



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO**

TEMA:

**“DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
EL ÁREA DE MOLIENDA DE LA EMPRESA MOLINOS MIRAFLORES S.A
DE LA CIUDAD DE AMBATO”**

AUTOR: Giovanni Paúl Ortiz Cañar

TUTOR: Ing. Mg. Christian Byron Castro Miniguano

AMBATO – ECUADOR

Julio – 2022

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico, con el tema: **“DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL ÁREA DE MOLIENDA DE LA EMPRESA MOLINOS MIRAFLORES S.A DE LA CIUDAD DE AMBATO”** elaborado por el Sr. Giovanni Paúl Ortiz Cañar, portador de la cédula de ciudadanía C.I.1805348370, estudiante de la Carrera de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente proyecto técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad

Ambato, Julio 2022

.....
Ing. Mg. Christian Byron Castro Miniguano

TUTOR

AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, Giovanni Paúl Ortiz Cañar, con C.I. 1805348370 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente proyecto técnico con el tema “**DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL ÁREA DE MOLIENDA DE LA EMPRESA MOLINOS MIRAFLORES S.A DE LA CIUDAD DE AMBATO**”, así como también las fichas técnicas, tablas, análisis, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor de la investigación, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Julio 2022



.....
Giovanni Paúl Ortiz Cañar

C.I. 1805348370

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico con los fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Julio 2022



.....
Giovanni Paúl Ortiz Cañar

C.I. 1805348370

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Giovanni Paúl Ortiz Cañar de la Carrera de Ingeniería Mecánica bajo el tema: **“DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL ÁREA DE MOLIENDA DE LA EMPRESA MOLINOS MIRAFLORES S.A DE LA CIUDAD DE AMBATO”**.

Ambato, Julio 2022

Para constancia firman:

.....

Ing. Mg. Alejandra Marlene Lascano Moreta

Miembro Calificador

.....

Ing. Mg. Víctor Rodrigo Espín Guerrero

Miembro Calificador

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación se lo dedico en primer lugar a mi padre amado, por permitirme estudiar y darme la fortaleza en mis días de tristeza.

A mi madre querida que me brindo siempre su apoyo, su consejo, su voz de aliento, su mano firme y su amor incondicional, porque el amor de madre todo lo puede. Gracias amor de mi vida por enseñarme a trabajar duro y luchar por mis sueños, porque fue de tu mano que pude lograr este sueño que hoy se materializa.

A Christian que, a pesar de no ser mi padre, siempre se comportó como uno, gracias por el apoyo, por brindarme esa figura paterna que me encamino a ser un buen hombre.

A mis hermanas Estefanía y Carol, por ser el apoyo cuando más las necesite, por ser mis amigas.

A Stephanie que siempre creyó en mí, que me ayudo a no desfallecer en el camino y que me permitió sobrellevar momentos tan difíciles en mi vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Técnica de Ambato, en especial a la gloriosa Carrera de Ingeniería Mecánica, por darme la oportunidad de cobijarme bajo su escudo de sabiduría y permitirme ser una persona productiva para la sociedad.

A mi querido tutor Ing. Christian Castro, por ayudarme durante estos meses en el desarrollo del presente trabajo de titulación; por ser un gran docente que compartía sus experiencias y consejos para ser mejores personas, mejores profesionales y hoy en día un gran amigo.

Por último, quiero agradecer a mis compañeros de universidad, Carlos, Enrique, José, Steven con quienes he compartido todo tipo de momentos y horas de estudio, por los consejos de aliento y de superación que día a día me brindaban, para que yo pueda terminar con éxito esta anhelada etapa de mi vida.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
RESUMEN	xx
ABSTRACT	xxi
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.1.1 Investigaciones previas	2
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 Objetivo General.....	3
1.2.2 Objetivos Específicos	3
1.3 Fundamentación teórica.....	4
1.3.1 Mantenimiento.....	4
1.3.2 Objetivos de mantenimiento.....	4
1.3.3 Tipos de mantenimiento	4
1.3.4 Mantenimiento correctivo.....	5
1.3.5 Mantenimiento predictivo.....	6
1.3.6 Mantenimiento preventivo.....	6
1.3.7 Planes de mantenimiento	7
1.3.8 Actividades desarrolladas dentro del plan de mantenimiento	8
1.3.9 Inventario de maquinas.....	9
1.3.10 Fichas técnicas.....	9
1.3.11 Calculo de parámetros del mantenimiento	10
1.3.12 Matriz análisis de modos de fallos y elementos	11
1.3.13 Nota técnica de prevención (NTP) 679	12
1.3.14 Bitácora de mantenimiento.....	15
1.3.15 Gama de mantenimiento.....	15

1.3.16	Decreto ejecutivo 2393	17
1.3.17	Lubricación.....	18
1.3.18	Trigo	20
1.3.19	Molienda.....	21
CAPÍTULO II.....		22
METODOLOGIA.....		22
2.1	Materiales y recursos	22
2.1.1	Recursos humanos	22
2.1.2	Recursos institucionales	22
2.1.3	Recursos materiales	22
2.1.4	Recursos económicos	22
2.2	Métodos.....	23
CAPÍTULO III		26
DESARROLLO DEL PROYECTO		26
3.1	Modelo operativo	26
3.1.1	Diagnostico de la situación actual.....	26
3.1.2	Evaluación externa de la maquina.....	26
3.1.3	Inventario de la maquina	27
3.1.4	Aspectos importantes previos a la realización del plan de mantenimiento	27
3.1.5	Fichas técnicas.....	28
3.1.6	Destructor de infestación de harina.....	28
3.1.7	Planificador	62
3.1.8	Control de planificador.....	106
3.1.9	Molino de martillos	150
3.1.10	Exclusa	180
3.1.11	Molino de rodillo simple	222
3.1.12	Molino de rodillo doble.....	264
3.1.13	Tamiz de control turbo	305
3.1.14	Transportador de tornillo tubular	348
3.1.15	Purificador de semolina.....	383
3.1.16	Tamiz vibro vertical	426
3.1.17	Separador de impacto	470
3.1.13	Microdosificador	499
CAPÍTULO IV		532
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		532

