión de la Cámara de Producto Terminado

HOJA DE DECISIONES (RCM)			Equipo: Cámara de Producto terminado						Facilitador: Juan Carlos Faya Silva					Fecha: 21/09/19	Cuadro N° 29 de 30		
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta			Intervalo inicial (a=año, m=mes, s=semana, d=día)	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4					
							O1	O2	O3								
Bobinado																	
1	A	1	S	S	S	S	S	N	N	N	N	N	Medición con megometro y pinzas amperimétricas			Cada 6 meses	Electricista

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 172. Hoja de Decisión del Detector de Metales

HOJA DE DECISIONES (RCM)			Equipo: Detector de Metales						Facilitador: Juan Carlos Faya Silva					Fecha: 21/09/19	Cuadro N° 30 de 30		
Referencia de Información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción a falta de			Tarea Propuesta			Intervalo inicial (a=año, m=mes, s=semana, d=día)	A realizarse por
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4					
							O1	O2	O3								
							N1	N2	N3								
Sensor																	
1	A	1	N	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Capacitar al operario para el uso adecuado de la máquina			Cada mes	Ingeniero del Área
Faja transportadora																	
2	A	1	S	S	N	S	N	S	S	N	N	N	Actividad 1-A-1 competente				
2	A	2	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Inspección del estado de templadores y ajustar si es necesario			Cada semana	Mecánico


Fuente: Elaboración Propia

4.9.3. Resultados de la Propuesta de Plan de Mantenimiento

4.9.3.1. Etapa 01: Ficha Técnica de Equipos

En el siguiente cuadro se mostrará el prototipo de modelo para realizar el inventario de equipos en la empresa Agroindustrias AIB S.A.

Tabla 173. Ficha Técnica de Equipos


FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS									
1. DATOS TÉCNICOS									
									
Código									
Nombre de Equipo									
Función que realiza									
Ubicación						Marca			
Tamaño						Modelo			
Peso						N° de serie			
Capacidad / Velocidad						Proveedor			
Línea de Proceso									
2. FECHAS									
Fecha de Fabricación:					Fecha de Instalación:				
Fecha Límite de Garantía:					Fecha de última Actualización				
3. COSTOS									
COSTO ORIGINAL (U\$)					COSTO DE REPOCICIÓN (U\$)				
COSTO ACTUAL (U\$)					COSTO DE MANTENIMIENTO:				
			AÑO			COSTO			%COSTO REPOCICIÓN
4. DATOS DE CONDICIÓN									
EFECTIVIDAD ACTUAL					IMPORTANCIA CRÍTICA				
ESTADO DEL EQUIPO					RESPONSABLE DIRECTO				
5. COMPONENTES									
NOMBRE DE PIEZA			N° SERIE / MODELO				CARACTERÍSTICAS		

Fuente: Elaboración Propia

4.9.3.2. Etapa 02: Hoja de Vida de Equipos

En el siguiente cuadro se mostrará el prototipo de modelo para realizar la Hoja de Vida en la empresa Agroindustrias AIB S.A, este documento nos va garantizar una manera correcta de realización del inventario de equipos y así facilitar la información de vida útil de los activos.

Tabla 174. Hoja de Vida de Equipos

	EMPRESA AGROINDUSTRIAS AIB S.A - MOTUPE		Código:
			Versión
	HOJA DE VIDA DE MÁQUINAS		Número de hoja:
			Página 1 de 1

NOMBRE DE MÁQUINA:		Tipo:		Operación (h):	
P: Principal		A: Auxiliar		B: Back Up	

ESPECIFICACIONES					
-------------------------	--	--	--	--	--

CÓDIGO:		PLANTA:	
MARCA:		LÍNEA DE PRODUCCIÓN:	
MODELO:		INVENTARIO:	
SERIE:		PROVEEDOR:	
UBICACIÓN:			

EQUIPO SISTEMA PIEZA

Cuenta con Manual:	SI	Antigüedad:	<input type="text"/>	Criticidad:	<input type="text"/>
	NO				1: Baja 2: Media 3: Alta

FECHA		Tiempo (Horas)	TRABAJO REALIZADO (Detallar)	Costo (Soles)	Personal Encargado
Inicio	Final				
00-Mes-00	00-Mes-00				

Fuente: Elaboración Propia

4.9.3.3. Etapa 03: Lista de Verificación (Check List)

En los siguientes cuadros se mostrará el prototipo de modelo para realizar la lista de Verificación de Equipos en la empresa Agroindustrias AIB S.A, esto garantizará un mejor control de los trabajos programados en una fecha específica y así garantizar el buen mantenimiento en los activos.

Tabla 175. Lista de Verificación (Check List)



CHECK LIST DE EQUIPOS DE SERVICIO (AGUA - COMPRESORES)

EQUIPOS	FECHA:						DPTO. MANTENIMIENTO					
	1ER TURNO						2DO TURNO					
	24	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
COMPRESORES TORNILLO (En Servicio)												
Presión de Descarga (BAR)												
Nivel de Aceite 25%, 50%, 75%, 100%												
Horas de Trabajo												
Amperaje de Motor												
Porcentaje de Operación (%)												
COMPRESORES DE AIRE (En Servicio)												
Presión de Descarga (BAR)												
Nivel de Aceite 25%, 50%, 75%, 100%												
Inspección de Filtros												
Horas de Trabajo												
Amperaje de Motor												
Porcentaje de Operación (%)												
SECADORES DE AIRE (En Servicio)												
Temperatura de Trabajo (N° 1) a °F												
Purga de Condensado												
Temperatura de Trabajo (N° 2) a °C												
Presión de Tanque Pulmón												
Purga de Condensado de tanque Pulmón												
CASETA DESAGUE INDUSTRIAL												
N° de Bomba en Funcionamiento												
Nivel de Agua												
Amperaje de la Bomba												
CISTERNA DE AGUA												
Nivel de Agua Cisterna												
N° de Bomba en Funcionamiento												
Presión de Operación												
Amperaje de Bomba en funcionamiento												
Medidor de Agua Frescos M3												
Medidor de Agua Congelados M3												
Horometro												
TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL												
Bombas en funcionamiento												
Dosificador Operativo												
Soplados de Aire en funcionamiento												
Horometro												

OBSERVACIONES

RESPONSABLE TURNO 1

RESPONSABLE TURNO 2

SUPERVISOR MANTENIMIENTO

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 176. Lista de Verificación (Check List)



CHECK LIST DE EQUIPOS DE FUERZA (CÁMARAS, GLICOL, CONDENSADORES)

EQUIPOS	FECHA:						DPTO. MANTENIMIENTO					
	1ER TURNO						2DO TURNO					
	24	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
TEMPERATURAS DE AMBIENTES												
Tº Cámara de Maduración #1												
Tº Cámara de Maduración #2												
Tº Cámara de Maduración #3												
Tº Cámara de Maduración #4												
Tº Sala de Proceso °C												
Tº Túnel Congelados Estático °C												
Tº Túnel IQF °C												
Tº Sala de Empaque °C												
Tº Sala Retal °C												
Tº Cámara de Producto Congelado °C												
Tº Pasillo Cámara de Producto Congelado °C												
Tº Sala Despacho Congelado °C												
Tº Túnel Frescos °C												
Tº Cámara de Producto Frescos °C												
Tº Pasillo Cámara de Producto Frescos °C												
Tº Embarque Frescos												
CONDENSADOR EVAPORATIVO												
Funcionamiento de Bombas												
Funcionamiento de Ventiladores												
Nivel de Agua de Tina												
Presión de Tánque Ricibidor (BAR)												
Nivel de Líquido Visor 25%, 50%, 75%, 100%												
TÁNQUE DE BOMBEO DE AMONIACO 3 (-10°C)												
Nº de Bomba en Operación												
Presión de Bomba (BAR)												
Nivel de Líquido %												
TÁNQUE DE BOMBEO DE AMONIACO 2 (-35°C)												
Nº de Bomba en Operación												
Presión de Bomba (BAR)												
Nivel de Líquido %												
TÁNQUE DE BOMBEO DE AMONIACO 1 (-42°C)												
Nº de Bomba en Operación												
Presión de Bomba (BAR)												
Nivel de Líquido %												
SISTEMA DE GLICOL												
Tº de Glicol												
Presión de Bomba #1 (proceso) (PSI)												
Presión de Bomba #2 (proceso) (PSI)												

Presión de Bomba #1 (empaquete) (PSI)														
Presión de Bomba #2 (empaquete) (PSI)														
T° Evaporador de Placas °C														
Presión de Bomba #1 de Evaporador (PSI)														
Presión de Bomba #2 de Evaporador (PSI)														
ABLANDADORES DE AGUA														
Presión de Alimentación de Agua (PSI)														
N° de Ablandador en Funcionamiento														

OBSERVACIONES _____

RESPONSABLE TURNO 1 _____
RESPONSABLE TURNO 2 _____


SUPERVISOR MANTENIMIENTO

Fuente: Elaboración Propia

4.9.3.4. Etapa 04: Orden de Trabajo de Mantenimiento (OTM)

En el siguiente cuadro se mostrará el prototipo de modelo para realizar la lista de Verificación de Equipos en la empresa Agroindustrias AIB S.A

Tabla 177. Orden de Trabajo de Mantenimiento (OTM)

	ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO (OTM)				Versión:	
					N° de OTM:	
					Página 1 de 1	
I. DATOS DEL EQUIPO Y DE LA ACTIVIDAD						
Código				Tipo de OTM		
Nombre de Máquina				Tipo de Mantenimiento		
Ubicación				Tipo de Falla		
Centro de Costo				Nivel de Criticidad		
II. FECHAS Y TIEMPOS						
Fecha de Emisión			Hora			Fecha Máxima Entrega
Fecha de Inicio			Hora			Duración Estimada
Fecha de Terminó			Hora			Duración Real
III. RESPONSABLES						
EMITIDO POR:		SOLICITADO POR:			AUTORIZADO POR:	
IV. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO						
Tipo de Trabajo						
Pasos a seguir:						
OPERACIÓN			HERRAMIENTAS	PRESUPUESTOS	OBSERVACIONES	


V. SUMINISTROS				
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD ESTIMADA	CANTIDAD REAL	DEVOLUCIONES
VI. PERSONAL REQUERIDO				
NOMBRE	CÓDIGO	HORAS NORMALES	HORAS EXTRAS	COSTOS TERCEROS
VII. OBSERVACIONES				

Fuente: Elaboración Propia

4.9.3.5. Etapa 05: Historia de los Equipos

En el siguiente cuadro se mostrará el prototipo de modelo para realizar el Historial de los Equipos en la empresa Agroindustrias AIB S.A, esto ayudará a determinar precios de la ejecución del Mantenimiento Programado, Mantenimiento Correctivo y Preventivo, inversión de repuestos y mano de Obra.

Tabla 178. Historia de los Equipos

HISTORIA DE LOS EQUIPOS									
N° de Equipo:		Nombre de Activo:				Código:			
Fecha de Adquisición:				Costo (soles):		Costo de reemplazo (soles):			
N° / Fecha	N° Orden de Trabajo	Descripción del trabajo realizado	Mano de Obra		Costo de Repuestos	Costo Total	Costo Acumulado		
			Horas	Costo					
1									
2									
3									
4									
5									

Fuente: Elaboración Propia

4.9.3.6. Etapa 06: Mantenimiento Preventivo

En los siguientes cuadros se mostrará el prototipo de modelo para realizar el Mantenimiento Preventivo de los Equipos en la empresa Agroindustrias AIB S.A

Tabla 179. Mantenimiento Preventivo de la Empresa Agroindustrias AIB S.A.



FECHA:

MANTENIMIENTO PREVENTIVO LÍNEA CONGELADOS - PLANTA 2

EQUIPOS	VOLTEADOR DE BINES		VOLTEADOR DE JABAS 1		VOLTEADOR DE JABAS 2		DESCANICADOR		CEPILLADORA 1		CEPILLADORA 2		CEPILLADORA 3		CEPILLADORA 4		CLASIFICADORA		INMERSOR 1		INMERSOR 2		TRANSPORTADOR ELEVADOR 1		TRANSPORTADOR ELEVADOR 2		TRANSPORTADOR ELEVADOR 3		TRANSPORTADOR DE SELECCIÓN 1		TRANSPORTADOR DE SELECCIÓN 2		TRANSPORTADOR DE SELECCIÓN 3	
	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R
TAREAS PRELIMINARES	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R
Lubricación de Chumaceras	T		T		T		T		T		T		T		T		D		D		T		T		T		S		S		S			
Lavado y lubriación de cadenas	S		S		S				S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S			
Nivel de Aceite de Motorreductor			S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S			
Ajuste de Prisioneros de piñones y chumaceras	S		S		S		D		D		D		D		D		D		D		D		D		D		D		D		D			
Ajusta de pernos y tuercas	D		D		D		D		D		D		D		D		D		D		D		D		D		D		D		D			
Inspección de faja transportadora			D		D										D		D		D		D		D		D		D		D		D			
Inspección de ligas							D								D																			
Inspección de resortes / paletas			T		T		D								D																			
Inspección de duchas									D		D		D		D		D		D															
Verificación de cepillos									D		D		D		D																			
Inspección de rodillos							S								D		D		D		S		S		S		S		S		S			
Inspección de estructura	S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S			
Inspección de faja de transmisión									D		D		D		D						S		S											
Inspección de obstrucción de toberas									S		S		S		S		S		S															
Inspección de filtros	D								D		D		D		D						S		S											
Inspección de Tambores			D		D										D					D		D		D		D		D		D		D		
Nivel de Aceite	D														D		S		S															
Inspección de cadena de transmisión	M		M		M										M		S		S		M		M		M		M		M		M			
Inspección de retenes y piñones sproker	M														M					S		S		S		S		S		S				
Inspección de Selenoides															T																			

OBSERVACIONES: _____

LEYENDA: P= PROGRAMADO R= REALIZADO D= DIARIO S= SEMANAL M= MENSUAL T= CADA 4 DÍAS E=EJECUTADO

SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO

JEFE DE PLANTA CONGELADOS

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 180. Mantenimiento Preventivo de la Empresa Agroindustrias AIB S.A.



FECHA:

MANTENIMIENTO PREVENTIVO LÍNEA CONGELADOS - PLANTA 2

EQUIPOS	INMERSOR 3		TRANSPORTADOR ELEVADOR 3		CAMARA DE MADURACIÓN 1		CAMARA DE MADURACIÓN 2		CAMARA DE MADURACIÓN 3		CAMARA DE MADURACIÓN 4		TORNILLO SIN FIN		TOLVA ABASTECEDORA		FAJA DE DESECHOS		SCHECKER JBT 1		SCHECKER JBT 2		SCHECKER JBT 3		SCHECKER JBT 4		COMPRESOR TORNILLO 1		COMPRESOR TORNILLO 2		COMPRESOR TORNILLO 3		COMPRESOR TORNILLO 4					
	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R		
TAREAS PRELIMINARES	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R		
Lubricación de Chumaceras y Cojinetes	D		D		M		M		M		M		D		D		D		D		D		D		D		M		M		M		M		M			
Ajuste de pernos , guardas y sistema de transmisión	D		D										D		S		D		D		D		D		D		S		S		S		S		S			
Inspección del funcionamiento de Bombas de agua	S																																					
Inspección de faja transportadora y alineamiento	D		D															D																				
Inspección de motorreductor y nivel de aceite	S		S										S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S			
Inspección de T° y funcionamiento de cámaras					T		T		T		T																											
Inpección de plato de tornillo													D																									
Inspección de guías regulables																		D		D		D		D		D												
Lubricación de cadena	S		S										S		S		S		S		S		S		S													
Inspección del sello del eje																											M		M		M		M		M		M	
Inspección del funcionamiento del Motor	D		D		D		D		D		D		D		S		D		D		D		D		D		S		S		S		S		S			
Inspección del tanque de Acumulación																											M		M		M		M		M		M	
Inspección de retenes y piñones sproker			S															S		S		S		S		S												
Inspección de obstrucción de toberas	S																																					
Inspección de Bobinado					M		M		M		M																M		M		M		M		M		M	
Inspección de evaporadores					M		M		M		M																											
Inspección de Rejillas																				S		S		S		S												
Inspección de Bobinas													S							M		M		M		M												
Inspección de Valvulas de seguridad															M																							

OBSERVACIONES:

LEYENDA: P= PROGRAMADO R= REALIZADO D= DIARIO S= SEMANAL M= MENSUAL T= CADA 4 DÍAS E=EJECUTADO

SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO

JEFE DE PLANTA CONGELADOS

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 181. Mantenimiento Preventivo de la Empresa Agroindustrias AIB S.A.



FECHA:

MANTENIMIENTO PREVENTIVO LÍNEA CONGELADOS - PLANTA 2

EQUIPOS	TANQUE DE B. DE AMONIACO 1		TANQUE DE B. DE AMONIACO 2		TANQUE DE B. DE AMONIACO 3		TANQUE DE LÍQUIDO	TANQUE DE GAS CALIENTE 1		TANQUE DE GAS CALIENTE 2		TANQUE PULMÓN DE AIRE	TANQUE ACUMULADOR	ABLANDADOR 1	ABLANDADOR 2	RECUPERADOR DE AMONIACO	COMPRESOR DE AIRE 1		COMPRESOR DE AIRE 2		SECADOR DE AIRE 1		SECADOR DE AIRE 2		CONDENSADOR EVAPORATIVO 1		CONDENSADOR EVAPORATIVO 2		
	P	R	P	R	P	R	P	P	R	P	R	P	P	P	P	P	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P
TAREAS PRELIMINARES	P	R	P	R	P	R	P	P	R	P	R	P	P	P	P	P	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	
Inspección de la Bomba de Tanque	M		M		M		M	M		M			S													S		S	
Inspección del buen funcionamiento de Motor	S		S		S		S	S		S																			
Inspección de la válvula de Seguridad	M		M		M		M	M		M		D	S	S	S											S		S	
Inspección de la Tubería del Tanque	T		T		T		T	T		T			S	S	S														
Inspección del Manómetro y presión de trabajo												S										S		S					
Inspección de tubería de salida	S		S		S		S	S		S				S	S			S		S	S	S		S		S		S	
Inspección de válvula de presión	S		S		S		S	S		S		D	D				D	S		S	S	S		S					
Verificar filtros de aire y aceite																	M		M		M		M						
Inspección de tubería de retorno																										S		S	
Inspección del eliminador de gotas																										S		S	
Verificar filtro de agua de la bandeja																										M		M	
Inspección de las bollas de nivel de agua																										M		M	
Inspección del funcionamiento de ventiladores																										S		S	
Verificar las presiones de las bombas	S		S		S		S	S		S			S													S		S	
Verificar la presión de alimentación de Agua														S	S											S		S	
Revisar los niveles de aceite	M		M		M		M	M		M			M				S	S		S	S	S		S		S		S	
Inspección de amperaje del motor																	M	M		M	M	M		M		M		M	
Inspección de buen funcionamiento de equipo	S		S		S		S	S		S		S	S	S	S		S	S		S	S	S		S		S		S	

OBSERVACIONES: _____

LEYENDA: P= PROGRAMADO R= REALIZADO D= DIARIO S= SEMANAL M= MENSUAL T= CADA 4 DÍAS E=EJECUTADO

SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO

JEFE DE PLANTA CONGELADOS

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 182. Mantenimiento Preventivo de la Empresa Agroindustrias AIB S.A.