4.1 Conclusiones	532
4.2 Recomendaciones	533
BIBLIOGRAFÍA	534
ANEXOS	537

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Sistemas de mantenimiento	5
Figura 2.- Ventajas y desventajas MC	5
Figura 3.- Ventajas y desventajas MPd	6
Figura 4.- Ventajas y desventajas MPv	7
Figura 5.- Partes de un plan de mantenimiento	8
Figura 6.- Actividades de un plan de mantenimiento	9
Figura 7.- Actividades de un plan de mantenimiento	11
Figura 8.- Modelo de una Matriz AMFE.....	12
Figura 9.- Modelo de una Matriz AMFE.....	15
Figura 10.- Tipos de gamas	16
Figura 11.- Modelo de gama	17
Figura 12.- Lubricación.....	18
Figura 13.- Composición del trigo.....	20
Figura 14.- Proceso de producción de la harina de trigo	21
Figura 15.- Diagrama de flujo para el desarrollo del proyecto	25
Figura 16.- Grafica MTBF vs D del destructor de infestación.....	38
Figura 17.- Grafica MTBF vs D del destructor de infestación.....	38
Figura 18.- Papel de Weibull del destructor de infestación de harina	51
Figura 19.- Grafica fiabilidad (%) vs tiempo de operación (h)	54
Figura 20.- Grafica MTBF vs D del planificador	77
Figura 21.- Grafica MTBF vs D del planificador	77
Figura 22.- Papel de Weibull del planificador	90
Figura 23.- Fiabilidad de Weibull del planificador mediante el método.....	93
Figura 24.- Grafica MTBF vs D del control del planificador	121
Figura 25.- Grafica MTBF vs D del control del planificador	121
Figura 26.- Papel de Weibull del control del planificador	134
Figura 27.- Fiabilidad de Weibull del control del planificador mediante el método	137
Figura 28.- Grafica MTBF vs D del molino de martillos.	159
Figura 29.- Grafica MTBF vs D del molino de martillos.	159
Figura 30.- Papel de Weibull del molino de martillos.	170
Figura 31.- Fiabilidad de Weibull del molino de martillos mediante el método.	173
Figura 32.- Grafica MTBF vs D de la exclusiva.	195
Figura 33.- Grafica MTBF vs D de la exclusiva.....	195
Figura 34.- Papel de Weibull de la exclusiva.	206
Figura 35.- Fiabilidad de Weibull de la exclusiva mediante el método.	209
Figura 36.- Grafica MTBF vs D del molino de rodillo simple.	237
Figura 37.- Grafica MTBF vs D del molino de rodillo simple.	237
Figura 38.- Papel de Weibull del molino de rodillo simple.	248
Figura 39.- Fiabilidad de Weibull del molino de rodillo simple mediante el método.	251
Figura 40.- Grafica MTBF vs D del molino de rodillo doble.	279
Figura 41.- Grafica MTBF vs D del molino de rodillo doble.	279
Figura 42.- Papel de Weibull del molino de rodillo doble.....	290

Figura 43.- Fiabilidad de Weibull del molino de rodillo doble mediante el método.....	292
Figura 44.- Grafica MTBF vs D del tamiz de control turbo.	320
Figura 45.- Grafica MTBF vs D del tamiz de control turbo.	320
Figura 46.- Papel de Weibull del tamiz de control turbo.	332
Figura 47.- Fiabilidad de Weibull del tamiz de control turbo mediante el método.....	335
Figura 48.- Grafica MTBF vs D del transportador de tornillo tubular.	363
Figura 49.- Grafica MTBF vs D del transportador de tornillo tubular.	363
Figura 50.- Papel de Weibull del transportador de tornillo tubular.....	373
Figura 51.- Fiabilidad de Weibull del transportador de tornillo tubular mediante el método.	375
Figura 52.- Grafica MTBF vs D del purificador de semolina.	398
Figura 53.- Grafica MTBF vs D del purificador de semolina.	398
Figura 54.- Papel de Weibull del purificador de semolina.....	410
Figura 55.- Fiabilidad de Weibull del purificador de semolina mediante el método.	413
Figura 56.- Grafica MTBF vs D del tamiz vibro vertical.	441
Figura 57.- Grafica MTBF vs D del tamiz vibro vertical.	441
Figura 58.- Papel de Weibull del tamiz vibro vertical.	454
Figura 59.- Fiabilidad de Weibull del tamiz vibro vertical mediante el método.	457
Figura 60.- Grafica MTBF vs D del separador de impacto.....	479
Figura 61.- Grafica MTBF vs D del separador de impacto.....	479
Figura 62.- Papel de Weibull del separador de impacto.	489
Figura 63.- Fiabilidad de Weibull del separador de impacto mediante el método.	491
Figura 64.- Grafica MTBF vs D del microdosificador.	508
Figura 65.- Grafica MTBF vs D del microdosificador.	508
Figura 66.- Papel de Weibull del microdosificador.	517
Figura 67.- Fiabilidad de Weibull del microdosificador mediante el método.....	519

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Valor de criterio por frecuencia.....	12
Tabla 2.- Valor de criterio por frecuencia.....	13
Tabla 3.- Valor de criterio por frecuencia.....	14
Tabla 4.- Valor de criterio por frecuencia.....	14
Tabla 5.- Grados de viscosidad según ISO VG	19
Tabla 6.- Denominación de la ISO según el tipo de aceite	20
Tabla 7.- Recursos Económicos	23
Tabla 8.- Listado de inventario.....	27
Tabla 9.- Destructor de infestación de harina	28
Tabla 10.- Componentes del destructor de infestación de harina.....	29
Tabla 11.- Componentes sustituibles del destructor de infestación de harina	29
Tabla 12.- Frecuencia de las acciones de limpieza del destructor de infestación de harina.	30
Tabla 13.- Frecuencia de las acciones de mantenimiento del destructor de infestación.	30
Tabla 14.- Frecuencia de las acciones de lubricación del destructor de infestación.....	30
Tabla 15.- Estadístico del destructor de infestación.....	32
Tabla 16.- Tabla de criterio de valoración	39
Tabla 17.- Matriz AMFE Destructor de infestación.	40
Tabla 18.- Datos estadísticos del destructor de infestación.....	41
Tabla 19.- Tabla de varianza y desviación.....	43
Tabla 20.- Tabla de varianza y desviación.....	45
Tabla 21.- Tabla del cálculo de fiabilidad e infiabilidad.....	46
Tabla 22.- Tabla del cálculo de falla acumulativa	48
Tabla 23.- Papel de Weibull	51