FECHA:

MANTENIMIENTO PREVENTIVO LÍNEA CONGELADOS - PLANTA 2

EQUIPOS	CORTADORA URSHELL		HIPERBÁRICA HPP		TÚNEL ESTÁTICO		TÚNEL IQF		CAMARA DE PRODUCTO TERMINADO		CAMARA DE DESPACHO 1		CAMARA DE DESPACHO 2		DETECTOR DE METALES 1		DETECTOR DE METALES 2		MÓDULO HIDRA HPP		FAJA EMPAQUE L1		FAJA EMPAQUE L2		FAJA EMPAQUE L3			
	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R
TAREAS PRELIMINARES	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R
Inspección de rodamientos	S				S		S		S		S		S		S		S				S		S		S		S	
Inspección de cuchillas y plato	T																											
Verificar el sensor de calibración			S																S									
Inspección de vasija			M																M									
Inspección de válvula de descarga			S																S									
Inspección de retenes, empaquetadura y origen			M		S														M									
Inspección del intercambiador de calor			S																S									
Inspección de los cilindros			S																S									
Inspección de la barrera de seguridad			S																S									
Inspección de ventiladores					S		S		S		S		S															
Inspección de bobinado	M		M		S		S		S		S		S						M									
Inspección del Manometro y actuadores					D		S		S		S		S															
Inspección de piñones, motorreductor y nivel de aceite	S		S				M		M		M		M		S		S		S									
Inspección de estructura del equipo	D		D		D		D		D		D		D		D		D		D		D		D		D		D	
Inspección de filtros			D		D		D		D		D		D						D									
Inspección de ajuste de pernos, sistemas de transmisión	S		S				S		S		S		S		S		S		S		D		D		D		D	
Inspección de tuberías y válvulas de alimentación agua	D						D		S		S		S															
Inspección de poleas, tambores y fajas	D						D														D		D		D		D	
Inspección del buen funcionamiento de la máquina	S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S	
Inspección de evaporadores					S		S		S		S		S								S		S		S		S	

OBSERVACIONES:

LEYENDA: P= PROGRAMADO R= REALIZADO D= DIARIO S= SEMANAL M= MENSUAL T= CADA 4 DÍAS E=EJECUTADO

SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO


JEFE DE PLANTA CONGELADOS

Fuente: Elaboración Propia

- **Etapa 07: Organización de Equipos**

En el siguiente cuadro se mostrará el prototipo de modelo para la ficha de Análisis de Condición del Equipo en la empresa Agroindustrias AIB S.A

Tabla 183. Ficha de Condición de Análisis del Equipo

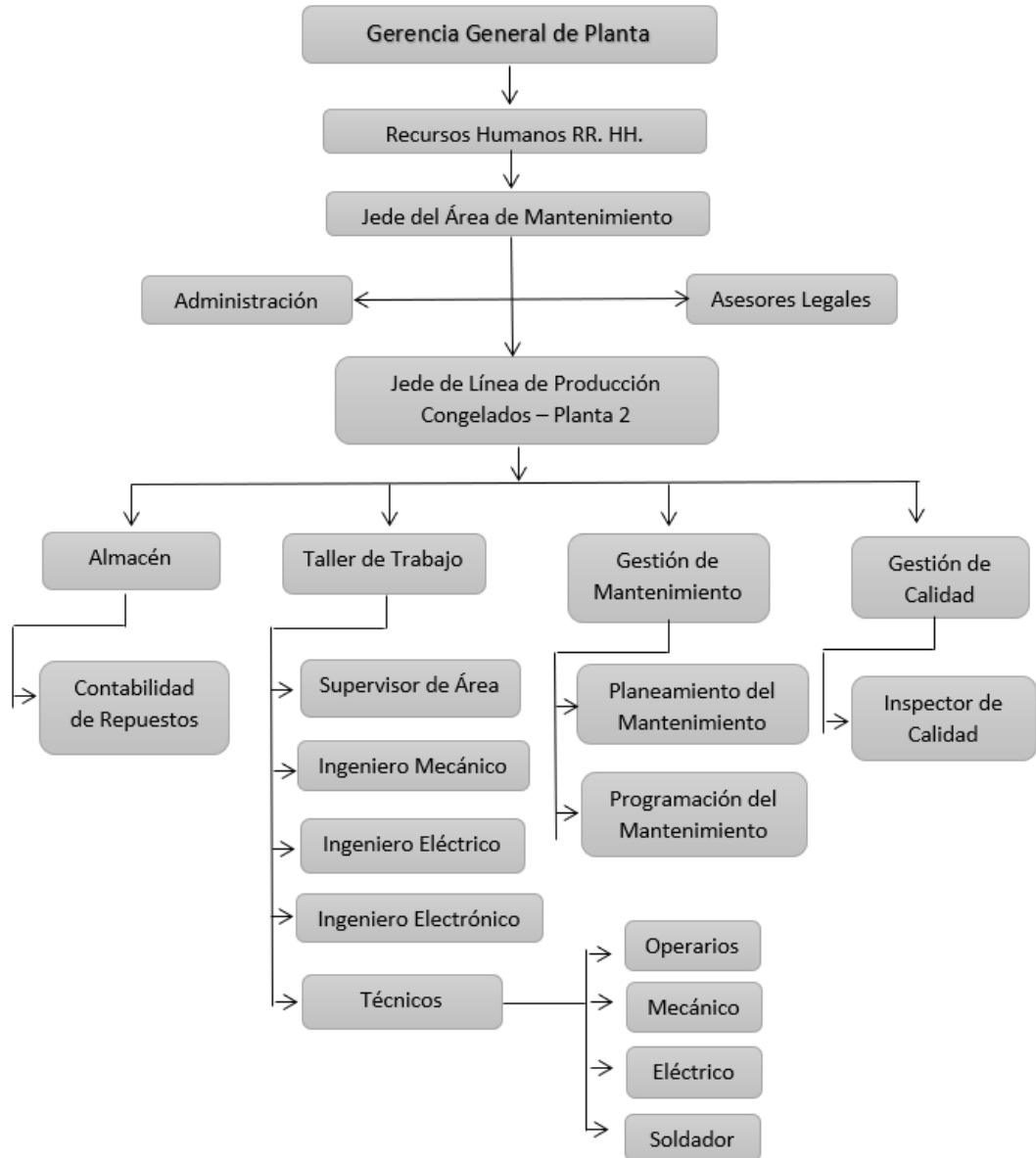
FICHA DE ANÁLISIS DE CONDICIÓN DEL EQUIPO						
Equipo N°:			Descripción del Equipo:			
Fecha:			Evaluado por:			
Escala de :	1. Malo	2. Regular	3. Promedio	4. Bueno	5. Excelente	Puntaje Global
Calificación:	1	2	3	4	5	
1. Confiabilidad						
Comentarios:						
Puntaje:						
2. Capacidad del Equipo						
¿Qué piensa que podría hacer su equipo (Eficiencia)?						
Comentarios:						
Puntaje:						
3. Condición General del Equipo						
Apariencia / limpieza:						
Facilidad de Operación:						
Seguridad / ambiente:						
Comentarios:						
Puntaje:						

Fuente: Elaboración Propia

- **Etapa 09: Organigrama de Mantenimiento**

El organigrama presentado muestra como está organizado el departamento de Mantenimiento usando estructuras jerárquicas y así llevar un mejor control de esta área.

Figura 84. Organigrama del Departamento de Mantenimiento para la empresa



Fuente: Elaboración Propia

4.10. Ejecución de la Evaluación Económica

- A continuación, se procederá a detallar las principales inversiones para la implementación de la propuesta:

➤ **Materiales y Suministros:**

Este listado es considerado para la ejecución del Mantenimiento y pueda abastecer las máquinas de la Línea de Congelados de la Empresa en un Periodo anual.

Tabla 184. Inversión de Materiales y Suministros

MATERIALES Y SUMINISTROS					
DESCRIPCIÓN	PRECIO UNIDAD	CANTIDAD	MARCA	CAPACIDAD	PRECIO
Lubricante Berulub FG-H2 SL	S/1,390	30	BECEM LT	25KG	S/41,700
Lubricante Berulub FG-H2 EP	S/1,050	30	BECEM LT	25 KG	S/31,500
Aceite Roto Inject NDURANCE	S/3,867	25	Atlas COPCO	209 L	S/96,663
Aceite Shell Spirax S2 ATF D2	S/3,867	25	SHELL	209 L	S/96,663
Grazas Multipurpose Grease N°3	S/2,500	25	BALMEROL	230 kg	S/62,500
Refrigerante R507	S/550	25	Raftmann	11.3 kg	S/13,750
Refrigerante R22	S/700	25	Raftmann	13.6 kg	S/17,500
Filtro de Aire	S/90	25	Atlas COPCO		S/2,250
Filtro de Aire separador de Válvula	S/10	30	Atlas COPCO		S/300
Filtro separador de Aceite	S/550	30	Atlas COPCO		S/16,500
Electrodos E313I-16 Acero Inoxidable	S/3.80	1000	Lanthanated		S/3,800
Electrodos de Tungsteno	S/25.80	500	Lanthanated		S/12,900
				TOTAL	S/396,025.00

Fuente: Elaboración Propia

➤ **Equipos de Protección Personal y Herramientas:**

El siguiente listado de inversión es favorable para los trabajadores de Mantenimiento que laboran en la Empresa, para el cuidado de su integridad física y cumpla con las normas de Seguridad. Son 9 personas encargada del Área de Mantenimiento (Mecánicos, Electricistas y Operarios), todos ellos guiados por el Ingeniero de la Línea de Congelados. Esta Inversión también tiene como objetivo la buena aplicación del RCM y por eso es necesario la compra de Herramientas manuales y Equipos.

Tabla 185. Inversión de Equipos de Protección Personal y Herramientas

EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL Y HERRAMIENTAS			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO
Anteojos de Protección	20	S/8.40	S/168.00
Calzado Dielectrico	20	S/70	S/1,400.00
Botas Blancas	20	S/25	S/500.00
Delantales Blancos	20	S/55	S/1,100.00
Cazco contra Impacto y orejeras	20	S/54	S/1,080.00
Careta para Soldar	5	S/129	S/645.00
Guantes para Soldar	5	S/35	S/175.00
Guantes contra sustancias Químicas	20	S/7	S/140.00
Mandiles para altas Temperaturas	20	S/11	S/220.00
Mascarillas desechables	1 caja (50 mascarillas)	S/3	S/150
Ropa de Trabajo	20	S/45	S/900
Máquina de Soldar	5	S/3,850	S/19,250
Herramientas y equipos para la ejecución del Mantenimiento			S/150,000
TOTAL			S/175,728.00

Fuente: Elaboración Propia

➤ **Ingresos Anuales:**

Según el registro de los últimos 5 años de la línea de Congelados de la Empresa Agroindustrias AIB, sus ingresos anuales oscilan entre los 10 a 13 millones de soles. Entonces con estos valores obtenidos, tomamos el último flujo de ingresos que es de S/13,986,530.00 anual. Por esta razón este valor será tomado como referencia de Ingresos al aplicar el RCM en la empresa.

Tabla 186. Ingresos Anuales de los últimos 5 años de la empresa

AÑO	INGRESOS ANUAL
2014	S/11,578,990
2015	S/11,990,450
2016	S/12,299,578
2017	S/12,743,965
2018	S/13,986,530
Valor Promedio	S/12,519,903

Fuente: Elaboración Propia

➤ **Mano de Obra:**

En el siguiente cuadro se verá la remuneración de los trabajadores de manera Mensual y Anual. Se considera beneficios como: Escolaridad que se desembolsa en el mes de Febrero. También se toma en cuenta dos gratificaciones en Julio y Diciembre.

Tabla 187. Remuneración Anual de la Mano de Obra

COSTOS HORA - HOMBRE MANO DE OBRA															
PERSONAL	PUESTO EN EMPRESA	SUELDO HORA/DÍA	ENERO	FEBRERO + ESCOLA.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO + GRATIF.	AGOSTO	SEPTIEM.	OCTUBRE	NOVIEM.	DICIEM. + GRATIF.	COSTO ANUAL
Miltón Yamunaque	Ingeniero de Área	S/150.30	S/4,659.30	S/8,416.80	4659.30	S/4,509.00	S/4,659.30	S/4,509.00	S/9,318.60	4659.30	S/4,509.00	S/4,659.30	S/4,509.00	S/9,318.60	68386.50
Tulio del Castillo Martínez	Mecánico	63	1953	3528	1953	1890	1953	1890	3906	1953	1890	1953	1890	3906	28665.00
Oscar Enriquez Becerra	Operario	65	2015	3640	2015	1950	2015	1950	4030	2015	1950	2015	1950	4030	29575.00
Carlos Riojas Rodriguez	Electricista	63	1953	3528	1953	1890	1953	1890	3906	1953	1890	1953	1890	3906	28665.00
José Severino Torres	Operario	65	2015	3640	2015	1950	2015	1950	4030	2015	1950	2015	1950	4030	29575.00
Jhan Carlo Dias Severino	Electricista	63	1953	3528	1953	1890	1953	1890	3906	1953	1890	1953	1890	3906	28665.00
Victor Enrique Cajo Cespedes	Operario	65	1705	3640	2015	1950	2015	1950	4030	2015	1950	2015	1950	4030	29265.00
Herlys Obando Torres	Mecánico	63	1953	3528	1953	1890	1953	1890	3906	1953	1890	1953	1890	3906	28665.00
Robert Velasquez Navarrete	Mecánico	63	1953	3528	1953	1890	1953	1890	3906	1953	1890	1953	1890	3906	28665.00
Carlos Alberto Carlos Jeri	Electricista	63	1953	3528	1953	1890	1953	1890	3906	1953	1890	1953	1890	3906	28665.00
TOTAL		S/723.30	22112.30	40504.80	22422.30	21699.00	22422.30	21699.00	44844.60	22422.30	21699.00	22422.30	21699.00	44844.60	328791.50

Fuente: Elaboración Propia

➤ **Capacitaciones al Personal de Mantenimiento:**

Para un mejor desempeño laboral de los trabajadores es necesario realizar anualmente las capacitaciones respectivas acerca del funcionamiento del Departamento del mantenimiento con el único fin de optimizar niveles productivos evitando paradas inesperadas. Una persona debidamente con la experiencia requerida se encargará de realizar estas capacitaciones:

- Número de sesiones: 8
- Número de horas por sesión: 2
- Número de Personas: 9
- Costo Hora/Hombre: S/ 30.

Entonces, se determina que el monto de las capacitaciones a los trabajadores de la empresa de manera Anual excede a S/4320.

➤ **Inversión Total de la Propuesta:**

Tabla 188. Inversión total de la propuesta

INVERSIÓN TOTAL DE PROPUESTA	
DESCRIPCIÓN	IMPORTE
Materiales y Suministros	S/396,025
Equipos de Protección Personal	S/25,728
Herramientas	S/150,000
Mano de Obra	S/328,791.50
Capacitaciones	S/4,320
TOTAL	S/904,865

Fuente: Elaboración Propia

➤ **Resultado de VAN y TIR:**

Tabla 189. Resultado de VAN y TIR de la propuesta

AÑOS	0	1	2	3	4	5
FLUJO DE INGRESOS		S/2,937,171	S/3,230,888	S/3,553,977	S/3,909,375	S/4,300,313
FLUJO DE EGRESOS		S/2,877,037.50	S/3,020,889.38	S/3,171,933.84	S/3,330,530.54	S/3,497,057.06
FLUJO NETO	-S/904,864.50	S/60,133.80	S/209,999.06	S/382,043.43	S/578,844.46	S/803,255.44
INVERSIÓN INICIAL	S/904,864.50					
TASA DE DESCUENTO	7%					
VAN Y TIR						
VAN (Valor Actual Neto)	0	S/56,199.81	S/183,421.31	S/311,861.24	S/441,597.67	S/572,710.03
VAN	S/660,925.56					
TIR	24%					

Fuente: Elaboración Propia

V. CONCLUSIONES

- Mediante la realización de la Auditoria aplicada en la empresa Agroindustrias AIB S.A., se tuvo como resultado un promedio de 52% en la totalidad de las áreas de Mantenimiento en la Línea de Congelados, también nos indica que el área más ineficiente es el Análisis del Resultado de Mantenimiento con un 32,9% indicando una desorganización en dicha área de la empresa.

Por otra parte, según el valor obtenido del OEE con un resultado de 80%. Nos indica según su clasificación que se encuentra en un nivel Bueno, con una situación aceptable. No obstante, se generan ligeras pérdidas económicas las cuales se pueden erradicar realizando medidas de mantenimiento que disminuyan las fallas que afecta netamente a la producción.

- Con la aplicación del Análisis de Criticidad a los 60 equipos de la empresa Agroindustrias AIB y siguiendo la metodología que se estableció se obtuvo como resultado:
 - 7 equipos críticos
 - 24 equipos importantes
 - 29 equipos regulares

Este resultado es muy importante ya que nos muestra las prioridades que la empresa debe tener con los activos que se encuentren en estados críticos y así establecer con jerarquía tareas adecuadas para un mejor control de la conservación de su vida útil.

- Con el método gráfico en la hoja logarítmica se puede observar que de las 60 máquinas analizadas: 1 equipo presenta fallas dentro de su etapa Infantil ($\beta < 1$), la cual su posible causa sería problemas al momento de diseñar o en el montaje. Tenemos 2 equipos que presentan fallas aleatorias ($\beta = 1$), la cual se puede reducir con una correcta ejecución del Mantenimiento para poder garantizar la disponibilidad del equipo y por último tenemos 57 equipos que presentan fallos por desgaste ($\beta > 1$), esto se debe a que algunos equipos ya tengan años de antigüedad y por eso los equipos pueden fallar en cualquier momento, para esto aplicamos el RCM para una mayor disponibilidad de los equipos en su totalidad.
- Con la aplicación del AMEF y según la clasificación del Número de Prioridad de Riesgo (RPN) que analizaron las fallas presentadas de los 60 equipos, se obtuvo lo siguiente:
 - 25 fallas inadmisibles
 - 32 fallas de reducción
 - 56 fallas permisibles

Al obtener como resultado 113 fallas se debe tener claro la planificación del Mantenimiento para contrarrestar la presencia de fallos y así tener una mayor conservación de los equipos. Es importante tener en stock repuestos

que ayuden a la reparación de equipos con los diferentes tipos de modo de fallos en la empresa Agroindustrias AIB S.A.

- Al resolver las preguntas del Árbol de decisión podemos obtener tipos de consecuencias según el modo de fallo. Con los datos de la hoja de información ya obtenidas, podemos establecer las tareas preliminares que se ejecutará en un día establecido, quién estará a cargo de la realización del Mantenimiento y que tiempo tomará esta ejecución, tal y como se muestra en la hoja de Decisiones.
Se propuso un plan de acción del Mantenimiento a la empresa Agroindustrias AIB S.A. en la línea de Congelados para una mejor organización y control de sus activos, se tomará en cuenta las etapas establecidas para ayudar a que la empresa sea reconocida a Nivel Mundial siendo respaldada por su calidad de Producción.
- Al realizar la Evaluación Económica de la Propuesta realizada (RCM), nos muestra como resultado un VAN de S/660,925.56 en donde indica que el proyecto de implementación es viable. El valor obtenido del TIR es de 24%, supera a la tasa de interés en un periodo de 5 años. Por lo tanto, se define que este proyecto es **Rentable**.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar capacitaciones constantemente al personal donde le den a conocer el estado en el que se encuentra el área de Mantenimiento de la Empresa, mediante el dialogo se podrá crear una cultura Organizacional entre ambas partes y así tomar en cuenta las recomendaciones para poder generar un mejor ambiente laboral, esto ayudara a que el personal de la empresa se sienta a gusto con su trabajo y contribuya a que la empresa crezca exitosamente.
- Es importante realizar una planificación adecuada y programar fechas exactas donde la empresa no genere pérdidas a niveles de Producción al momento de realizar las tareas propuestas de Mantenimiento. Su objetivo es poder disminuir los tiempos que el activo tendrá que parar para ejecutar la tarea. Cumplir con el tiempo establecido ayudara a que sus indicadores mejoren sus tiempos y la producción sea beneficiada.
- Se recomienda realizar el inventario del stock de repuestos mensualmente para poder tener cifras seguras y así utilizarlos cuando se requiera. Es importante tener en cuenta los niveles de criticidad de los equipos para poder considerarlo en la adquisición de piezas que posiblemente en un futuro requieran cambios. Esto nos permitirá manejar de manera correcta la ejecución del Mantenimiento en la Empresa.
- Se recomienda emplear de manera correcta el RCM para poder erradicar las fallas que quedaron en un historial y que no vuelva a suceder en un tiempo determinado. Para esto la buena ejecución del Mantenimiento brindará la confianza necesaria en los activos de la Empresa lo cual se verá mostrado en el OEE.
- Se recomienda emplear el nuevo plan de Mantenimiento establecido en esta Tesis, cuya finalidad es poder contribuir con el progreso de la empresa y así disminuir los diferentes tipos de parada de Producción ya sea por presencia de fallas o por mala ejecución del Operario. El RCM mejorará los indicadores de Mantenimiento de esta Organización y los resultados se podrán ver en sus niveles de Producción.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- [1] E. P. Adán, J. C. F. Santander, A. M. León y D. N. R. M. O. Rodríguez, «ENFOQUE DE PROCESOS PARA LA REDUCCIÓN DE PAROS DE MÁQUINAS MEDIANTE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD. IMPACTO EN LA ECONOMÍA COMO RAMA DE LAS CIENCIAS SOCIALES,» *Magazine de las Ciencias*, 2017.
- [2] E. D. P. Quintanilla, «IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM) AL SISTEMA DE IZAJE MINERAL, DE LA COMPAÑÍA MINERA MILPO, UNIDAD “EL PORVENIR”,» Universidad Nacional de Ingeniería, Lima - Perú, 2015.
- [3] «Sistema de Manufactura: Líneas de Producción,» *Word Pres*, 2011.
- [4] E. E. P. Medina, «Diseño de un Plan de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) para una Paletizadora de Sacos de Cemento,» Universidad de Oriente, Anzoátegui - Venezuela, 2010.
- [5] J. L. R. Grass y J. A. S. Cabezas, «IMPLEMENTACIÓN DE RCM PARA LOS ACTIVOS CRÍTICOS DE MATERIAS PRIMAS DE UNA FÁBRICA DE VIDRIO,» UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS, Bogota D.C - Colombia, 2017.
- [6] «Tipos de Mantenimiento,» RENOVETEC, 2018. [En línea]. Available: <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento>.
- [7] N. J. R. Zayas, «PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA LINEAS EMBOTELLADORAS DE BEBIDAS CARBONATADAS EN PET DEL ESTADO ZULIA,» Universidad de Zulia, Zulia - Venezuela, 2016.
- [8] Y. G. García, «Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad a bombas más defectuosas en el Hotel “Iberostar Ensenachos”,» Universidad Central Marta Abreu de las Villas, Santa Clara - Cuba, 2017.
- [9] J. L. Amendola, *Gestión de Proyectos de Activos Industriales: Mantenimiento Central en la Confiabilidad (RCM)*, Valencia, 2006.
- [10] D. H. M. GRAJALES, Y. O. SÁNCHEZ y M. PINZÓN, «LA CONFIABILIDAD, LA DISPONIBILIDAD Y LA MANTENIBILIDAD, DISCIPLINAS MODERNAS APLICADAS AL MANTENIMIENTO,» *Scientia et Technica*, nº 30, 2006.
- [11] F. De la Rosa, «Principios de Confiabilidad,» *UVEG*, 2012.
- [12] S. G. Garrido, «Indicadores de Mantenimiento,» [En línea]. Available: <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/300-indicadores-en-mantenimiento>.
- [13] L. R. Castellanos, «Desarrollo de Sistemas de Información: Mantenimiento de Sistemas,» 11 Julio 2009. [En línea]. Available: <https://desarrollodesistemas.wordpress.com/tag/mantenimiento-de-sistemas>.