Tabla 24.- Fiabilidad de Weibull del destructor de infestación de harina	52
Tabla 25.- Frecuencia de mantenimiento del destructor de infestación de harina	55
Tabla 26.- Formato de gama de mantenimiento	55
Tabla 27.- Frecuencia de mantenimiento del destructor de infestación de harina del mes de Enero.....	56
Tabla 28.- Frecuencia de mantenimiento del destructor de infestación de harina del mes de Febrero.....	56
Tabla 29.- Frecuencia de mantenimiento del destructor de infestación de harina del mes de Abril.....	57
Tabla 30.- Frecuencia de mantenimiento del destructor de infestación de harina del mes de Marzo.....	57
Tabla 31.- Frecuencia de mantenimiento del destructor de infestación de harina del mes de Mayo.....	58
Tabla 32.- Frecuencia de mantenimiento del destructor de infestación de harina del mes de Junio.....	58
Tabla 33.- Frecuencia de mantenimiento del destructor de infestación de harina del mes de Julio.....	59
Tabla 34.- Frecuencia de mantenimiento del destructor de infestación de harina del mes de Agosto.....	59
Tabla 35.- Frecuencia de mantenimiento del destructor de infestación de harina del mes de Septiembre.....	60
Tabla 36.- Frecuencia de mantenimiento del destructor de infestación de harina del mes de Octubre.....	60
Tabla 37.- Frecuencia de mantenimiento del destructor de infestación de harina del mes de Noviembre.....	61
Tabla 38.- Frecuencia de mantenimiento del destructor de infestación de harina del mes de Diciembre.....	61
Tabla 39.- Planificador.....	62
Tabla 40.- Componentes del planificador.....	63
Tabla 41.- Componentes sustituibles del planificador.....	63
Tabla 42.- Frecuencia de las acciones de limpieza del planificador.....	64
Tabla 43.- Frecuencia de las acciones de mantenimiento del planificador.....	64
Tabla 44.- Frecuencia de las acciones de lubricación del planificador.....	64
Tabla 45.- Estadístico del planificador.....	65
Tabla 46.- Matriz AMFE del planificador.....	78
Tabla 47.- Datos estadísticos del planificador.....	80
Tabla 48.- Datos calculados del planificador.....	82
Tabla 49.- Tabla de varianza y desviación.....	84
Tabla 50.- Tabla del cálculo de fiabilidad e infiabilidad.....	85
Tabla 51.- Tabla del cálculo de falla acumulativa.....	87
Tabla 52.- Parámetros obtenidos en la hoja de Weibull.....	90
Tabla 53.- Fiabilidad de Weibull del planificador mediante el método grafico.....	91
Tabla 54.- Frecuencia de mantenimiento del planificador del mes de Enero.....	94
Tabla 55.- Frecuencia de mantenimiento del planificador del mes de Febrero.....	95
Tabla 56.- Frecuencia de mantenimiento del planificador del mes de Marzo.....	96
Tabla 57.- Frecuencia de mantenimiento del planificador del mes de Abril.....	97
Tabla 58.- Frecuencia de mantenimiento del planificador del mes de Mayo.....	98
Tabla 59.- Frecuencia de mantenimiento del planificador del mes de Junio.....	99
Tabla 60.- Frecuencia de mantenimiento del planificador del mes de Julio.....	100
Tabla 61.- Frecuencia de mantenimiento del planificador del mes de Agosto.....	101
Tabla 62.- Frecuencia de mantenimiento del planificador del mes de Septiembre.....	102

Tabla 63.- Frecuencia de mantenimiento del planificador del mes de Octubre.....	103
Tabla 64.- Frecuencia de mantenimiento del planificador del mes de Noviembre.....	104
Tabla 65.- Frecuencia de mantenimiento del planificador del mes de Diciembre.....	105
Tabla 66.- Control de planificador.....	106
Tabla 67.- Componentes del control de planificador	107
Tabla 68.- Componentes sustituibles del control del planificador	107
Tabla 69.- Frecuencia de las acciones de limpieza del control del planificador.....	108
Tabla 70.- Frecuencia de las acciones de mantenimiento del control del planificador.....	108
Tabla 71.- Frecuencia de las acciones de lubricación del control del planificador	108
Tabla 72.- Estadístico del control del planificador	109
Tabla 73.- Matriz AMFE del control del planificador	122
Tabla 74.- Datos estadísticos del control de planificador	124
Tabla 75.- Datos calculados del control del planificador.....	126
Tabla 76.- Tabla de varianza y desviación.....	128
Tabla 77.- Tabla del cálculo de fiabilidad e infiabilidad.....	129
Tabla 78.- Tabla del cálculo de falla acumulativa	131
Tabla 79.- Parámetros obtenidos en la hoja de Weibull.....	134
Tabla 80.- Fiabilidad de Weibull del control del planificador mediante el método grafico	135
Tabla 81.- Frecuencia de mantenimiento del control del planificador del mes de Enero	138
Tabla 82.- Frecuencia de mantenimiento del control del planificador del mes de Febrero.	139
Tabla 83.- Frecuencia de mantenimiento del control del planificador del mes de Marzo.	140
Tabla 84.- Frecuencia de mantenimiento del control del planificador del mes de Abril.	141
Tabla 85.- Frecuencia de mantenimiento del control del planificador del mes de Mayo.	142
Tabla 86.- Frecuencia de mantenimiento del control del planificador del mes de Junio.	143
Tabla 87.- Frecuencia de mantenimiento del control del planificador del mes de Julio.....	144
Tabla 88.- Frecuencia de mantenimiento del control del planificador del mes de Agosto.	145
Tabla 89.- Frecuencia de mantenimiento del control del planificador del mes de Septiembre.	146
Tabla 90.- Frecuencia de mantenimiento del control del planificador del mes de Octubre.	147
Tabla 91.- Frecuencia de mantenimiento del control del planificador del mes de Noviembre.	148
Tabla 92.- Frecuencia de mantenimiento del control del planificador del mes de Diciembre.	149
Tabla 93.- Molino de martillos.	150
Tabla 94.- Componentes del molino de martillos.	151
Tabla 95.- Componentes sustituibles del molino de martillos.	151
Tabla 96.- Frecuencia de las acciones de limpieza del molino de martillos.....	152
Tabla 97.- Frecuencia de las acciones de mantenimiento del molino de martillos.....	152
Tabla 98.- Frecuencia de las acciones de molino de martillos.	152
Tabla 99.- Estadístico del molino de martillos.	153
Tabla 100.- Matriz AMFE del molino de martillos.	160
Tabla 101.- Datos estadísticos del microdosificador.	162
Tabla 102.- Datos calculados del molino de martillos.	164
Tabla 103.- Tabla de varianza y desviación.....	165
Tabla 104.- Tabla del cálculo de fiabilidad e infiabilidad.....	166
Tabla 105.- Tabla del cálculo de falla acumulativa.	168
Tabla 106.- Parámetros obtenidos en la hoja de Weibull.	170
Tabla 107.- Fiabilidad de Weibull del molino de martillos mediante el método gráfico.	171
Tabla 108.- Frecuencia de mantenimiento del molino de martillos del mes de Enero.	174
Tabla 109.- Frecuencia de mantenimiento del molino de martillos del mes de Febrero.	174
Tabla 110.- Frecuencia de mantenimiento del molino de martillos del mes de Marzo.	175
Tabla 111.- Frecuencia de mantenimiento del molino de martillos del mes de Abril.	175
Tabla 112.- Frecuencia de mantenimiento del molino de martillos del mes de Mayo.	176
Tabla 113.- Frecuencia de mantenimiento del molino de martillos del mes de Junio.	176