- [14] W. S. L. FARINANGO, «ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM) DE LA CENTRAL HIDRÁULICA ILLUCHI N° 2,» Universidad de las Fuerzas Armadas, Ecuador, 2014.
- [15] S. G. Garrido, «Mantenimiento Industrial: Auditorias de Mantenimiento,» *RENOVETEC*, 2009.
- [16] M. A. C. YÁÑEZ, «Diseño de un Plan de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad en la Industria Metal Mecánica CERINSA E.I.R.L,» Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo - Piura, 2015.
- [17] M. D. C. Burga, «APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD A MOTORES A GAS DE DOS TIEMPOS EN POZOS DE ALTA PRODUCCIÓN,» Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima - Perú, 2010.
- [18] «Mantenimiento Centrado en Confiabilidad,» *Automated Fabrication*, Universidad de Piura.
- [19] A. Q. Morante, «Indicadores de Mantenimiento,» *Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo*, Chiclayo - Perú.
- [20] «Operación Industrial: Overall Equipment Effectiveness,» *Visión Industrial*, 2012.
- [21] J. C. Ramirez y H. F. Moreno, «ELABORACIÓN DE UN ANÁLISIS DE CRITICIDAD Y DISPONIBILIDAD PARA LA ATRACCIÓN X-TREME DEL PARQUE MUNDO AVENTURA, TOMANDOCOMO REFERENCIA LAS NORMAS, SAE JA1011 Y SAE JA1012,» *UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS - Bogotá*, 2017.
- [22] J. T. d. Pino, «NTP 331: Fiabilidad de la Dsitribución Weibull,» *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo*, 1994.
- [23] H. H. P. C. Edawrd Galeano Hernández, «ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA EN EL PROCESO DE EXTRUSIÓN – SOPLADO EN PLACA S.A.,» *Universidad Distriral Francisco José de Caldas, Bogota*, 2017.
- [24] L. A. R. Martinez, *Mantenimiento de Activos*, Chiclayo: Programa de Formación Continua, 2016.

VIII. ANEXOS

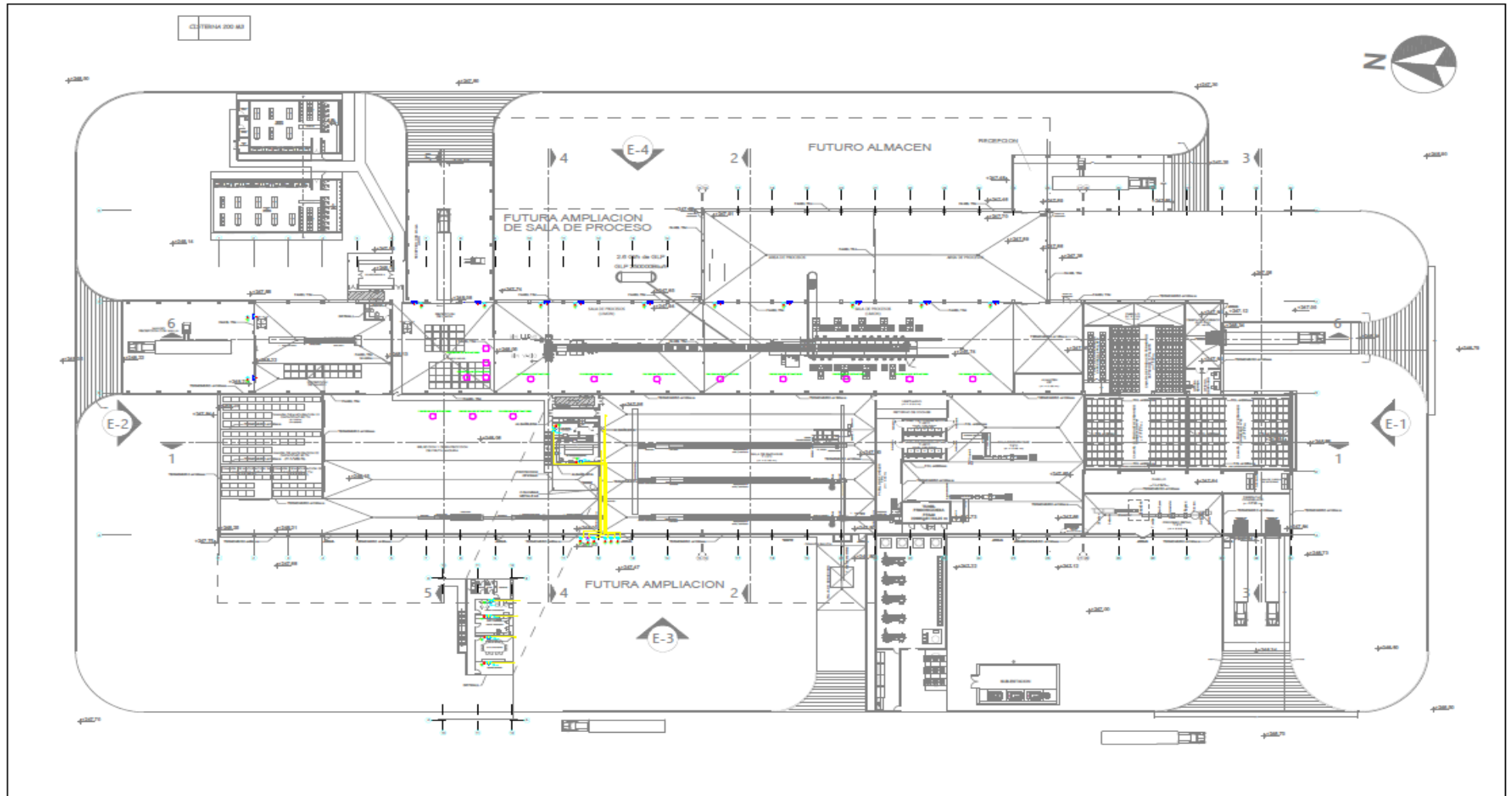
Anexo 01. Rangos de la Mediana según la clasificación y el número de fallas acumuladas (horas)

Rango de la Mediana										
j \ n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	50.00	29.289	20.630	15.910	12.945	10.910	9.428	8.300	7.412	6.697
2		70.711	50.000	38.573	31.381	26.445	22.849	20.113	17.962	16.226
3			79.370	61.427	50.000	42.141	36.412	32.052	28.624	25.857
4				84.090	68.619	57.859	50.000	44.015	39.308	35.510
5					87.055	73.555	63.588	55.984	50.000	45.169
6						89.090	77.151	67.948	60.691	54.831
7							90.572	79.887	71.376	64.490
8								91.700	82.038	74.142
9									92.587	83.774
10										93.303

Rango de la Mediana										
j \ n	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	6.107	5.613	5.192	4.830	4.516	4.240	3.995	3.778	3.582	3.406
2	14.796	13.598	12.579	11.702	10.940	10.270	9.678	9.151	8.677	8.251
3	23.578	21.669	20.045	18.647	17.432	16.365	15.422	14.581	13.827	13.147
4	32.380	29.758	27.528	25.608	23.939	22.474	21.178	20.024	18.988	18.055
5	41.189	37.853	35.016	32.575	30.452	28.589	26.940	25.471	24.154	22.967
6	50.000	45.951	42.508	39.544	36.967	34.705	32.704	30.921	29.322	27.880
7	58.811	54.049	50.000	46.515	43.483	40.823	38.469	36.371	34.491	32.795
8	67.620	62.147	57.492	53.485	50.000	46.941	44.234	41.823	39.660	37.710
9	76.421	70.242	64.984	60.456	56.517	53.059	50.000	47.274	44.830	42.626
10	85.204	78.331	72.472	67.425	63.033	59.177	55.766	52.726	50.000	47.542
11	93.893	86.402	79.955	74.392	69.548	65.295	61.531	58.177	55.170	52.458
12		94.387	87.421	81.353	76.061	71.411	67.296	63.629	60.340	57.374
13			94.808	88.298	82.568	77.525	73.060	69.079	65.509	62.289
14				95.169	89.060	83.635	78.821	74.529	70.678	67.205
15					95.484	89.730	84.578	79.976	75.846	72.119
16						95.760	90.322	85.419	81.011	77.033
17							96.005	90.849	86.173	81.945
18								96.222	91.322	86.853
19									96.418	91.749
20										96.594

Fuente: NTP 331. Fiabilidad de la Distribución Weibull

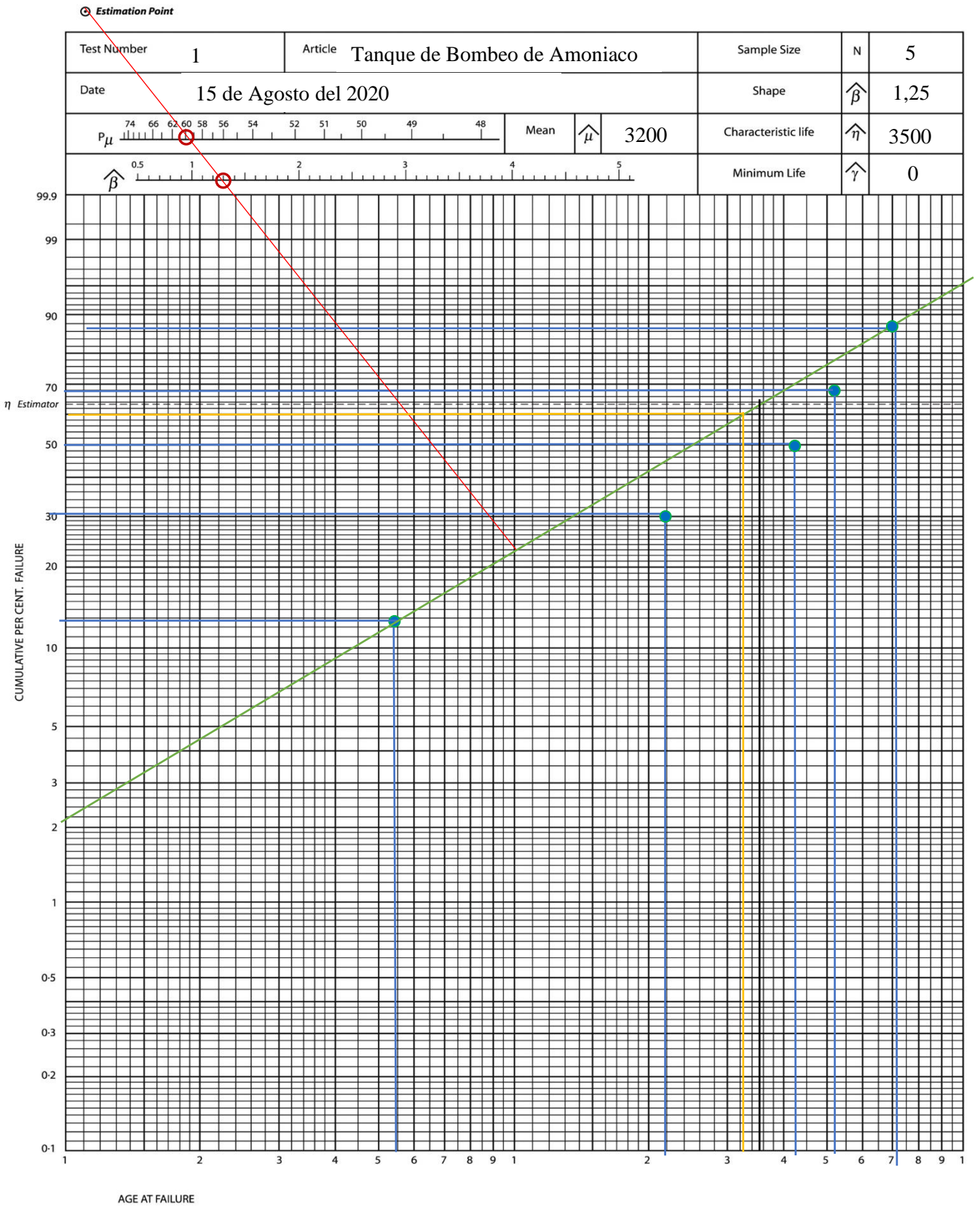
Anexo 02. Plano de Ubicación de Máquinas de la Línea Congelados en la empresa Agroindustrias AIB S.A. - MOTUPE



Observaciones		Título: AGROINDUSTRIAS AIB S.A.-MOTUPE - LÍNEA DE CONGELADOS		Plano n°: 01
ESCALA	Un. dim. m	USAT EIME	Dibujado por: Juan Carlos Faya Silva	Hoja n°: 01
1 : 250			Comprobado por:	Fecha: 03/09/2020
				Fecha:

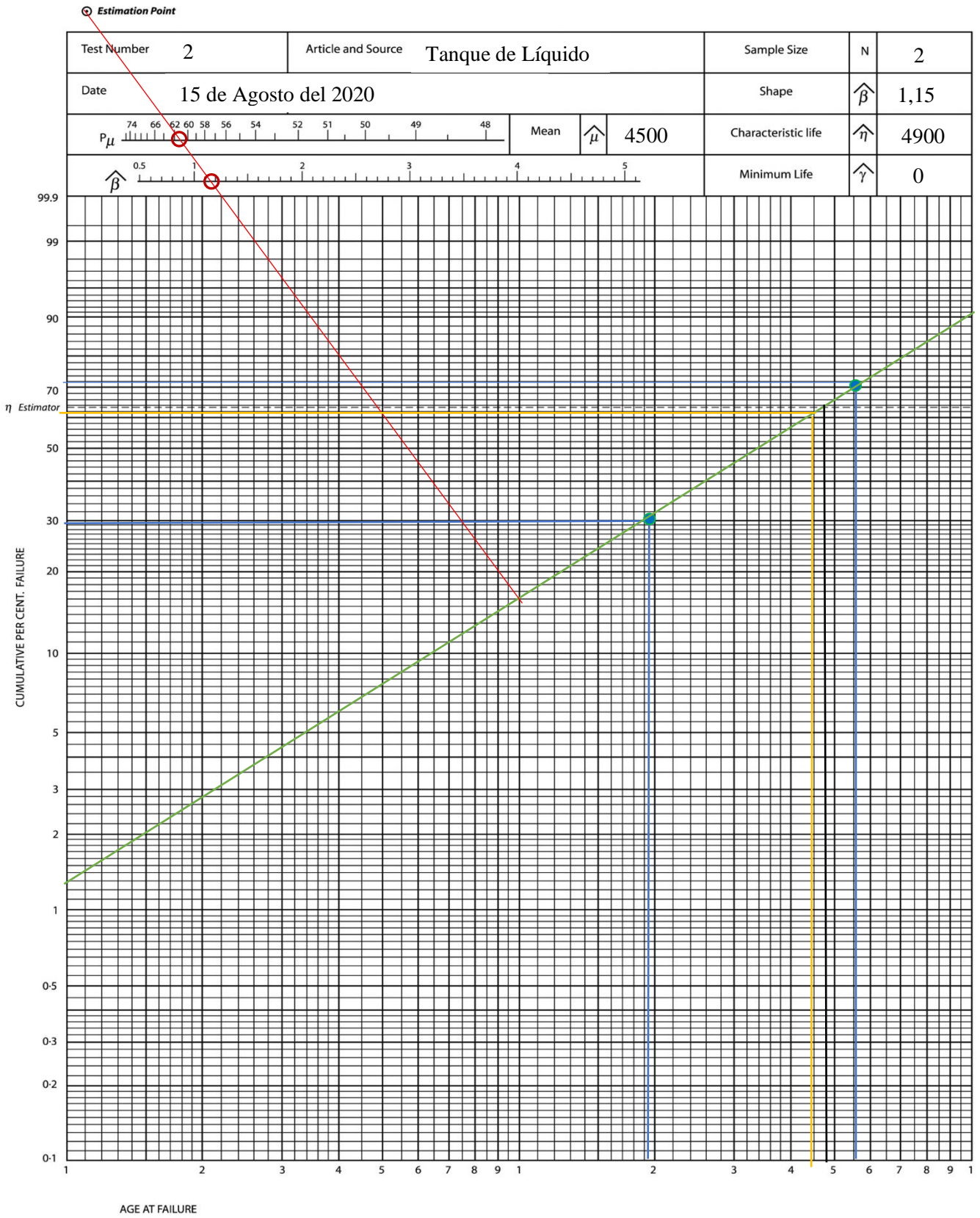
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 03. Gráficas de Parámetros de Vida de Tanques de Bombeo de Amoniaco



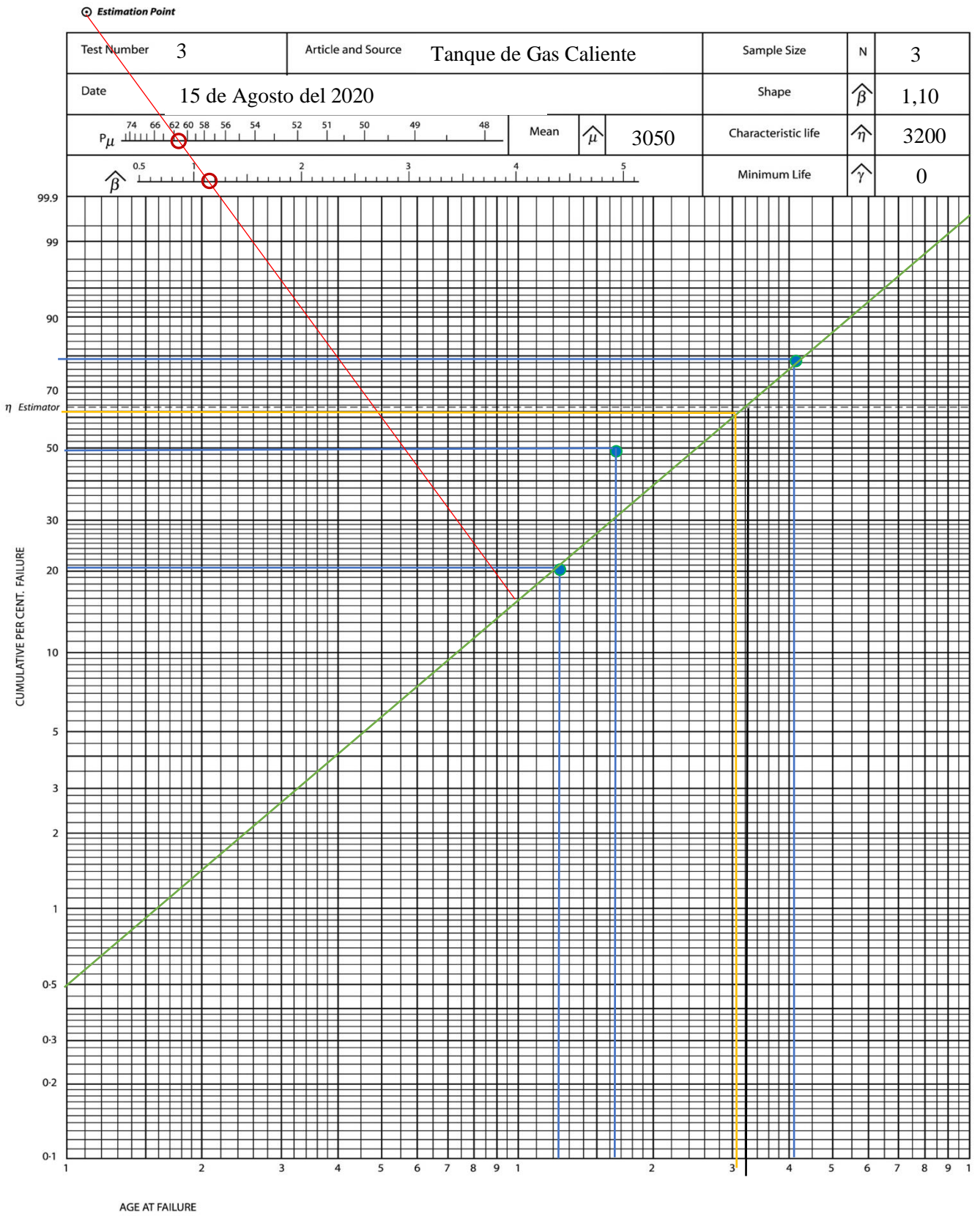
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 04. Gráficas de Parámetros de Vida de Tanques de Líquido