Tabla 114.- Frecuencia de mantenimiento del molino de martillos del mes de Julio.....	177
Tabla 115.- Frecuencia de mantenimiento del molino de martillos del mes de Agosto.	177
Tabla 116.- Frecuencia de mantenimiento del molino de martillos del mes de Septiembre.....	178
Tabla 117.- Frecuencia de mantenimiento del molino de martillos del mes de Octubre.	178
Tabla 118.- Frecuencia de mantenimiento del molino de martillos del mes de Noviembre.	179
Tabla 119.- Frecuencia de mantenimiento del molino de martillos del mes de Diciembre.	179
Tabla 120.- Exclusa.....	180
Tabla 121.- Componentes de la exclusiva.	181
Tabla 122.- Componentes sustituibles de la exclusiva.....	181
Tabla 123.- Frecuencia de las acciones de limpieza de la exclusiva.	182
Tabla 124.- Frecuencia de las acciones de mantenimiento de la exclusiva.	182
Tabla 125.- Frecuencia de las acciones de la exclusiva.	182
Tabla 126.- Estadístico de la exclusiva.....	183
Tabla 127.- Matriz AMFE de la exclusiva.....	196
Tabla 128.- Datos estadísticos de la exclusiva.....	198
Tabla 129.- Datos calculados de la exclusiva.	199
Tabla 130.- Tabla de varianza y desviación.....	201
Tabla 131.- Tabla del cálculo de fiabilidad e infiability.....	201
Tabla 132.- Tabla del cálculo de falla acumulativa.	203
Tabla 133.- Parámetros obtenidos en la hoja de Weibull.....	206
Tabla 134.- Fiabilidad de Weibull de la exclusiva mediante el método gráfico.....	207
Tabla 135.- Frecuencia de mantenimiento de la exclusiva del mes de Enero.	210
Tabla 136.- Frecuencia de mantenimiento de la exclusiva del mes de Febrero.	211
Tabla 137.- Frecuencia de mantenimiento de la exclusiva del mes de Marzo.	212
Tabla 138.- Frecuencia de mantenimiento de la exclusiva del mes de Abril.	213
Tabla 139.- Frecuencia de mantenimiento de la exclusiva del mes de Mayo.....	214
Tabla 140.- Frecuencia de mantenimiento de la exclusiva del mes de Junio.	215
Tabla 141.- Frecuencia de mantenimiento de la exclusiva del mes de Julio.	216
Tabla 142.- Frecuencia de mantenimiento de la exclusiva del mes de Agosto.	217
Tabla 143.- Frecuencia de mantenimiento de la exclusiva del mes de Septiembre.....	218
Tabla 144.- Frecuencia de mantenimiento de la exclusiva del mes de Octubre.	219
Tabla 145.- Frecuencia de mantenimiento de la exclusiva del mes de Noviembre.	220
Tabla 146.- Frecuencia de mantenimiento de la exclusiva del mes de Diciembre.	221
Tabla 147.- Molino de rodillo simple.	222
Tabla 148.- Componentes del molino de rodillo simple.	223
Tabla 149.- Componentes sustituibles del molino de rodillo simple.	223
Tabla 150.- Frecuencia de las acciones del molino de rodillo simple.	224
Tabla 151.- Frecuencia de las acciones del molino de rodillo simple.....	224
Tabla 152.- Frecuencia del molino de rodillo simple.....	224
Tabla 153.- Estadístico del molino de rodillo simple.....	225
Tabla 154.- Matriz AMFE del molino de rodillo simple.	238
Tabla 155.- Datos estadísticos de la exclusiva.....	240
Tabla 156.- Datos calculados de la exclusiva.	241
Tabla 157.- Tabla de varianza y desviación.....	243
Tabla 158.- Tabla del cálculo de fiabilidad e infiability.....	244
Tabla 159.- Parámetros obtenidos en la hoja de Weibull.....	248
Tabla 160.- Fiabilidad de Weibull del molino de rodillo simple mediante el método gráfico.	249
Tabla 161.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo simple del mes de Enero.	252
Tabla 162.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo simple del mes de Febrero.	253
Tabla 163.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo simple del mes de Marzo.	254
Tabla 164.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo simple del mes de Abril.	255