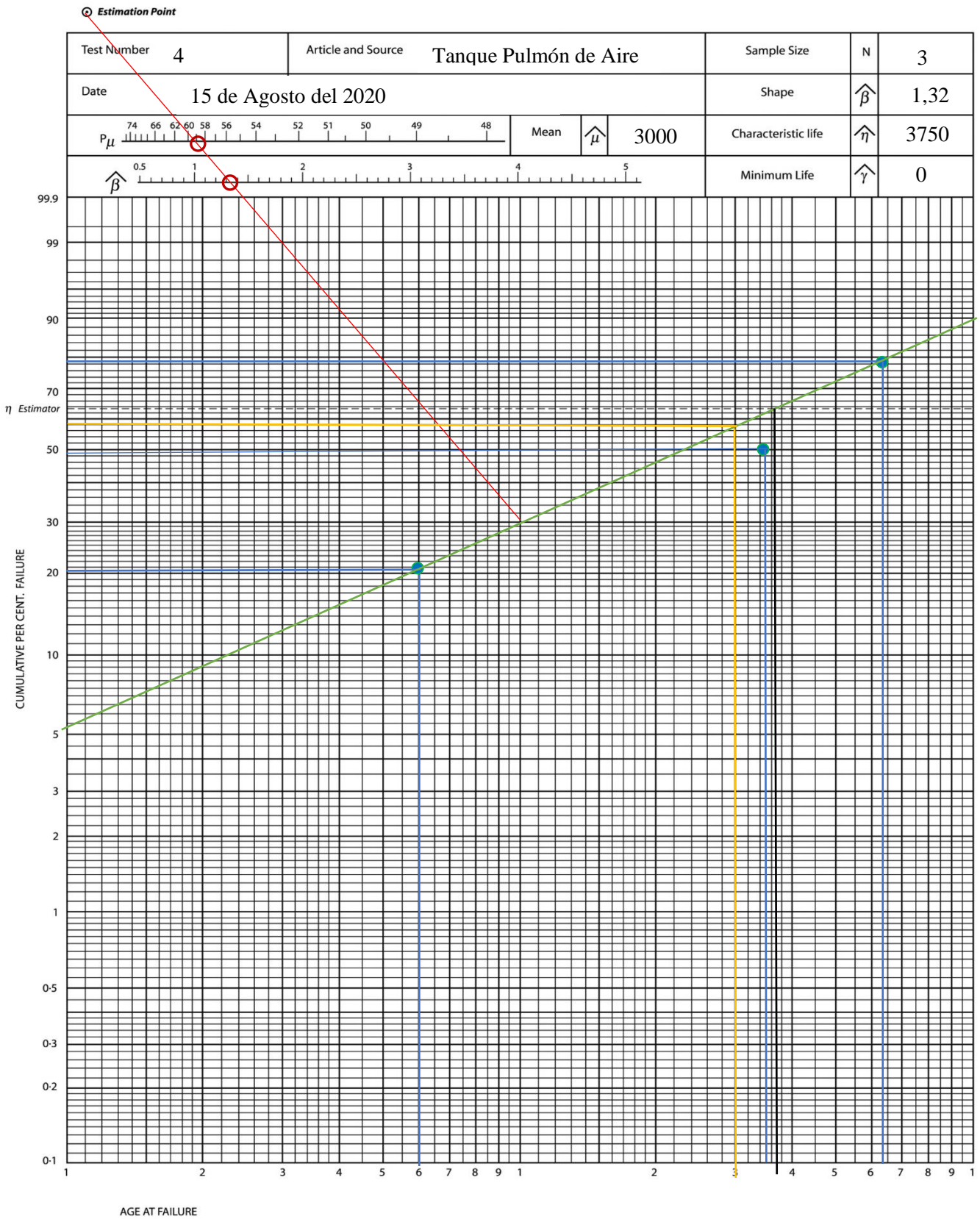
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 05. Gráficas de Parámetros de Vida de los Tanques de Gas Caliente



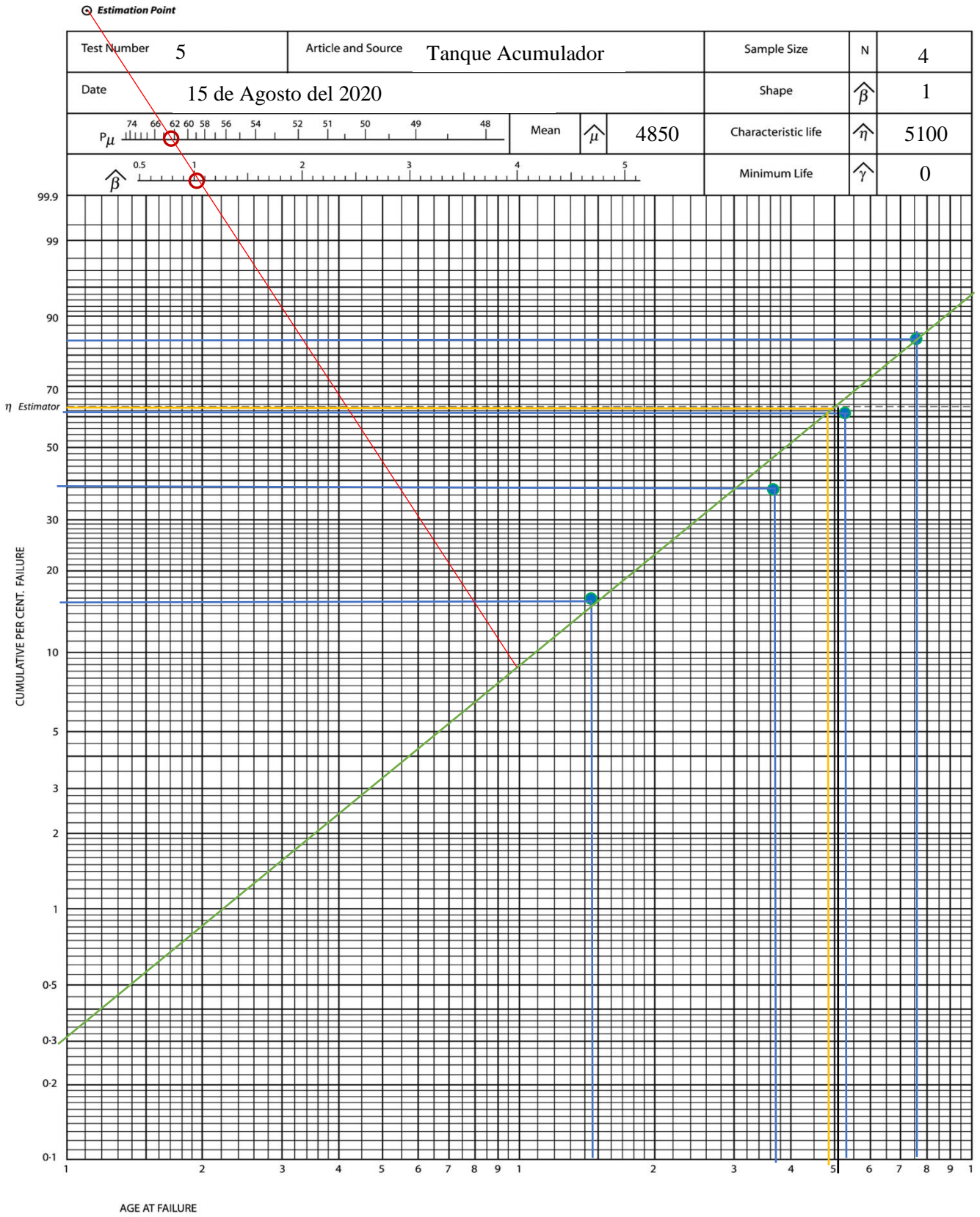
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 06. Gráficas de Parámetros de Vida de los Tanques Pulmón de Aire



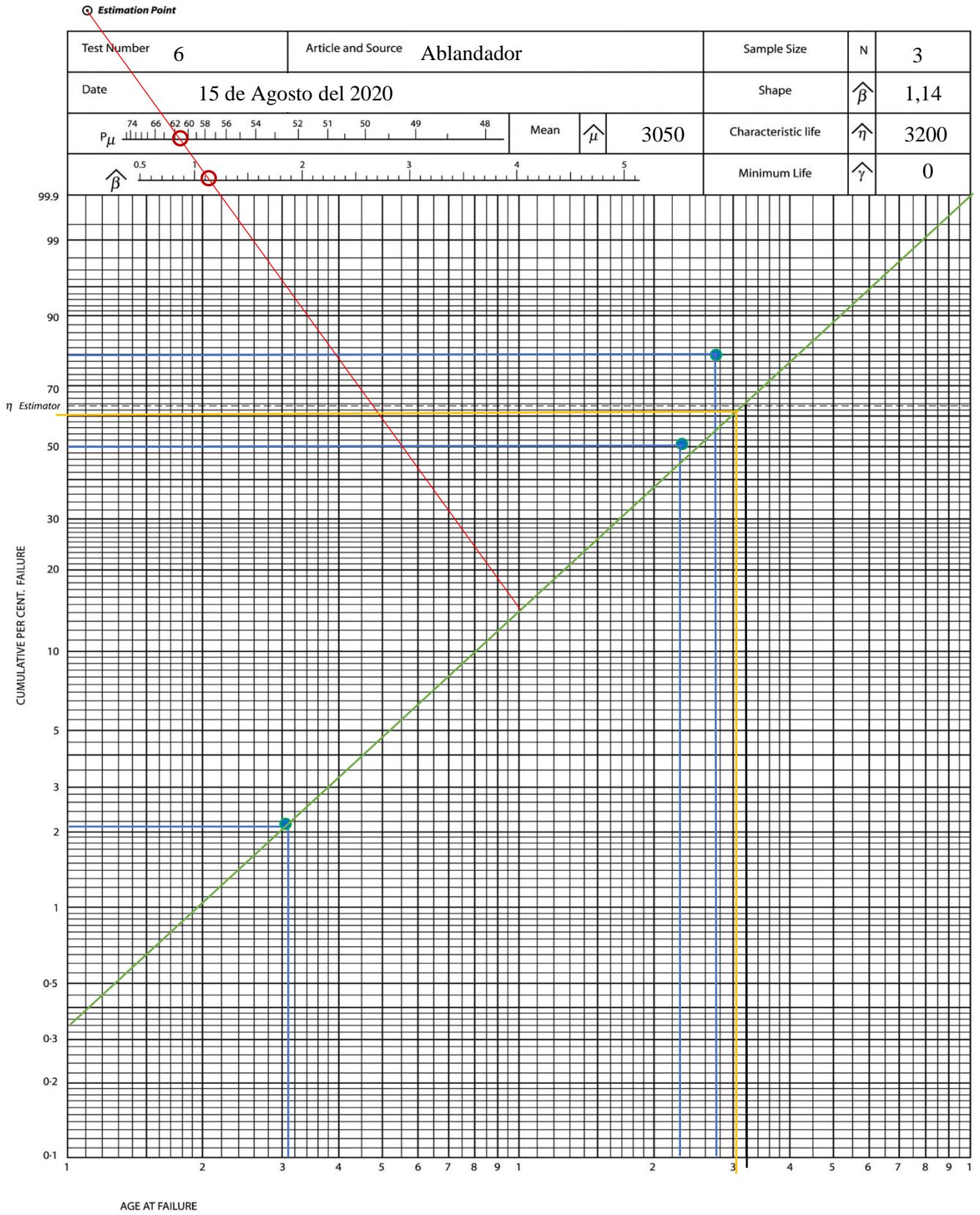
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 07. Gráficas de Parámetros de Vida del Tanque Acumulador



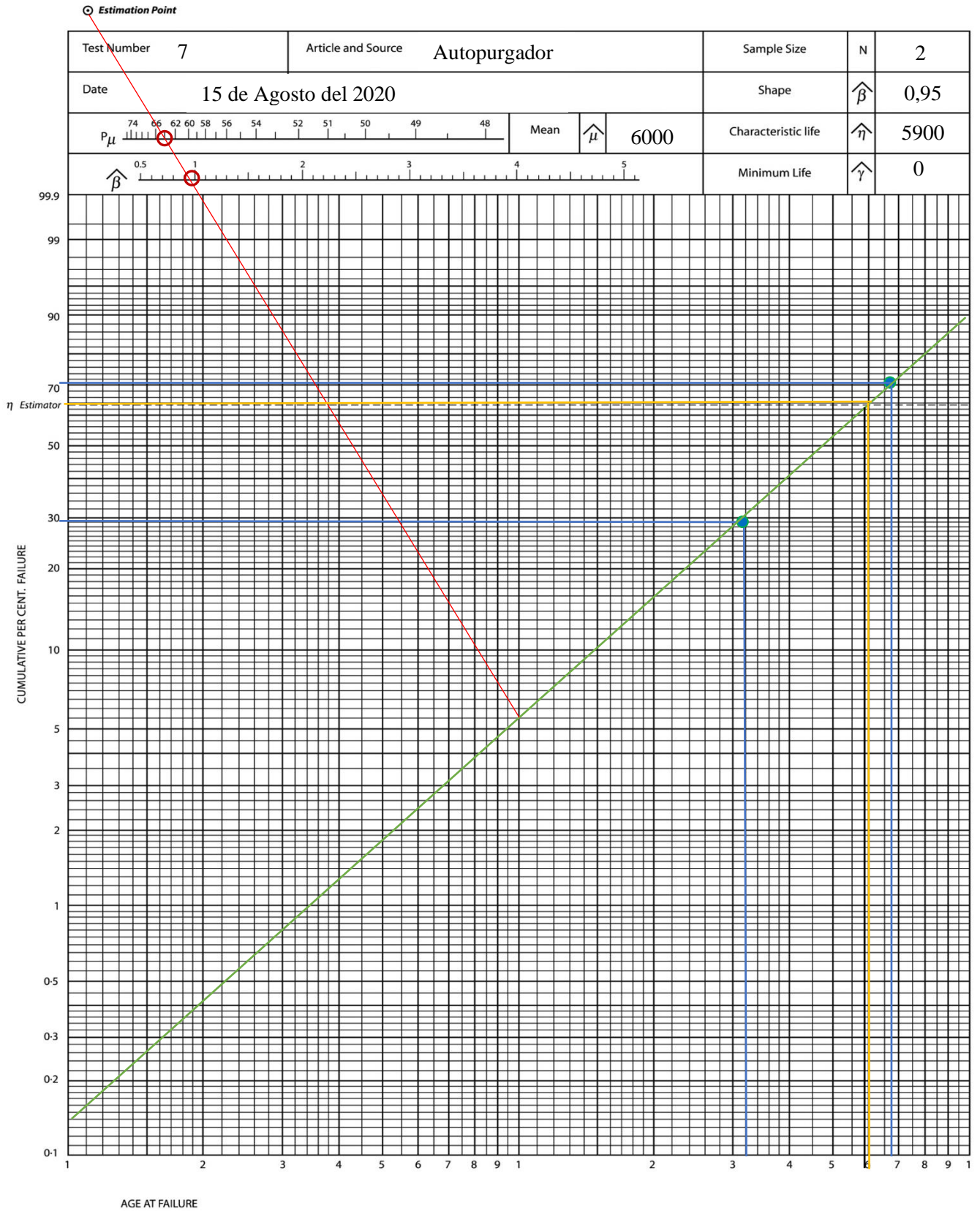
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 08. Gráficas de Parámetros de Vida de los Ablandadores



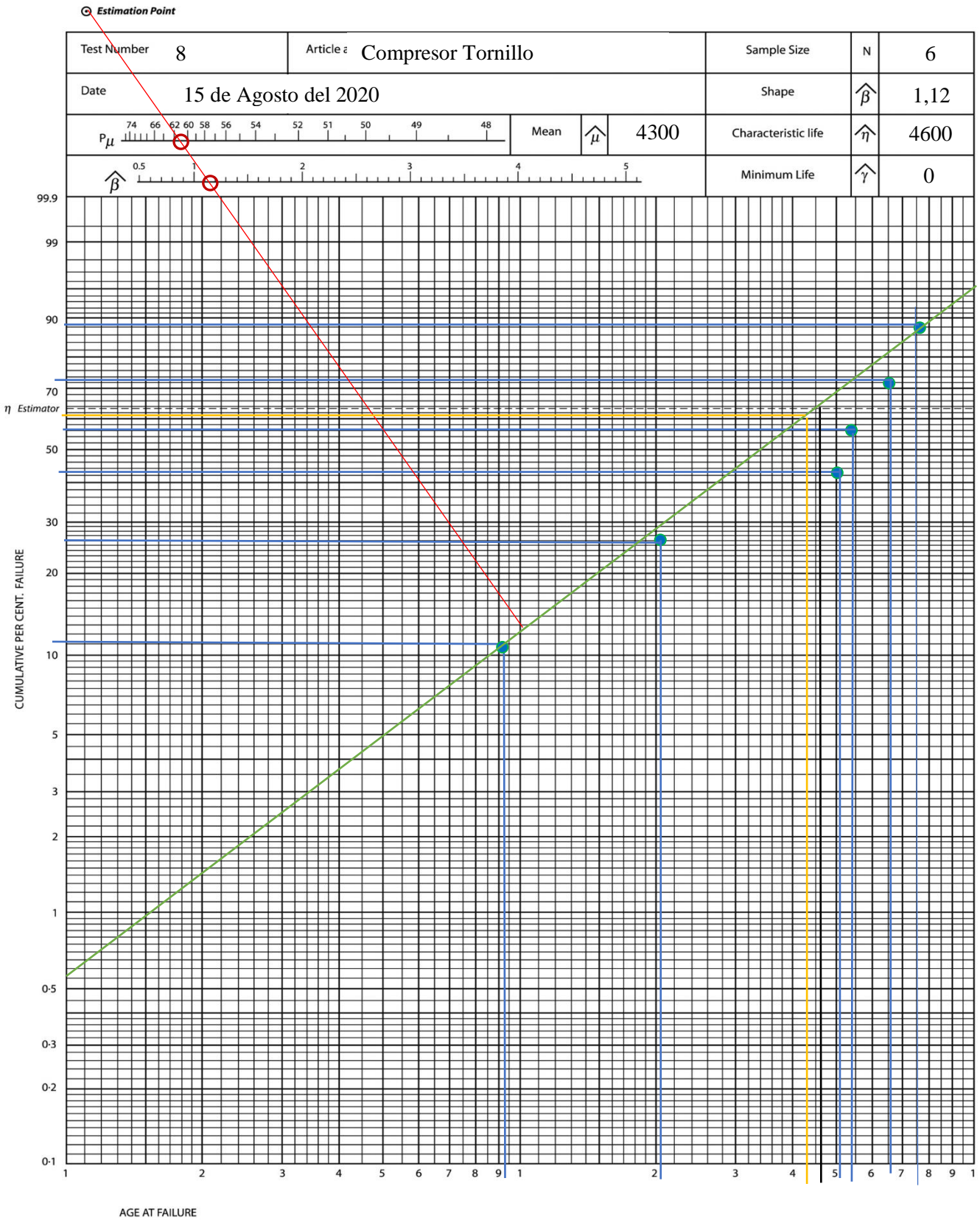
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 09. Gráficas de Parámetros de Vida del Autopurgador