Tabla 165.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo simple del mes de Mayo.	256
Tabla 166.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo simple del mes de Junio.	257
Tabla 167.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo simple del mes de Julio.	258
Tabla 168.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo simple del mes de Agosto. ...	259
Tabla 169.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo simple del mes de Septiembre.	
.....	260
Tabla 170.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo simple del mes de Octubre. .	261
Tabla 171.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo simple del mes de Noviembre.	
.....	262
Tabla 172.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo simple del mes de Diciembre.	
.....	263
Tabla 173.- Molino de rodillo doble.	264
Tabla 174.- Componentes del molino de rodillo doble.	265
Tabla 175.- Componentes sustituibles del molino de rodillo doble.	265
Tabla 176.- Frecuencia de las acciones del molino de rodillo doble.	266
Tabla 177.- Frecuencia de las acciones del molino de rodillo doble.	266
Tabla 178.- Frecuencia del molino de rodillo doble.	266
Tabla 179.- Estadístico del molino de rodillo doble.	267
Tabla 180.- Matriz AMFE del molino de rodillo doble.	280
Tabla 181.- Datos estadísticos del molino de rodillo doble.	282
Tabla 182.- Datos calculados del molino de rodillo doble.	283
Tabla 183.- Tabla de varianza y desviación.	285
Tabla 184.- Tabla del cálculo de fiabilidad e infiabilidad.	286
Tabla 185.- Tabla del cálculo de falla acumulativa.	288
Tabla 186.- Parámetros obtenidos en la hoja de Weibull.	290
Tabla 187.- Fiabilidad de Weibull del molino de rodillo doble mediante el método gráfico. ...	291
Tabla 188.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo doble del mes de Enero.	293
Tabla 189.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo doble del mes de Febrero. ...	294
Tabla 190.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo doble del mes de Marzo.	295
Tabla 191.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo doble del mes de Abril.	296
Tabla 192.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo doble del mes de Mayo.	297
Tabla 193.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo doble del mes de Junio.	298
Tabla 194.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo doble del mes de Julio.	299
Tabla 195.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo doble del mes de Agosto.	300
Tabla 196.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo doble del mes de Septiembre.	
.....	301
Tabla 197.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo doble del mes de Octubre.	302
Tabla 198.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo doble del mes de Noviembre.	
.....	303
Tabla 199.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo doble del mes de Diciembre.	
.....	304
Tabla 200.- Tamiz de control turbo.	305
Tabla 201.- Componentes del tamiz de control turbo.	306
Tabla 202.- Componentes sustituibles del tamiz de control turbo.	306
Tabla 203.- Frecuencia de las acciones del tamiz de control turbo.	307
Tabla 204.- Frecuencia de las acciones del tamiz de control turbo.	307
Tabla 205.- Frecuencia del tamiz de control turbo.	307
Tabla 206.- Estadístico del tamiz de control turbo.	308
Tabla 207.- Matriz AMFE del tamiz de control turbo.	321
Tabla 208.- Datos estadísticos del tamiz de control turbo.	323
Tabla 209.- Datos calculados del tamiz de control turbo.	325

Tabla 210.- Tabla de varianza y desviación.....	327
Tabla 211.- Tabla del cálculo de fiabilidad e infiabilidad.....	327
Tabla 212.- <i>Tabla del cálculo de falla acumulativa.</i>	329
Tabla 213.- Parámetros obtenidos en la hoja de Weibull.....	332
Tabla 214.- Fiabilidad de Weibull del tamiz de control turbo mediante el método gráfico.	333
Tabla 215.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz de control turbo del mes de Enero.	336
Tabla 216.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz de control turbo del mes de Febrero.	337
Tabla 217.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz de control turbo del mes de Marzo.	338
Tabla 218.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz de control turbo del mes de Abril.	339
Tabla 219.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz de control turbo del mes de Mayo.	340
Tabla 220.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz de control turbo del mes de Junio.	341
Tabla 221.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz de control turbo del mes de Julio.....	342
Tabla 222.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz de control turbo del mes de Agosto.	343
Tabla 223.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz de control turbo del mes de Septiembre.....	344
Tabla 224.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz de control turbo doble del mes de Octubre.	345
Tabla 225.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz de control turbo del mes de Noviembre.....	346
Tabla 226.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz de control turbo del mes de Diciembre.	347
Tabla 227.- Transportador de tornillo tubular.....	348
Tabla 228.- Componentes del transportador de tornillo tubular.....	349
Tabla 229.- Componentes sustituibles del transportador de tornillo tubular.	349
Tabla 230.- Frecuencia de las acciones del transportador de tornillo tubular.	350
Tabla 231.- Frecuencia de las acciones del transportador de tornillo tubular.	350
Tabla 232.- Frecuencia del transportador de tornillo tubular.	350
Tabla 233.- Estadístico del transportador de tornillo tubular.	351
Tabla 234.- Matriz AMFE del transportador de tornillo tubular.....	364
Tabla 235.- Datos estadísticos del transportador de tornillo tubular.	365
Tabla 236.- Datos calculados del transportador de tornillo tubular.	367
Tabla 237.- Tabla de varianza y desviación.....	368
Tabla 238.- Tabla del cálculo de fiabilidad e infiabilidad.....	369
Tabla 239.- Tabla del cálculo de falla acumulativa.	371
Tabla 240.- Parámetros obtenidos en la hoja de Weibull.....	373
Tabla 241.- Fiabilidad de Weibull del transportador de tornillo tubular mediante el método gráfico.....	374
Tabla 242.- Frecuencia de mantenimiento del transportador de tornillo tubular del mes de Enero.....	376
Tabla 243.- Frecuencia de mantenimiento del transportador de tornillo tubular del mes de Febrero.....	377
Tabla 244.- Frecuencia de mantenimiento del transportador de tornillo tubular del mes de Marzo.....	377
Tabla 245.- Frecuencia de mantenimiento del transportador de tornillo tubular del mes de Abril.	378
Tabla 246.- Frecuencia de mantenimiento del transportador de tornillo tubular del mes de Mayo.....	378
Tabla 247.- Frecuencia de mantenimiento del transportador de tornillo tubular del mes de Junio.	379
Tabla 248.- Frecuencia de mantenimiento del transportador de tornillo tubular del mes de Julio.	379
Tabla 249.- Frecuencia de mantenimiento del transportador de tornillo tubular del mes de Agosto.....	380

Tabla 250.- Frecuencia de mantenimiento del transportador de tornillo tubular del mes de Septiembre.	380
Tabla 251.- Frecuencia de mantenimiento del transportador de tornillo tubular doble del mes de Octubre.....	381
Tabla 252.- Frecuencia de mantenimiento del transportador de tornillo tubular del mes de Noviembre.....	381
Tabla 253.- Frecuencia de mantenimiento del transportador de tornillo tubular del mes de Diciembre.....	382
Tabla 254.- Purificador de semolina.....	383
Tabla 255.- Componentes del purificador de semolina.....	384
Tabla 256.- Componentes sustituibles del purificador de semolina.....	384
Tabla 257.- Frecuencia de las acciones del purificador de semolina.....	385
Tabla 258.- Frecuencia de las acciones del purificador de semolina.....	385
Tabla 259.- Frecuencia del purificador de semolina.....	385
Tabla 260.- Estadístico del purificador de semolina.....	386
Tabla 261.- Matriz AMFE del purificador de semolina.....	399
Tabla 262.- Datos estadísticos del purificador de semolina.....	401
Tabla 263.- Datos calculados del purificador de semolina.....	403
Tabla 264.- Tabla de varianza y desviación.....	405
Tabla 265.- Tabla del cálculo de fiabilidad e infiability.....	405
Tabla 266.- <i>Tabla del cálculo de falla acumulativa.</i>	407
Tabla 267.- Parámetros obtenidos en la hoja de Weibull.....	410
Tabla 268.- Fiabilidad de Weibull del purificador de semolina mediante el método gráfico...411	411
Tabla 269.- Frecuencia de mantenimiento del purificador de semolina del mes de Enero.....414	414
Tabla 270.- Frecuencia de mantenimiento del purificador de semolina del mes de Febrero...415	415
Tabla 271.- Frecuencia de mantenimiento del purificador de semolina del mes de Marzo.....416	416
Tabla 272.- Frecuencia de mantenimiento del purificador de semolina del mes de Abril.....417	417
Tabla 273.- Frecuencia de mantenimiento del purificador de semolina del mes de Mayo.....418	418
Tabla 274.- Frecuencia de mantenimiento del purificador de semolina del mes de Junio.419	419
Tabla 275.- Frecuencia de mantenimiento del purificador de semolina del mes de Julio.420	420
Tabla 276.- Frecuencia de mantenimiento del purificador de semolina del mes de Agosto....421	421
Tabla 277.- Frecuencia de mantenimiento del purificador de semolina del mes de Septiembre.422	422
Tabla 278.- Frecuencia de mantenimiento del purificador de semolina doble del mes de Octubre.....423	423
Tabla 279.- Frecuencia de mantenimiento del purificador de semolina del mes de Noviembre.424	424
Tabla 280.- Frecuencia de mantenimiento del purificador de semolina del mes de Diciembre.425	425
Tabla 281.- Tamiz vibro vertical.....426	426
Tabla 282.- Componentes del tamiz vibro vertical.....427	427
Tabla 283.- Componentes sustituibles del tamiz vibro vertical.....427	427
Tabla 284.- Frecuencia de las acciones del tamiz vibro vertical.....428	428
Tabla 285.- Frecuencia de las acciones del tamiz vibro vertical.....428	428
Tabla 286.- Frecuencia del tamiz vibro vertical.....428	428
Tabla 287.- Estadístico del tamiz vibro vertical.....429	429
Tabla 288.- Matriz AMFE del tamiz vibro vertical.....442	442
Tabla 289.- Datos estadísticos del tamiz vibro vertical.....445	445
Tabla 290.- Datos calculados del tamiz vibro vertical.....447	447
Tabla 291.- Tabla de varianza y desviación.....449	449
Tabla 292.- Tabla del cálculo de fiabilidad e infiability.....449	449

Tabla 293.- Tabla del cálculo de falla acumulativa.	451
Tabla 294.- Parámetros obtenidos en la hoja de Weibull.	454
Tabla 295.- Fiabilidad de Weibull del tamiz vibro vertical mediante el método gráfico.	455
Tabla 296.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz vibro vertical del mes de Enero.	458
Tabla 297.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz vibro vertical del mes de Febrero.	459
Tabla 298.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz vibro vertical del mes de Marzo.	460
Tabla 299.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz vibro vertical del mes de Abril.	461
Tabla 300.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz vibro vertical del mes de Mayo.	462
Tabla 301.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz vibro vertical del mes de Junio.	463
Tabla 302.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz vibro vertical del mes de Julio.	464
Tabla 303.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz vibro vertical del mes de Agosto.	465
Tabla 304.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz vibro vertical del mes de Septiembre.	466
Tabla 305.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz vibro vertical doble del mes de Octubre.	467
Tabla 306.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz vibro vertical del mes de Noviembre.	468
Tabla 307.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz vibro vertical del mes de Diciembre.	469
Tabla 308.- Separador de impacto.	470
Tabla 309.- Componentes del separador de impacto.	471
Tabla 310.- Componentes sustituibles del separador de impacto.	471
Tabla 311.- Frecuencia de las acciones del separador de impacto.	472
Tabla 312.- Frecuencia de las acciones del separador de impacto.	472
Tabla 313.- Frecuencia del separador de impacto.	472
Tabla 314.- Estadístico del separador de impacto.	473
Tabla 315.- Matriz AMFE del separador de impacto.	480
Tabla 316.- Datos estadísticos del separador de impacto.	481
Tabla 317.- Datos calculados del separador de impacto.	483
Tabla 318.- Tabla de varianza y desviación.	484
Tabla 319.- Tabla del cálculo de fiabilidad e infiabilidad.	485
Tabla 320.- Tabla del cálculo de falla acumulativa.	487
Tabla 321.- Parámetros obtenidos en la hoja de Weibull.	489
Tabla 322.- Fiabilidad de Weibull del separador de impacto mediante el método gráfico.	490
Tabla 323.- Frecuencia de mantenimiento del separador de impacto del mes de Enero.	492
Tabla 324.- Frecuencia de mantenimiento del separador de impacto del mes de Febrero.	493
Tabla 325.- Frecuencia de mantenimiento del separador de impacto del mes de Marzo.	494
Tabla 326.- Frecuencia de mantenimiento del separador de impacto del mes de Abril.	494
Tabla 327.- Frecuencia de mantenimiento del separador de impacto del mes de Mayo.	495
Tabla 328.- Frecuencia de mantenimiento del separador de impacto del mes de Junio.	495
Tabla 329.- Frecuencia de mantenimiento del separador de impacto del mes de Julio.	496
Tabla 330.- Frecuencia de mantenimiento del separador de impacto del mes de Agosto.	496
Tabla 331.- Frecuencia de mantenimiento del separador de impacto del mes de Septiembre.	497
Tabla 332.- Frecuencia de mantenimiento del separador de impacto doble del mes de Octubre.	497
Tabla 333.- Frecuencia de mantenimiento del separador de impacto del mes de Noviembre.	498
Tabla 334.- Frecuencia de mantenimiento del separador de impacto del mes de Diciembre.	498
Tabla 335.- Microdosificador.	499
Tabla 336.- Componentes del microdosificador.	500
Tabla 337.- Componentes sustituibles del microdosificador.	500
Tabla 338.- Frecuencia de las acciones de limpieza del microdosificador.	501
Tabla 339.- Frecuencia de las acciones de mantenimiento del microdosificador.	501
Tabla 340.- Frecuencia de las acciones de microdosificador.	501
Tabla 341.- Estadístico del planificador.	502