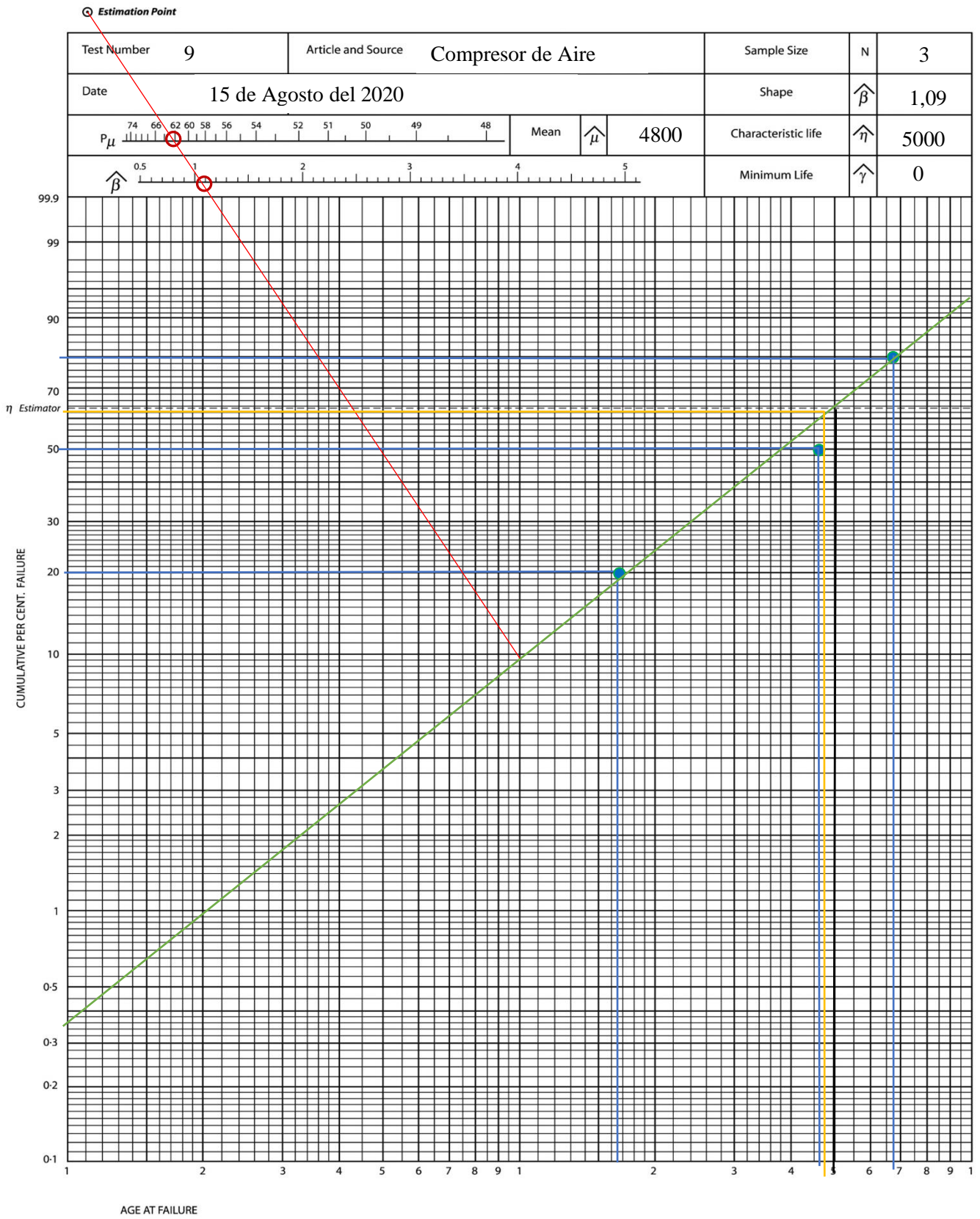
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 10. Gráficas de Parámetros de Vida de los Compresores Tornillos



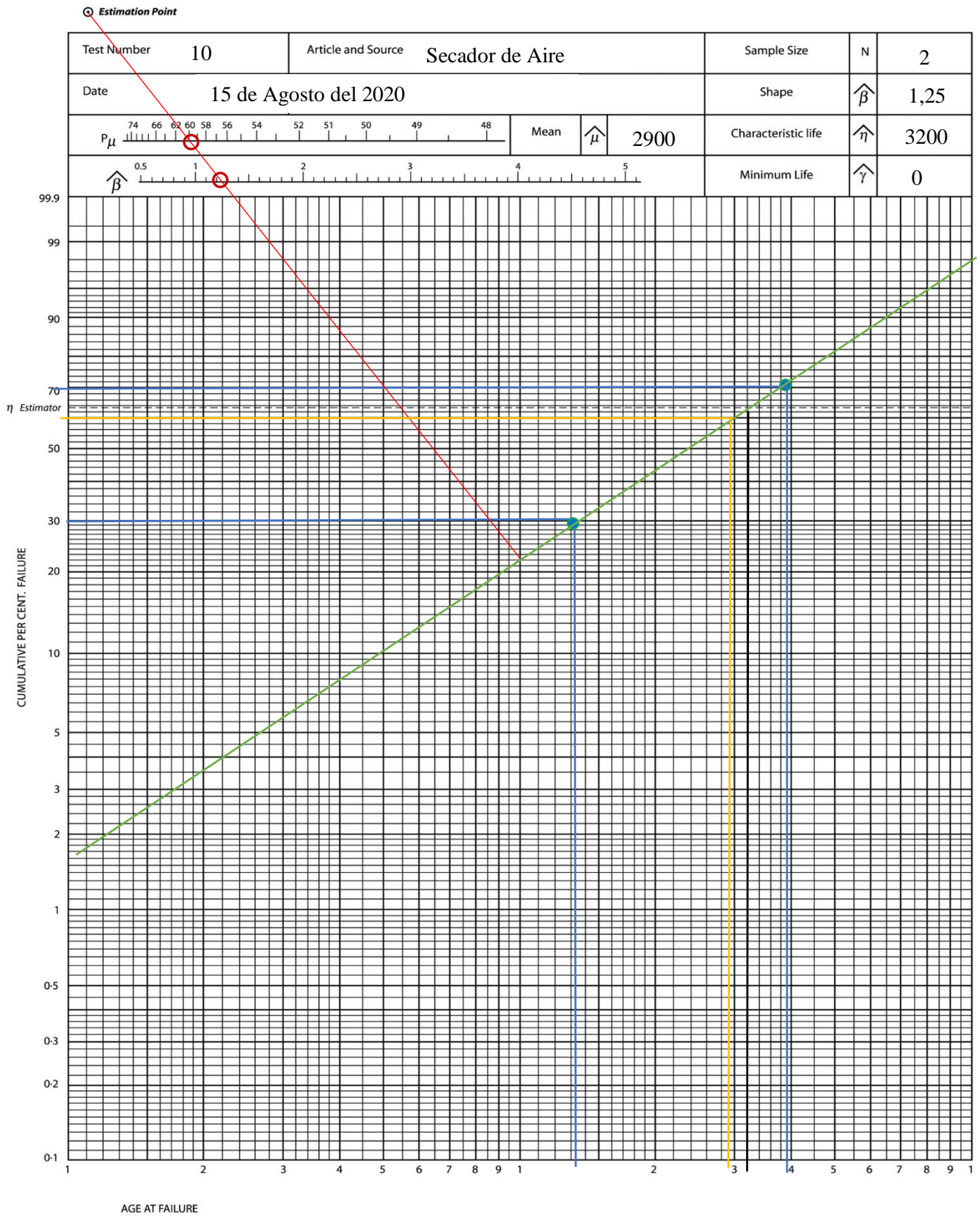
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 11. Gráficas de Parámetros de Vida de los Compresores de Aire



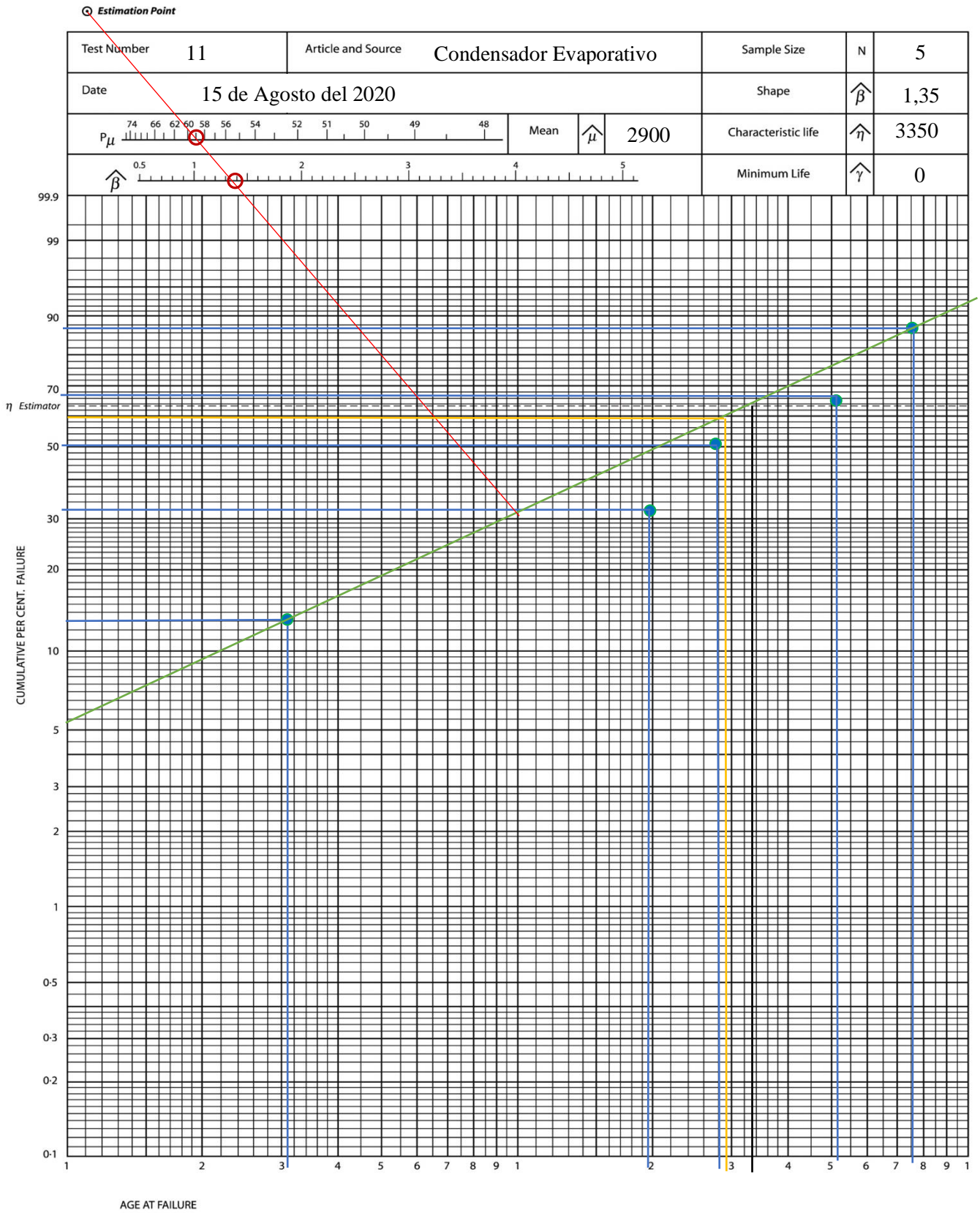
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 12. Gráficas de Parámetros de Vida de los Secadores de Aire



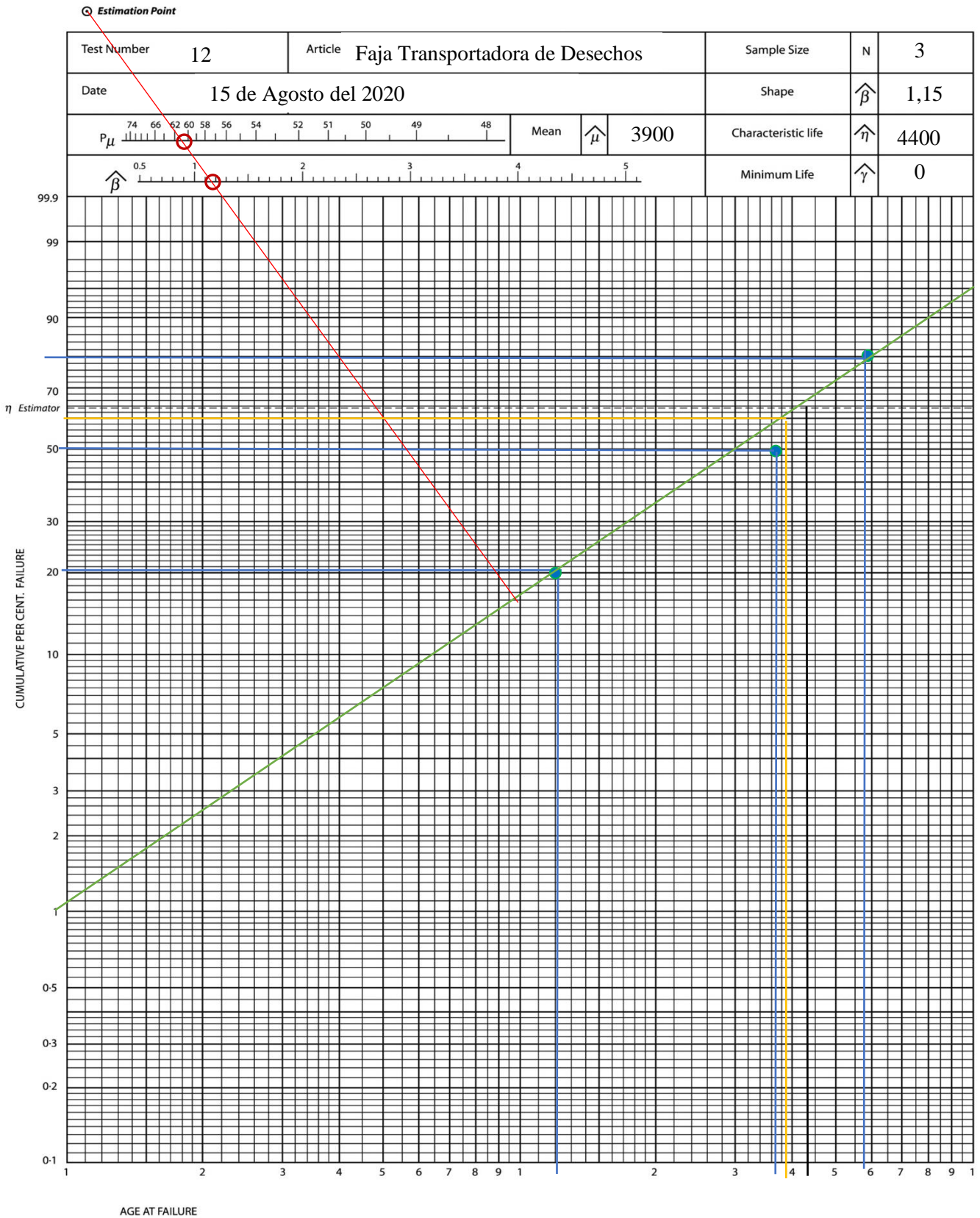
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 13. Gráficas de Parámetros de Vida de los Condensador Evaporativo



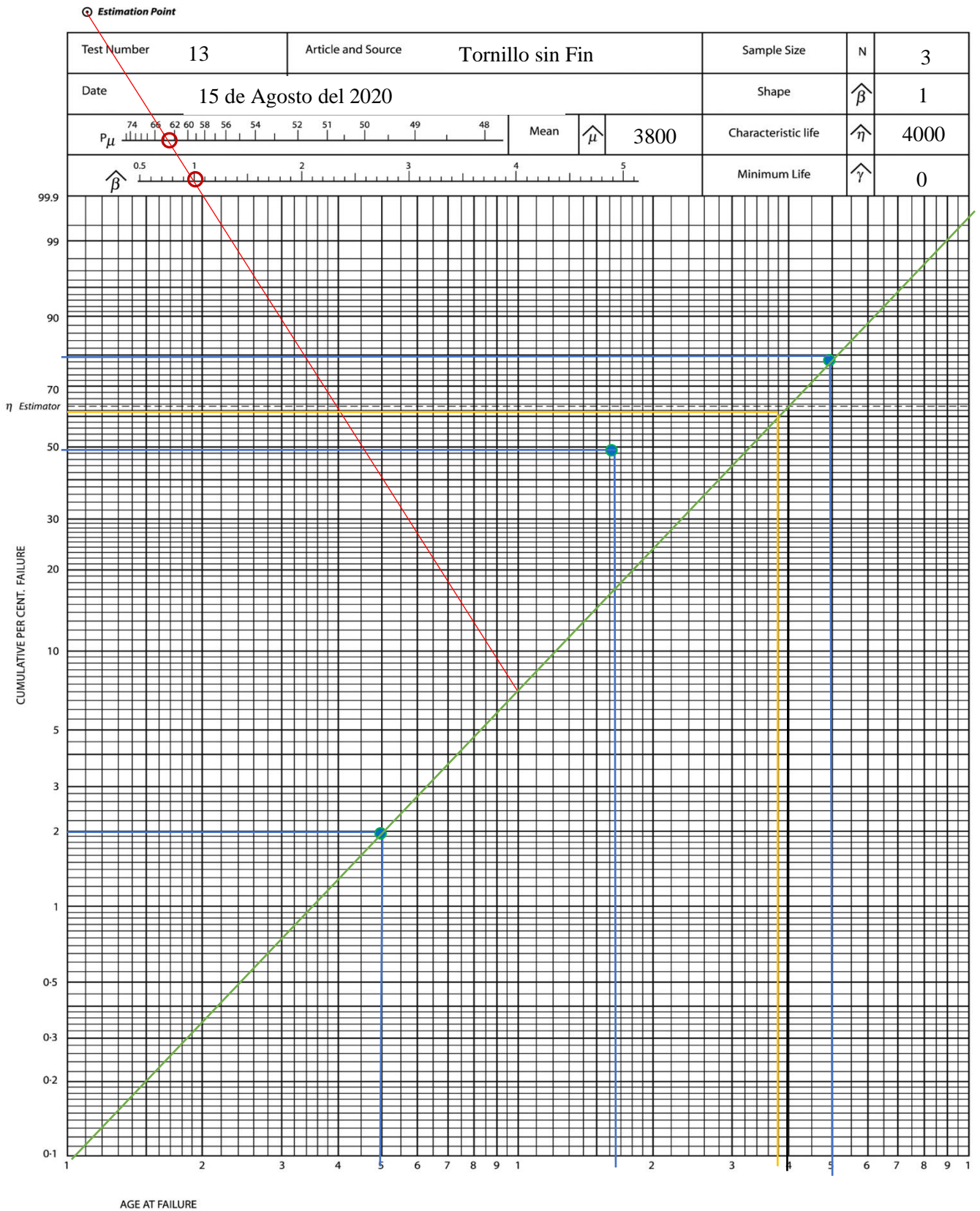
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 14. Gráficas de Parámetros de Vida de la Faja Transportadora de Desechos



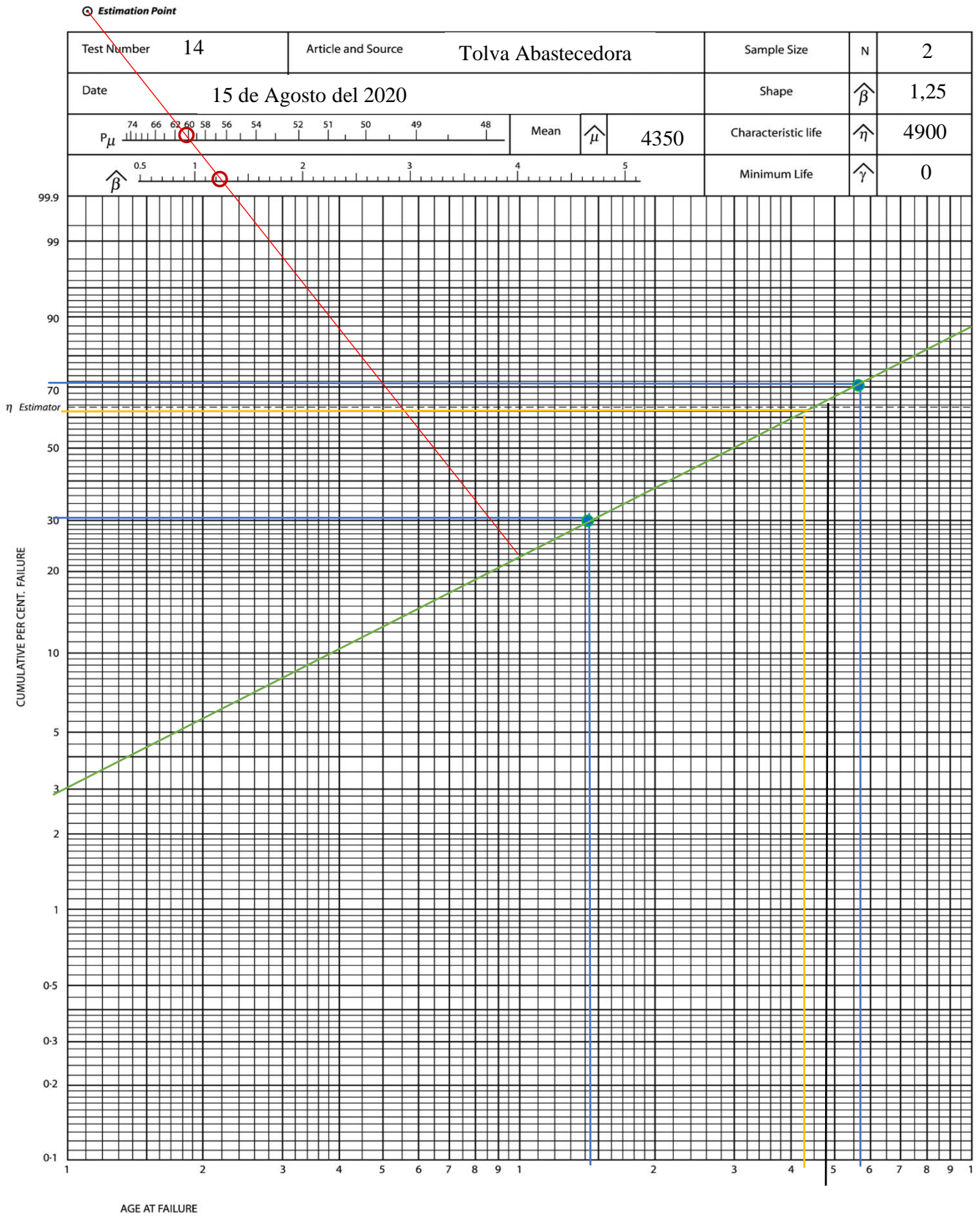
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 15. Gráficas de Parámetros de Vida del Tornillo Sin Fin



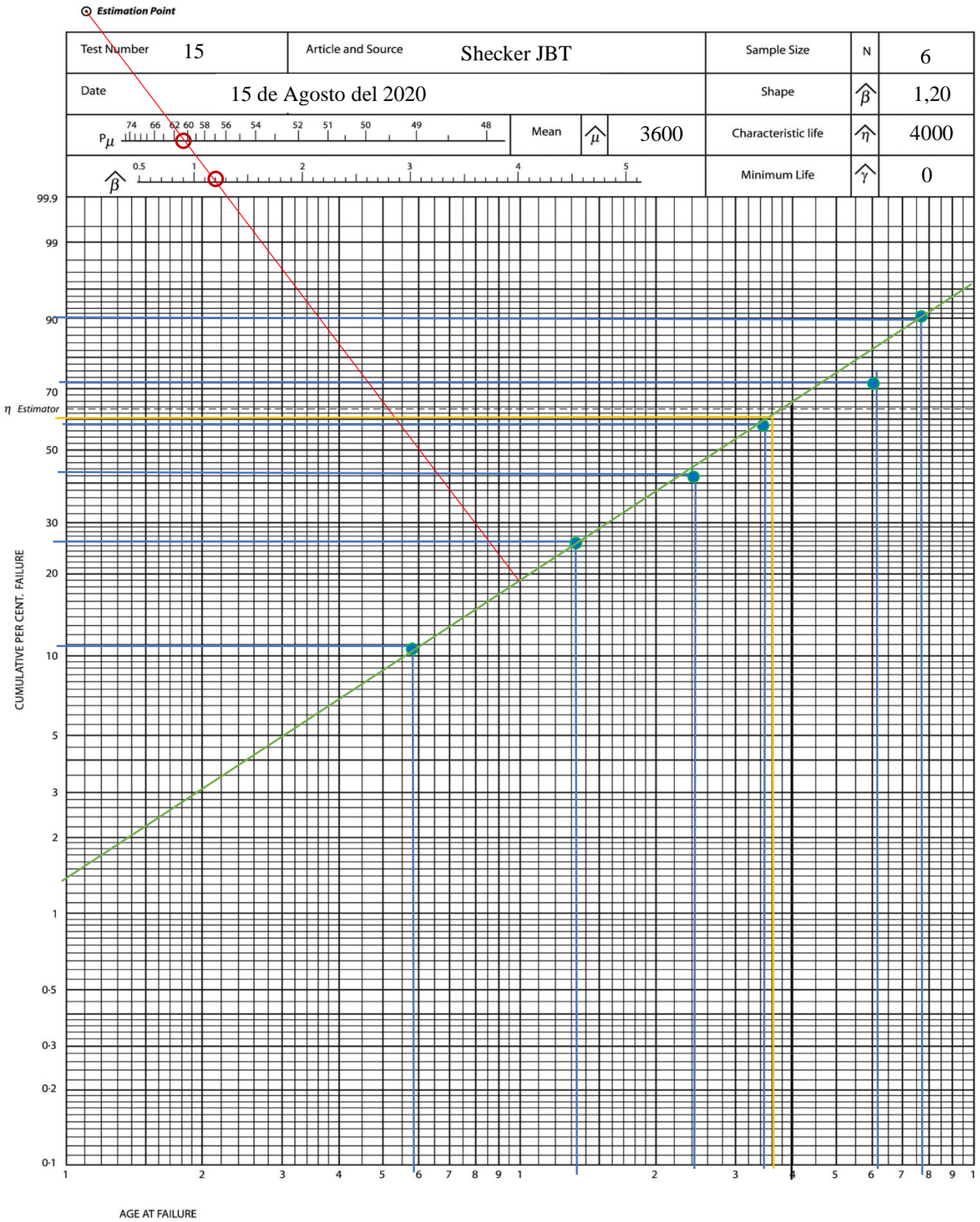
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 16. Gráficas de Parámetros de Vida de la Tolva Abastecedora



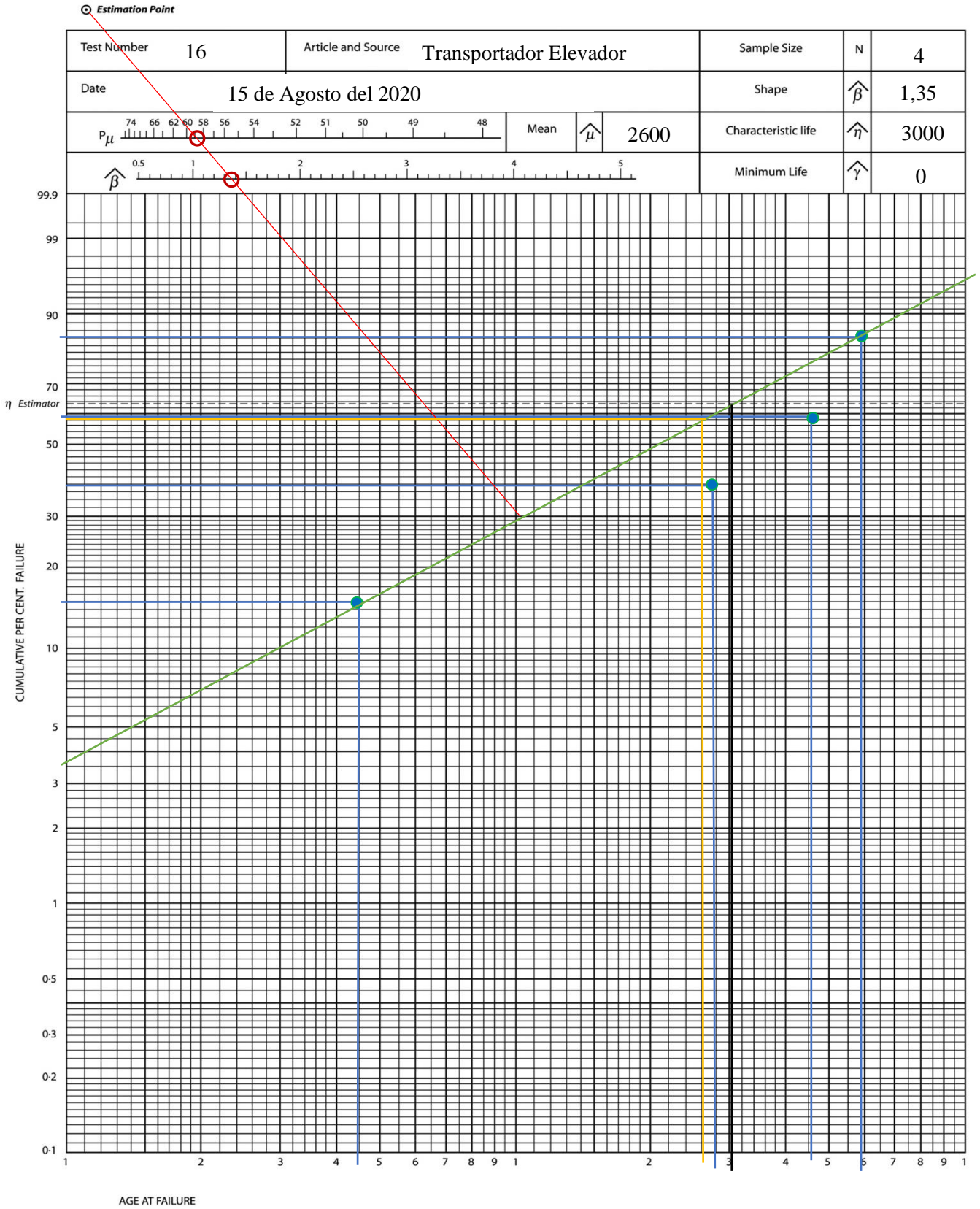
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 17. Gráficas de Parámetros de Vida de los Shecker JBT



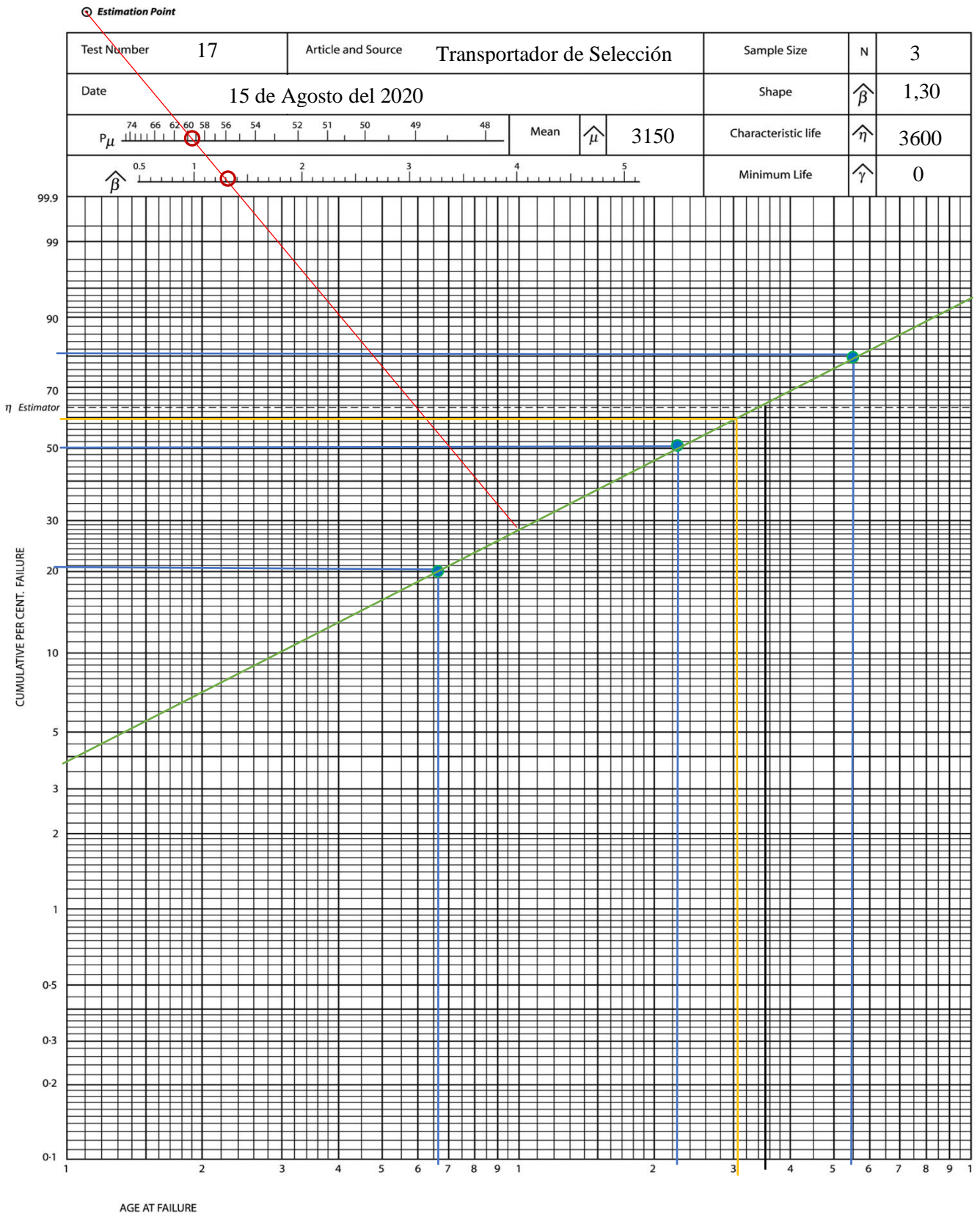
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 18. Gráficas de Parámetros de Vida de los Transportadores Elevadores



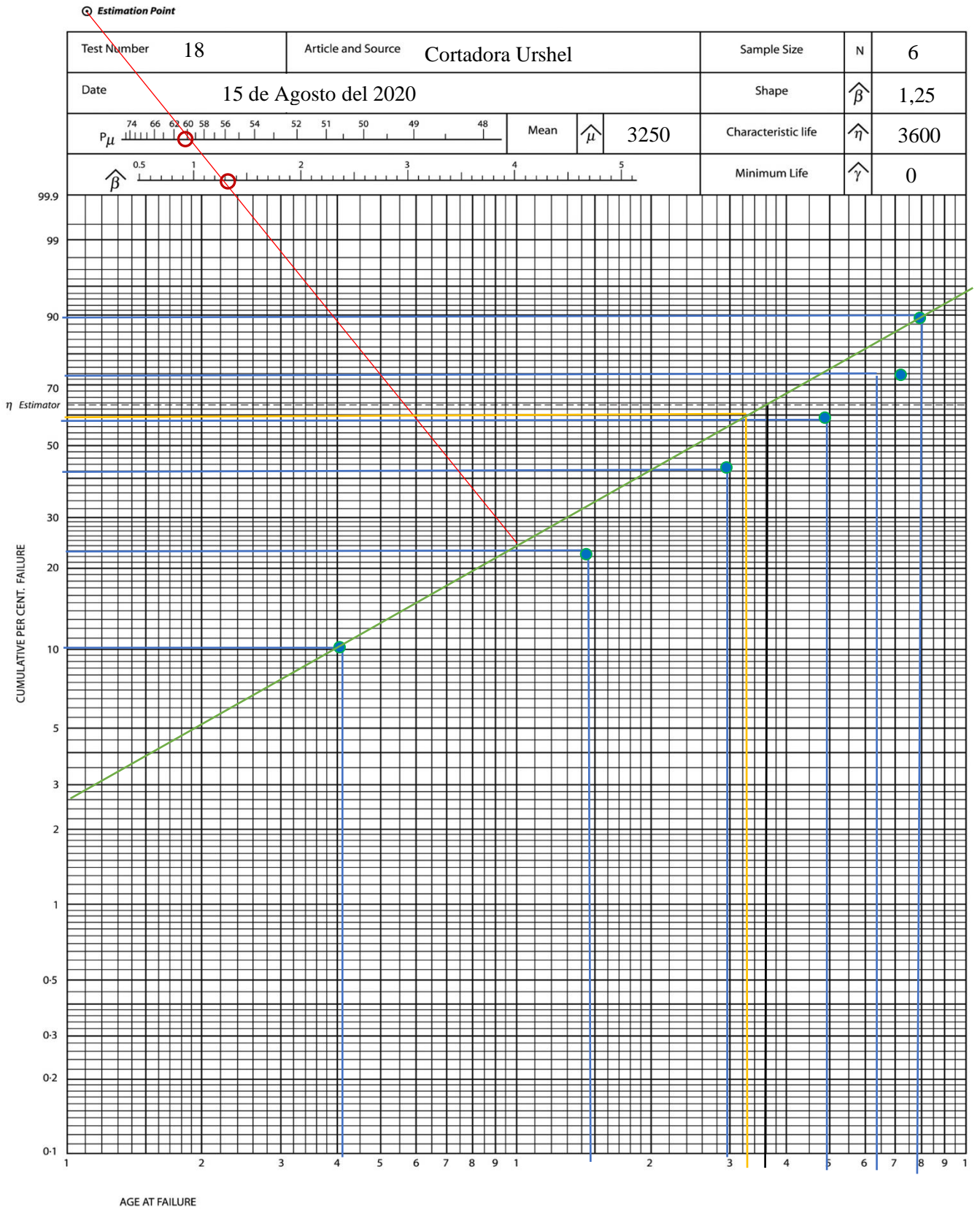
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 19. Gráficas de Parámetros de Vida de los Transportadores de Selección



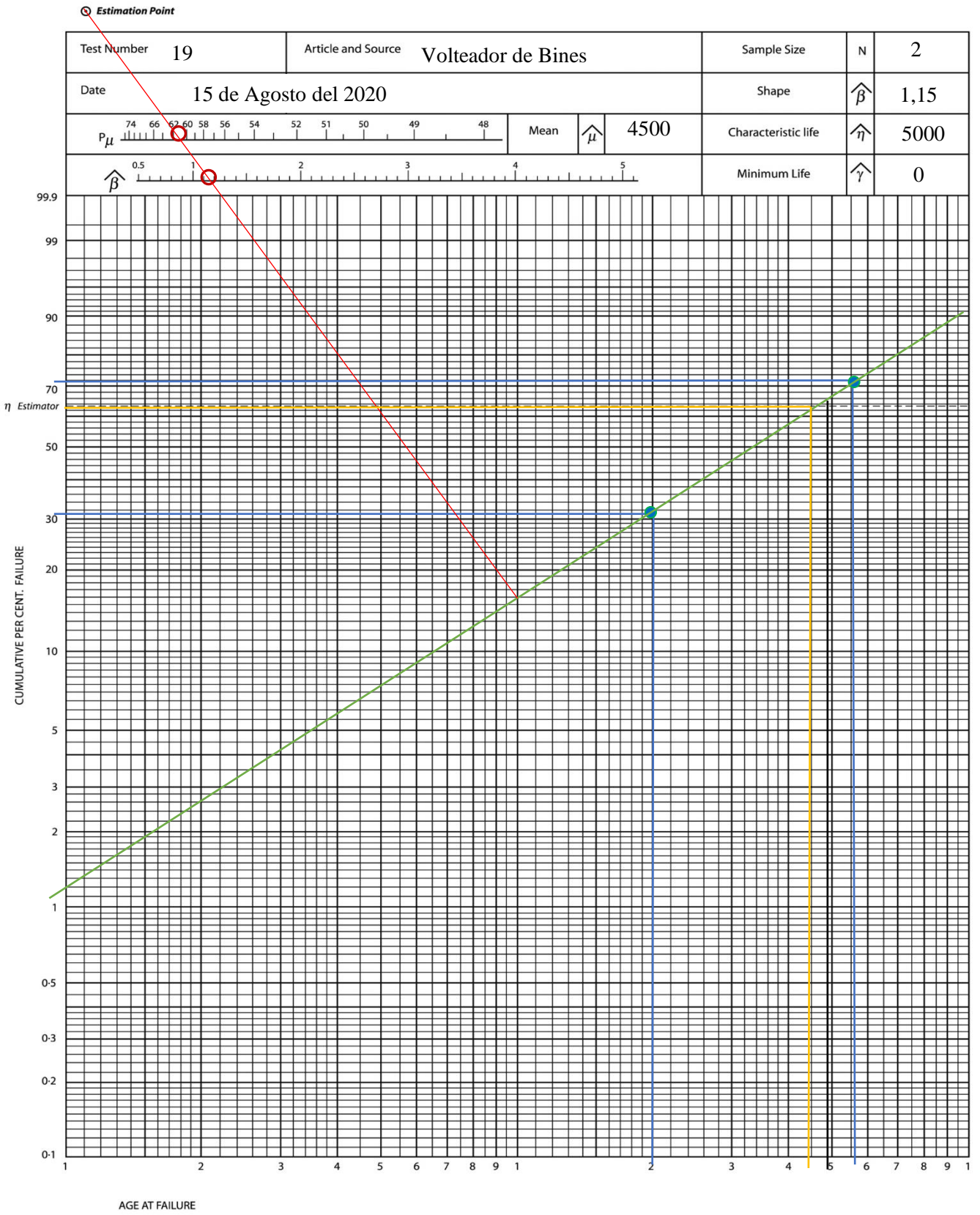
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 20. Gráficas de Parámetros de Vida de la Cortadora Urshel