Tabla 342.- Matriz AMFE del microdosificador.	509
Tabla 343.- Datos estadísticos del microdosificador.	510
Tabla 344.- Datos calculados del microdosificador.	511
Tabla 345.- Tabla de varianza y desviación.	513
Tabla 346.- Tabla del cálculo de fiabilidad e infiabilidad.	513
Tabla 347.- Tabla del cálculo de falla acumulativa.	514
Tabla 348.- Parámetros obtenidos en la hoja de Weibull.	517
Tabla 349.- Fiabilidad de Weibull del microdosificador mediante el método gráfico.	518
Tabla 350.- Frecuencia de mantenimiento del microdosificador del mes de Enero.	520
Tabla 351.- Frecuencia de mantenimiento del microdosificador del mes de Febrero.	521
Tabla 352.- Frecuencia de mantenimiento del microdosificador del mes de Marzo.	522
Tabla 353.- Frecuencia de mantenimiento del microdosificador del mes de Abril.	523
Tabla 354.- Frecuencia de mantenimiento del microdosificador del mes de Mayo.	524
Tabla 355.- Frecuencia de mantenimiento del microdosificador del mes de Junio.	525
Tabla 356.- Frecuencia de mantenimiento del microdosificador del mes de Julio.	526
Tabla 357.- Frecuencia de mantenimiento del microdosificador del mes de Agosto.	527
Tabla 358.- Frecuencia de mantenimiento del microdosificador del mes de Septiembre.	528
Tabla 359.- Frecuencia de mantenimiento del microdosificador del mes de Octubre.	529
Tabla 360.- Frecuencia de mantenimiento del microdosificador del mes de Noviembre.	530
Tabla 361.- Frecuencia de mantenimiento del microdosificador del mes de Diciembre.	531

RESUMEN

El desarrollo acelerado de la industria y la alta demanda de productos en menores tiempos han permitido el incremento del uso de maquinaria y equipos, los mismos que al representar una inversión, requiere de procesos de mantenimiento, con la finalidad de alargar su vida útil y garantizar su disponibilidad dentro de la línea de producción.

Por tal motivo, se desarrolla el presente documento de carácter técnico, enfocado a mitigar las necesidades de mantenimiento que requieren las maquinas que conforman el área de la molienda de los molinos Miraflores ubicado en la ciudad de Ambato, para poder llevar a cabo el presente estudio se empleó tanto un análisis bibliográfico acompañado de un estudio de campo que nos permite determinar los componentes tanto mecánicos como eléctricos que conforman las maquinas, todo esto con la finalidad de por establecer los elementos que son altamente propensos a sufrir fallas o a causarlas en determinado periodo de tiempo.

Empleando para el análisis de fallas tanto AMFE como criticidad, permitiendo desarrollar las bitácoras como las gamas de mantenimiento en base a los conceptos sustentados dentro de las NTP 679 las mismas que detallan y delimitan los modos de fallos y los efectos que tienen los elementos dentro de los procesos empleado con la finalidad de poder identificar y analizar los posibles fallos.

Palabras clave: Mantenimiento preventivo, Molinos, Molienda, Miraflores, Matriz AMFE, criticidad, NTP, Bitácora, Gama de mantenimiento.

ABSTRACT

The accelerated development of the industry and the high demand for products in less time have allowed the increase in the use of machinery and equipment, the same as representing an investment, require maintenance processes, in order to extend their useful life and guarantee its availability within the production line.

For this reason, this technical document is developed, focused on mitigating the maintenance needs required by the machines that make up the grinding area of the Miraflores mills located in the city of Ambato, in order to carry out this study A bibliographic analysis was used together with a field study that allows us to determine both the mechanical and electrical components that make up the machines, all this in order to establish the elements that are highly prone to failure or causing them in a certain period of time. weather.

Using both AMFE and criticality for the failure analysis, allowing the development of the logs and the maintenance ranges based on the concepts supported within the NTP 679, which detail and delimit the failure modes and the effects that the elements have within them. the processes used in order to identify and analyze possible failures.

Keywords: Maintenance preventive, Mills, Grinding, Miraflores, Matrix, FMEA, criticality, NTP, log, Maintenance range.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

“DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL ÁREA DE MOLIENDA DE LA EMPRESA MOLINOS MIRAFLORES S.A DE LA CIUDAD DE AMBATO”

1.1 Antecedentes

En la actualidad se observa que existen grandes avances con respecto al área de mantenimiento y todo esto se ve relacionado con que las industrias han optado por emplear mayor cantidad de maquinarias y equipos en sus procesos de producción, con la finalidad de acelerar los mismos y obtener productos con altos estándares de calidad. Permitiendo abocar esfuerzos y recursos para mantener las condiciones iniciales en las que dichas máquinas, equipos fueron diseñados y puestos en marcha dentro de cierta área en una empresa, garantizando la continuidad de su funcionamiento. Evitando de esta manera llegar a los paros de la producción y afectar de manera económica los crecientes procesos que se ven relacionados a la productividad [1] [2]

Siendo de gran notoriedad que en los últimos años el estudio del mantenimiento se ha incrementado y de esta manera el conocimiento se ha expandido, permitiendo establecer parámetros y normativas que quizás hace varios años atrás no eran tomados en cuenta, por lo consiguiente se puede decir que el mantenimiento se ve relacionado con el desarrollo de una industria creciente a nivel mundial, permitiendo mitigar falencias [2] [3].

El presente trabajo de titulación, desarrolla un estudio enfocado en el ámbito técnico de los sistemas que conforman el área de molienda de los Molinos Miraflores, que se encuentra ubicado en la ciudad de Ambato, permitiendo llevar a cabo el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo con la finalidad de precautelar y establecer de manera cronológica los procesos a realizarse para evitar fallos y posibles averías en los sistemas que conforman dicha área [4] [5].

El mantenimiento de equipos y maquinaria, es de vital importancia dentro de una industria ya sea de pequeña, mediana o a gran escala, ya que, sin la realización de este, se podría

desembocar en varios percances e inconvenientes que comprometen la producción, teniendo en cuenta la incidencia de las fallas y percances que se ven relacionados con la falta de mantenimiento en la industria se han llevado a cabo varios estudios. Proaño Alison menciona que la realización de un adecuado mantenimiento dentro de la industria influye directamente en la productividad, destacando que se deben de realizar procesos básicos de limpieza y calibración para evitar el paro de la producción y la pérdida de material, teniendo en cuenta los medios de lubricación y los sistemas neumáticos presentes en ciertas máquinas [6].