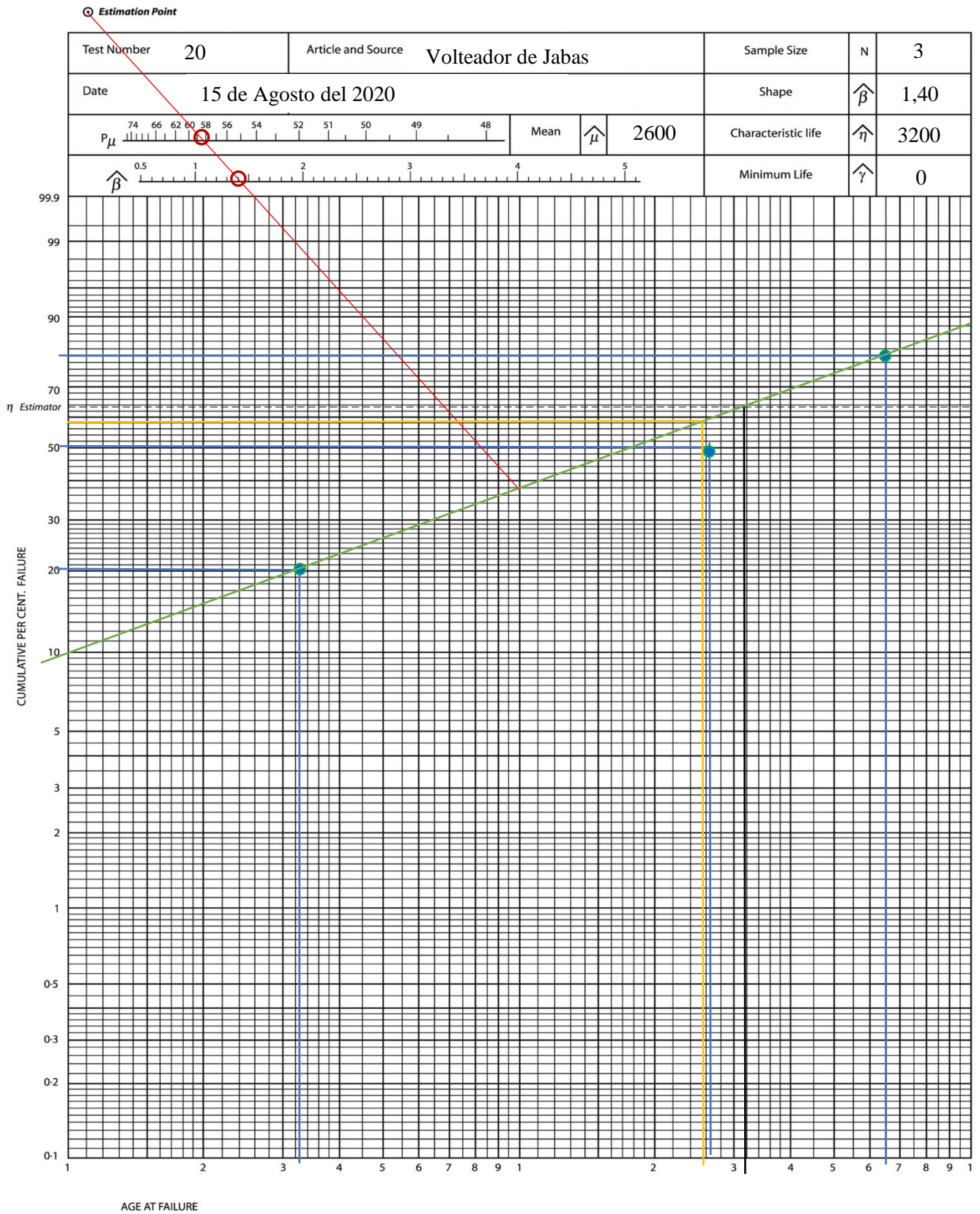
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 21. Gráficas de Parámetros de Vida del Volteador de Bines



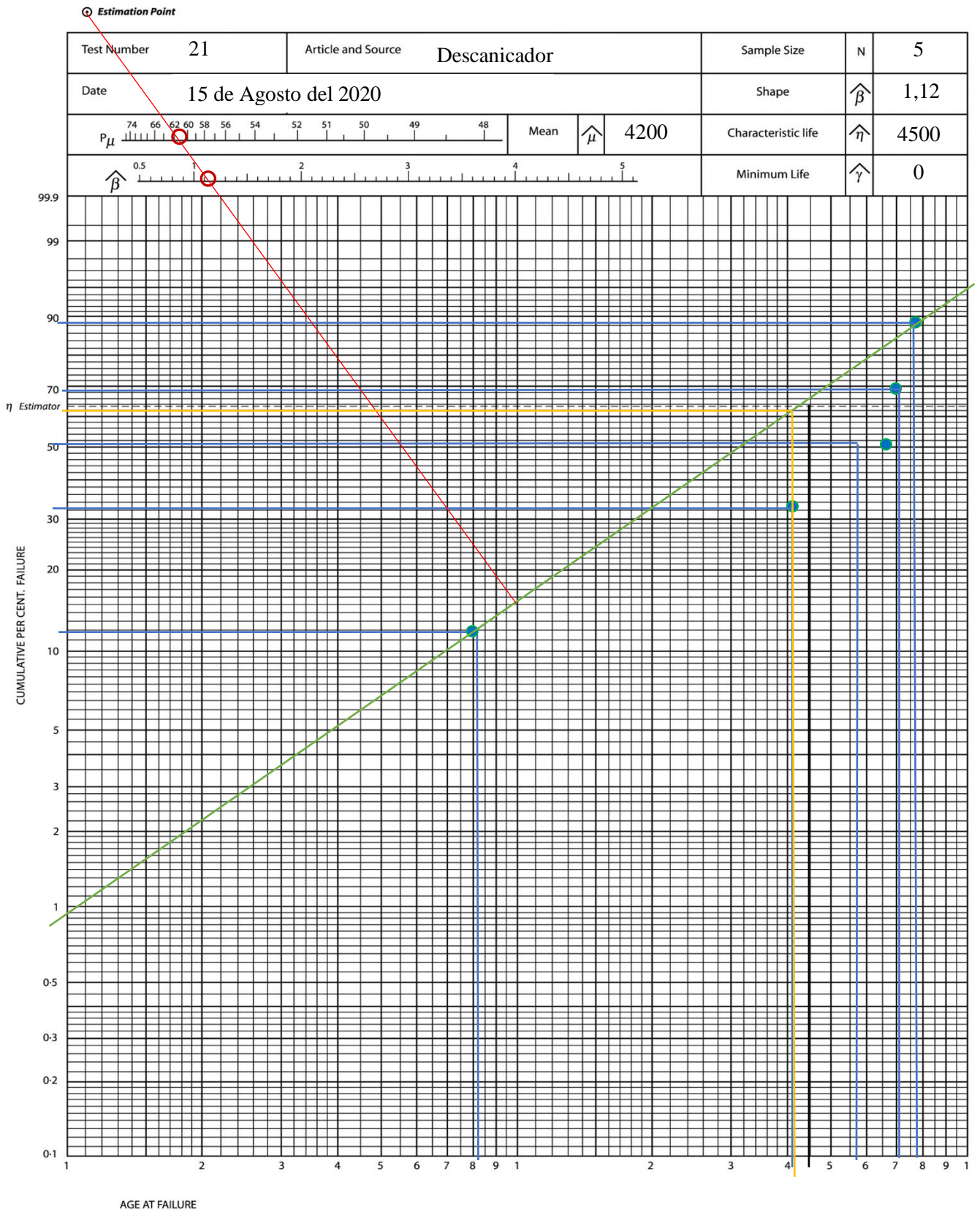
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 22. Gráficas de Parámetros de Vida del Volteador de Jabas



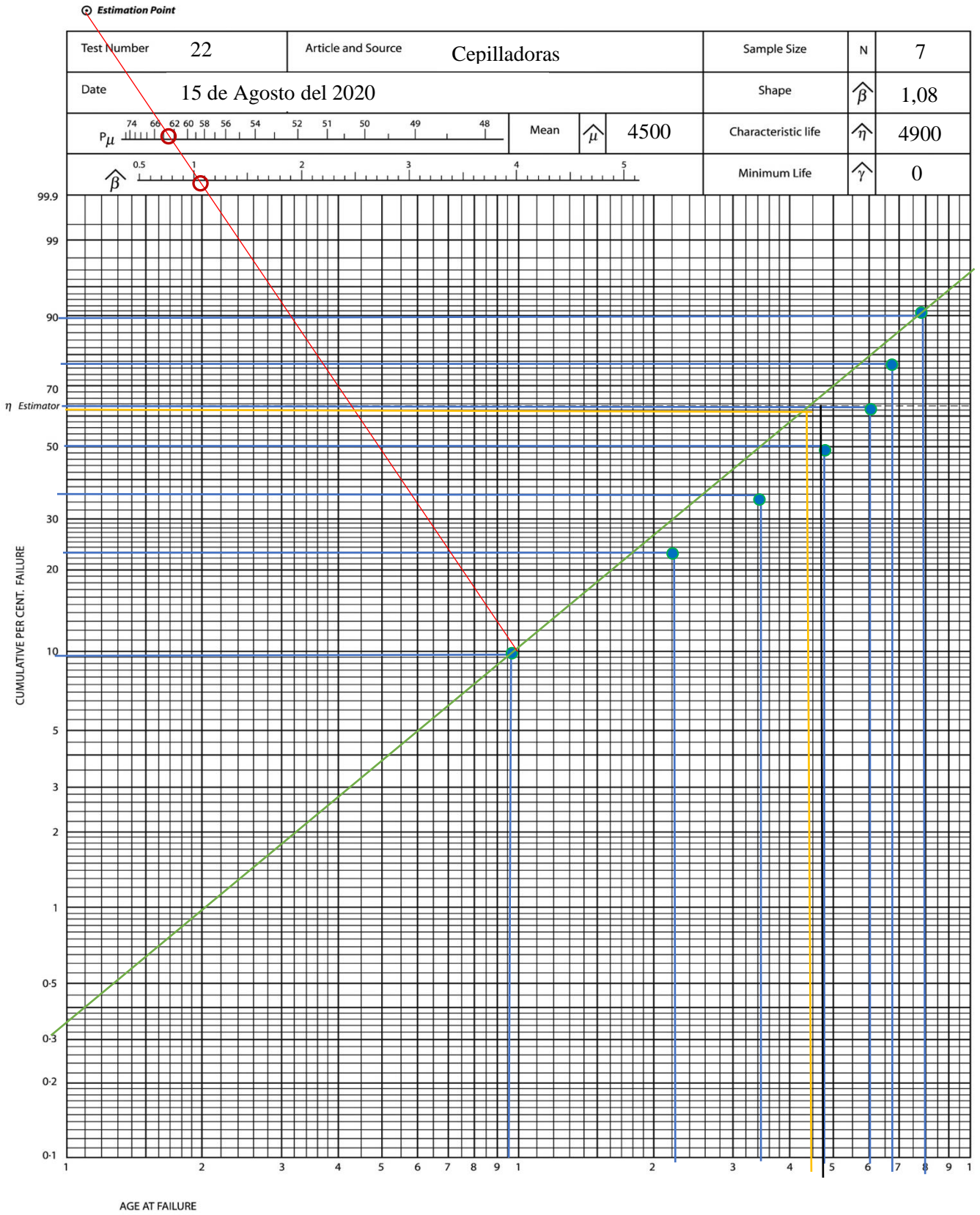
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 23. Gráficas de Parámetros de Vida del Descanador



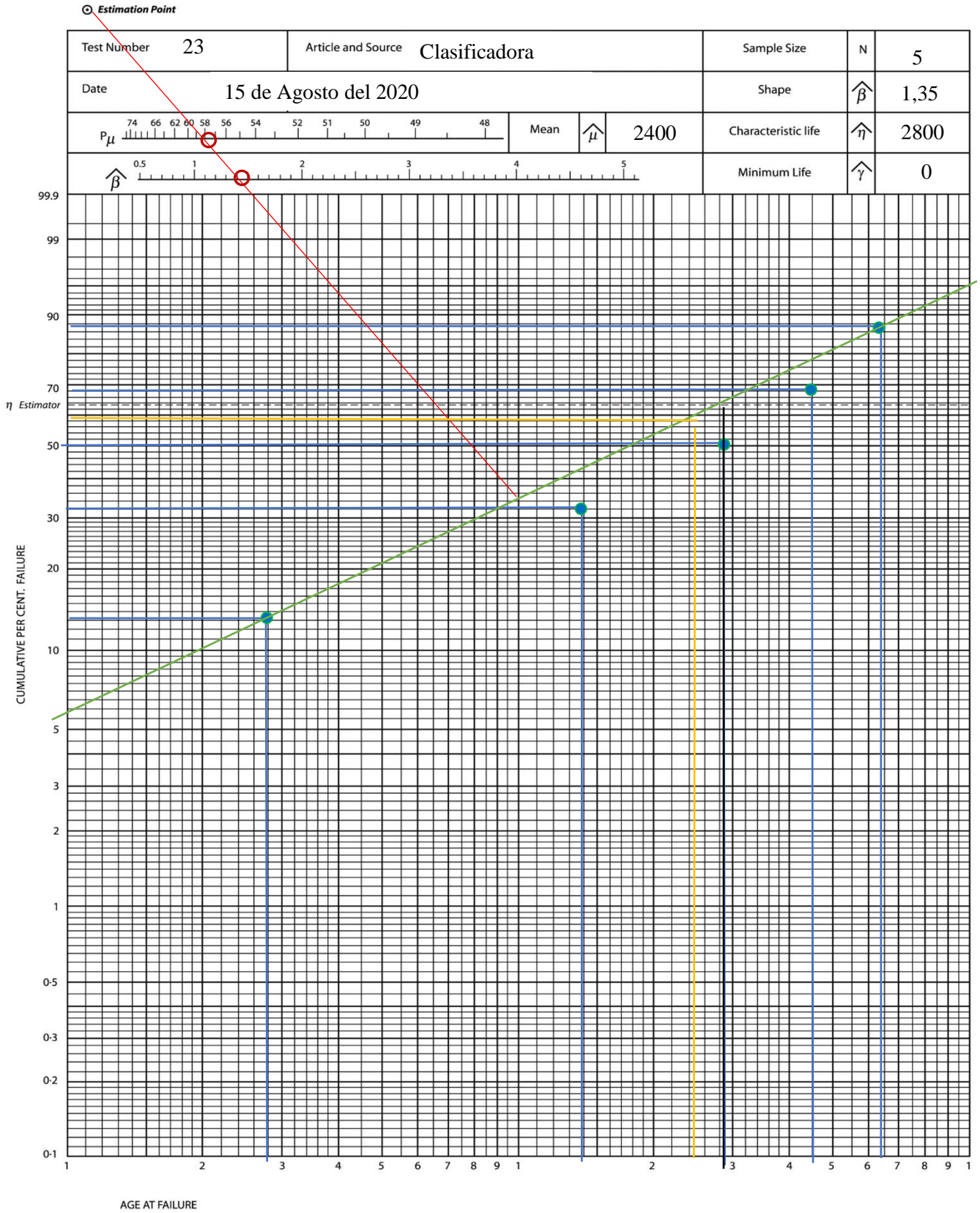
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 24. Gráficas de Parámetros de Vida de las Cepilladoras



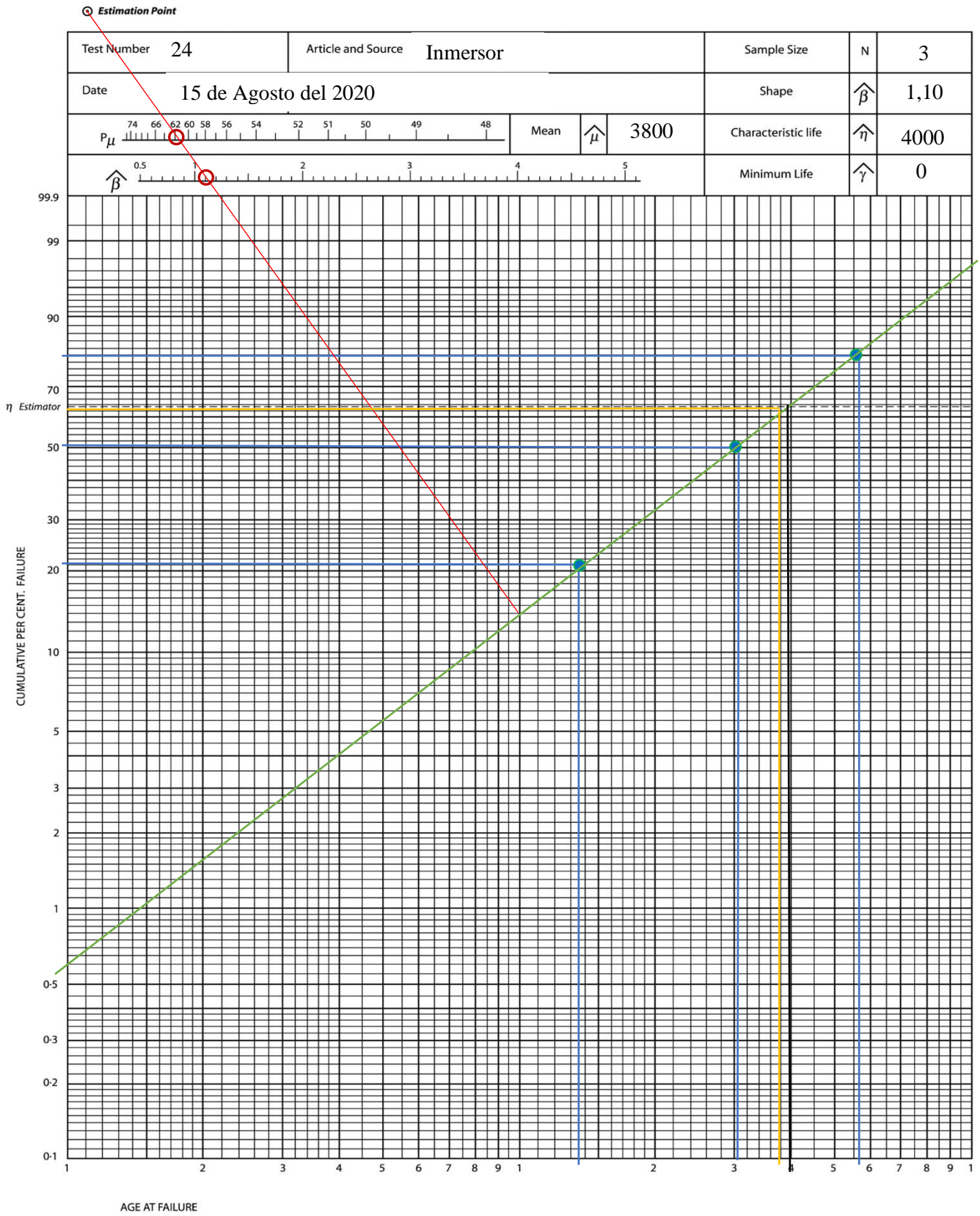
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 25. Gráficas de Parámetros de Vida de la Clasificadora



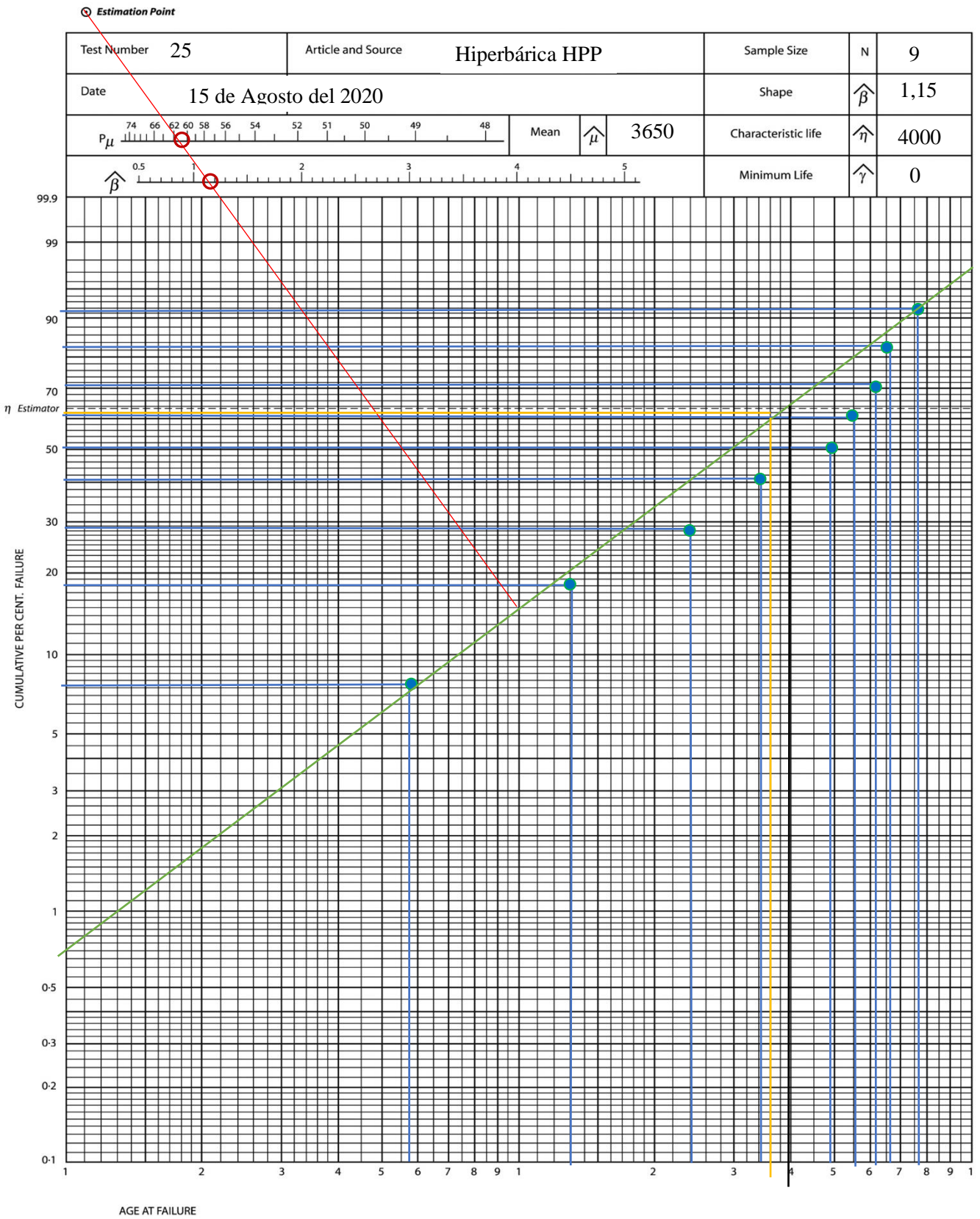
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 26. Gráficas de Parámetros de Vida de los Inmersores



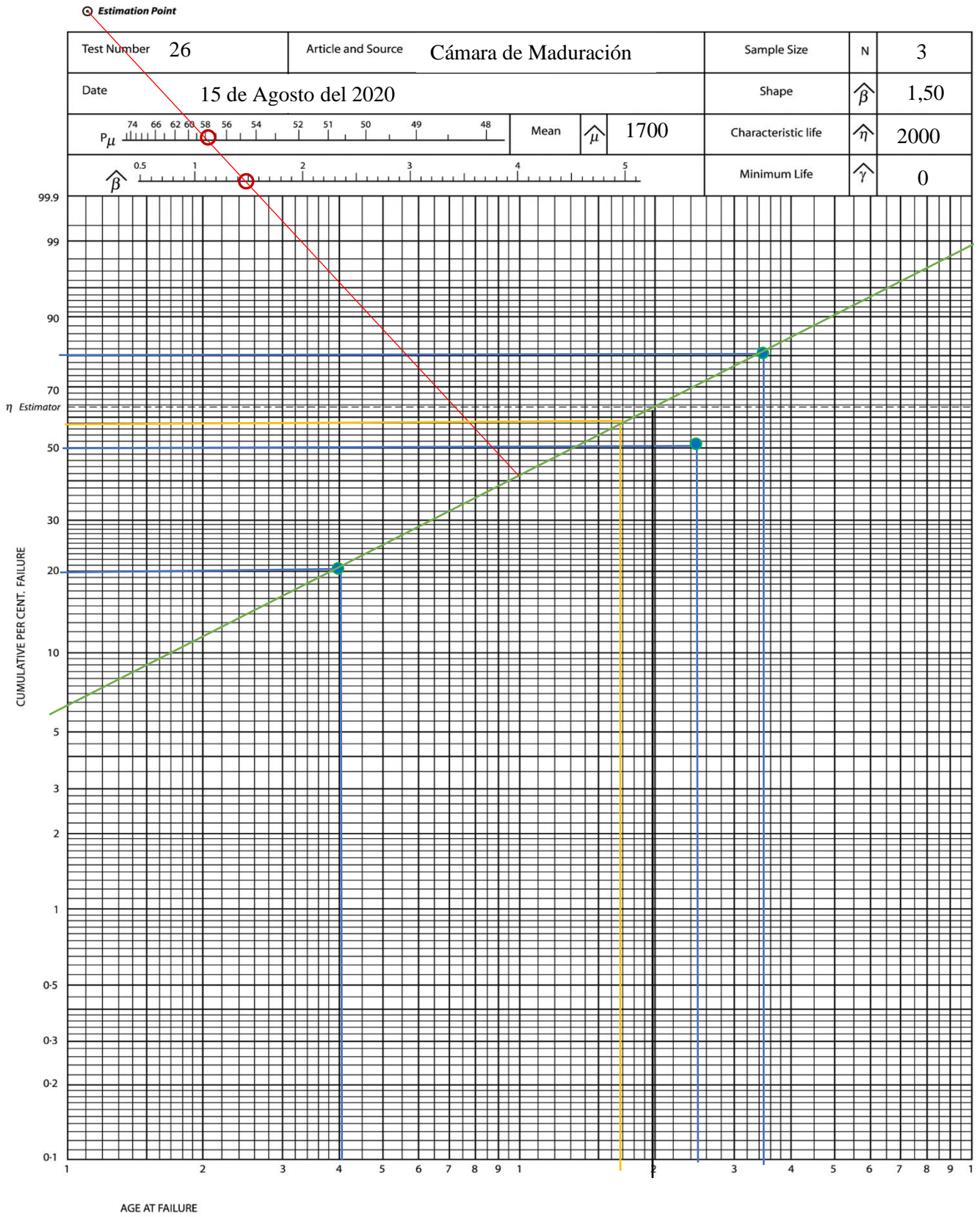
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 27. Gráficas de Parámetros de Vida de la Hiperbárica HPP



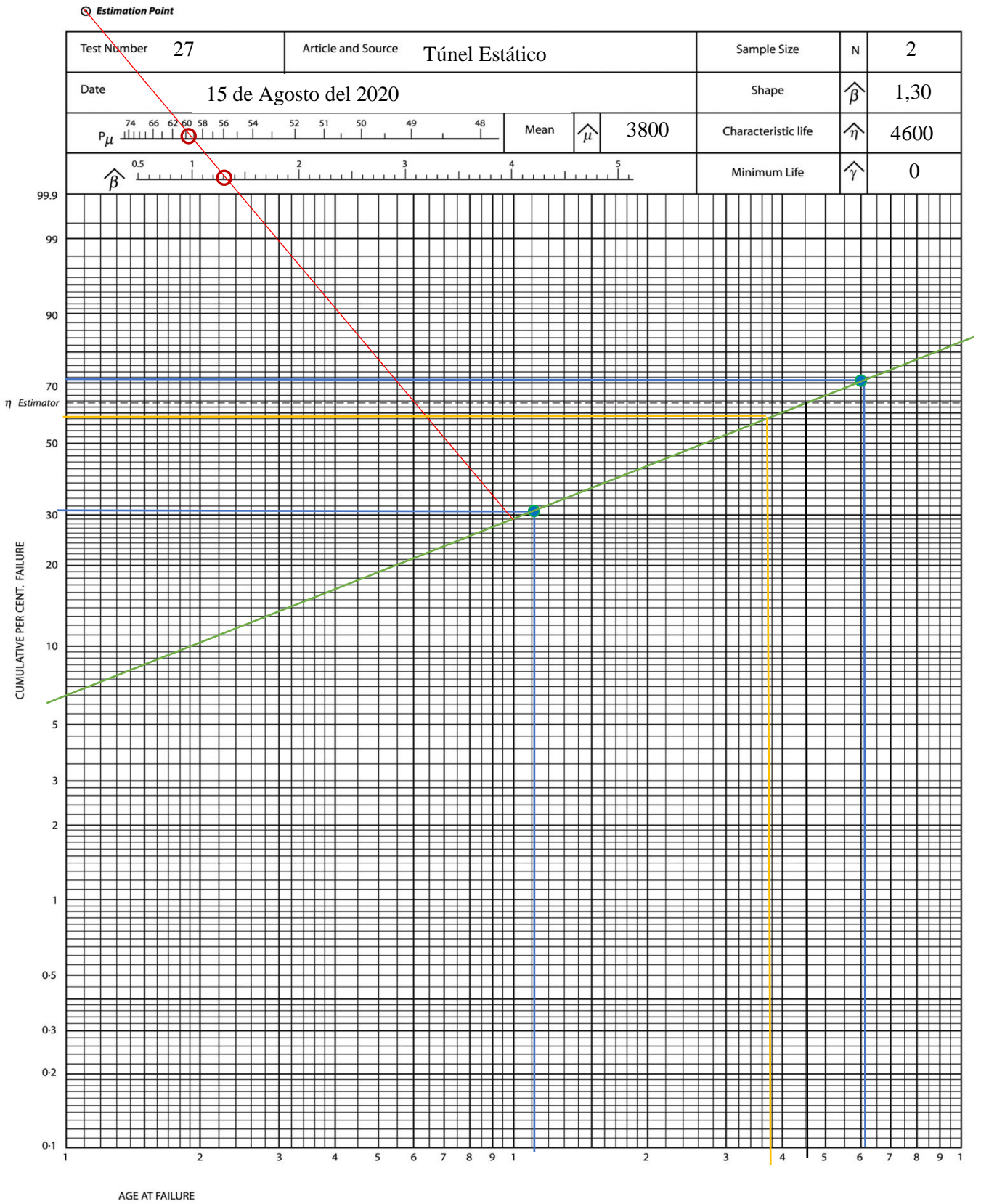
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 28. Gráficas de Parámetros de Vida las Cámaras de Maduración



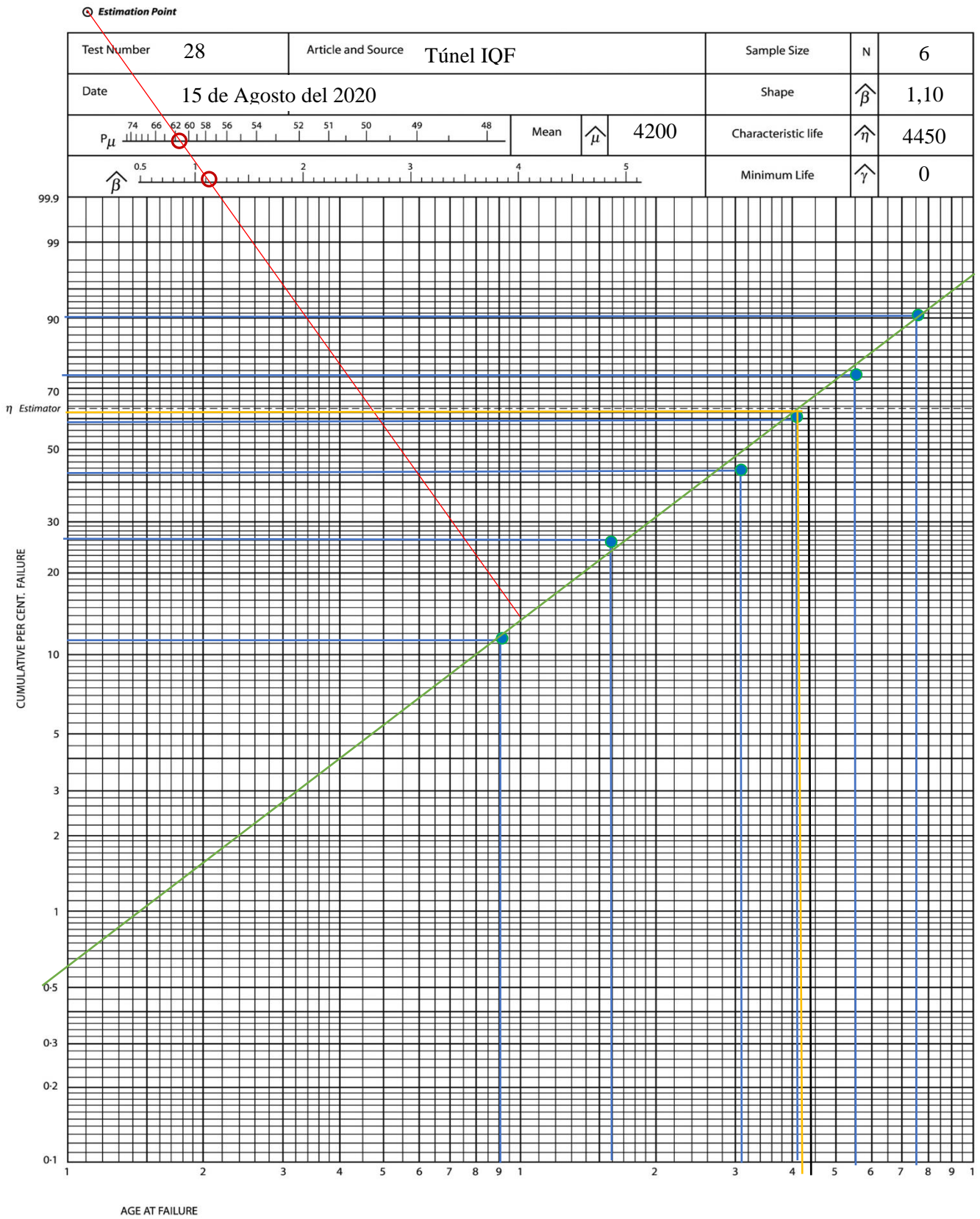
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 29. Gráficas de Parámetros de Vida del Túnel Estático



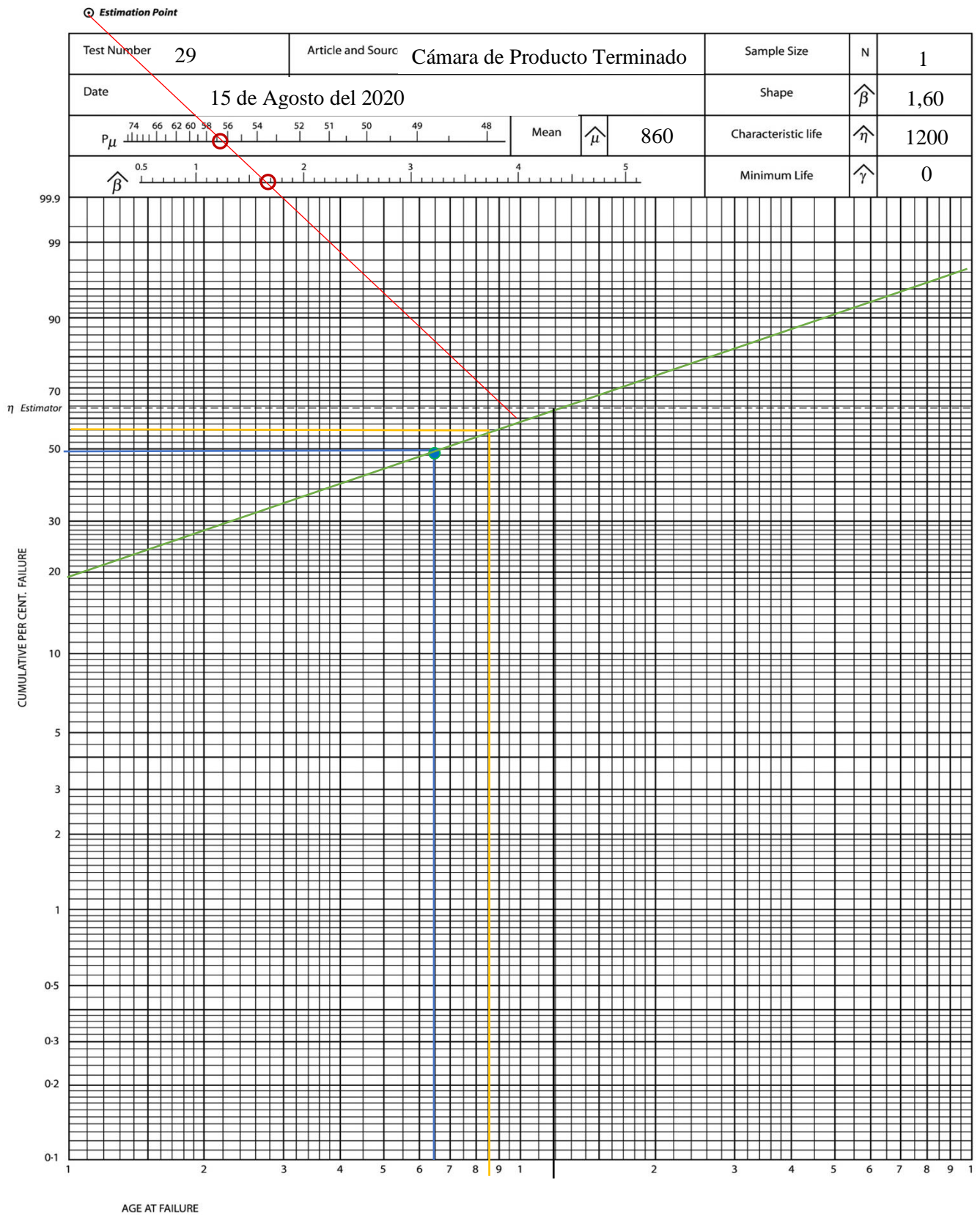
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 30. Gráficas de Parámetros de Vida del Túnel IQF



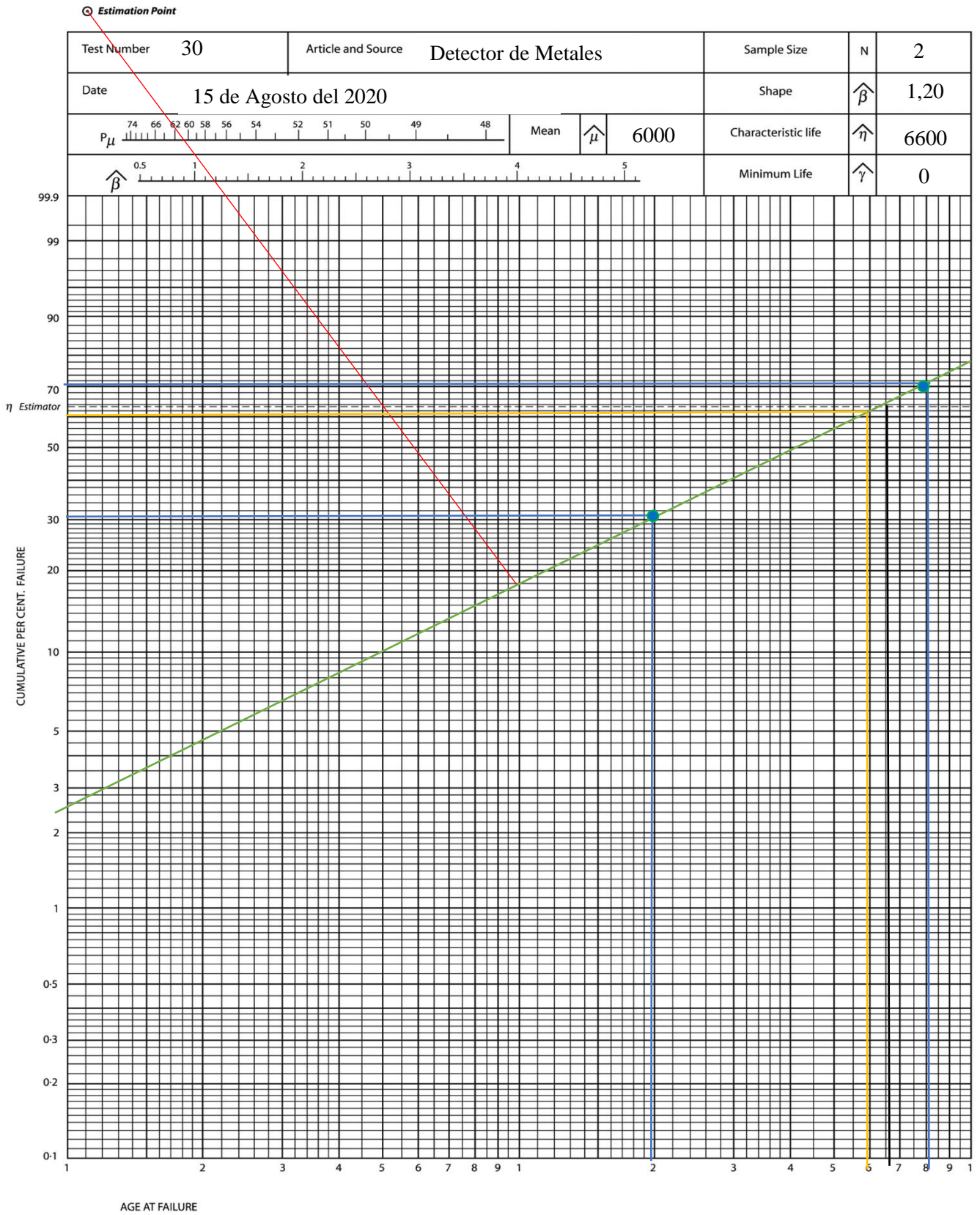
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 31. Gráficas de Parámetros de Vida de la Cámara de Producto Terminado



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 32. Gráficas de Parámetros de Vida de los Detectores de Metales



Fuente: Elaboración Propia