Es importante mencionar que en el desarrollo del análisis realizado por Piquera y Fernández expresan que, para la realización de los procesos de mantenimiento, son de vital importancia los datos, los mismos que permiten prever las condiciones de las máquinas a futuro, contemplando sus parámetros y su lugar de funcionamiento. Todo esto desarrollado dentro de un rango de tiempo estipulado para poder de esta manera establecer los periodos de mantenimiento y de correcciones que sean necesarios [7].

Por otro lado, en el proyecto realizado por Villacrés y Suarez señalan que la realización e implementación de procesos de mantenimiento preventivo dentro de una industria harinera aporta a reducir los costos relacionados con daños y averías que sufren las máquinas. Ya que la realización de los mismos asegura una alta disponibilidad de las máquinas e influencia de manera directa a la mejora de la calidad del producto a elaborarse [5].

También mencionan que es de gran importancia la documentación recabada al momento de realizar las investigaciones previas, ya que las mismas permiten desarrollar planes en base a las condiciones iniciales y de igual manera implantar los procesos más idóneos [8].

Alarcón y Romero indican que la realización de los procesos de mantenimiento preventivo deben ser desarrollados en base a los requerimientos que las máquinas deban cumplir, acompañado de la aprobación de los ententes que utilizan la maquinaria con la finalidad de utilizar su experiencia como ítem a ser tomado en cuenta [3].

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Desarrollar de un plan de mantenimiento preventivo para el molino Santa Rosa de la empresa Industrias Catedral S.A.

1.2.2 Objetivos Específicos

a) **Determinar el estado actual de la maquinaria y componentes que conforman el área de molienda del Molino Miraflores**

Se alcanzó el objetivo mediante un análisis estadístico de paros, fallos y averías que han ocurrido durante el tiempo actual de funcionamiento, empleando las fórmulas y cálculo de la disponibilidad.

b) **Analizar y valorar los tiempos de falla, de disponibilidad y de fiabilidad de los equipos.**

Se analizó los fallos y modos de fallo de acuerdo a la nota técnica de prevención NTP 679 donde se especifica la matriz AMFE, estudiando la frecuencia, gravedad e incidencia de cada uno de los fallos.

c) **Determinar la bitácora y las gamas de mantenimiento requeridas.**

Se desarrolló las gamas y la bitácora de mantenimiento de acuerdo a los resultados del IPR de la matriz AMFE detallada en el objetivo anterior.

d) **Desarrollar la documentación requerida para conformar el plan de mantenimiento preventivo.**

Realización del plan de acuerdo a la consulta bibliográfica realizada y ejemplos puntuales de mantenimiento en equipos y sistemas.

1.3 Fundamentación teórica

1.3.1 Mantenimiento

El enfoque del mantenimiento dentro de la empresa es el de preservar la buena funcionabilidad de la maquinaria existente, para poder lograr este objetivo se deben de llevar a cabo ciertos procesos y controlar determinados parámetros que permite de manera periódica analizar y prever posibles fallos. Y que gracias a contemplarlos y tratarlos permiten evitar que estos sucedan a futuro permitiendo que su incidencia sea baja y que la afectación que causen sea mínima [7] [9].

1.3.2 Objetivos de mantenimiento

Los objetivos principales del mantenimiento son los de precautelar y de evitar fallos inesperados dentro de una maquinaria pudiendo controlar de esta manera su funcionalidad

y su disponibilidad dentro de la línea de producción entre los principales que se puede mencionar están los siguientes [10] [11]:

- Evitar las fallas o averías dentro del Sistema de producción
 - Alargar la vida útil de la maquinaria y equipos.
 - Aumentar los índices de disponibilidad de fiabilidad y de rendimiento dentro del área de producción.
 - Acompañar los procesos de mantenimiento con los procesos de seguridad para garantizar la integridad tanto de la maquinaria como del personal.
 - Garantizar la calidad del producto final desarrollado en la máquina a emplearse.
- [12] [13]

1.3.3 Tipos de mantenimiento

El mantenimiento al ser una rama de amplio estudio y con notable aplicación dentro de la industria, esta se subdivide en varios tipos de mantenimientos, pudiendo detallar a continuación los más incidentes dentro de los procesos(figura 1) [14].

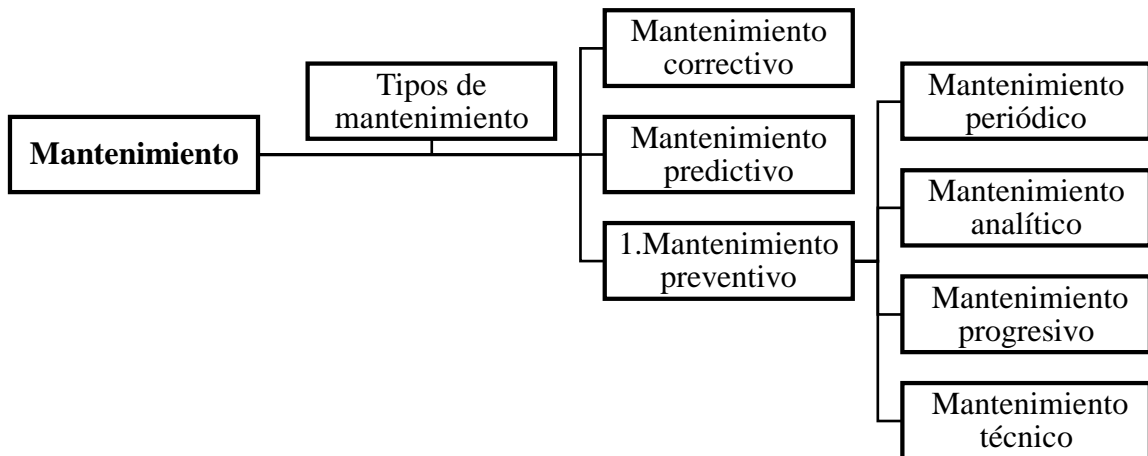


Figura 1.- Sistemas de mantenimiento [15].

1.3.4 Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo tiene como finalidad llevar a cabo reparaciones y correcciones a desperfectos ya presentados dentro de una maquinaria, que tienen cabida en tiempo y lugar, mereciendo una atención inmediata realizándose ya sea la reparación o reemplazo de piezas o mecanismos que presentan imperfecciones (figura 2) [14].

Siendo necesario llevar a cabo la para de la maquinaria, informando al personal que la utiliza y empleando herramientas, repuestos acompañado de las actividades de control con la finalidad de poder obtener información para futuras reparaciones y diseños de planes de mantenimiento [9] [15].

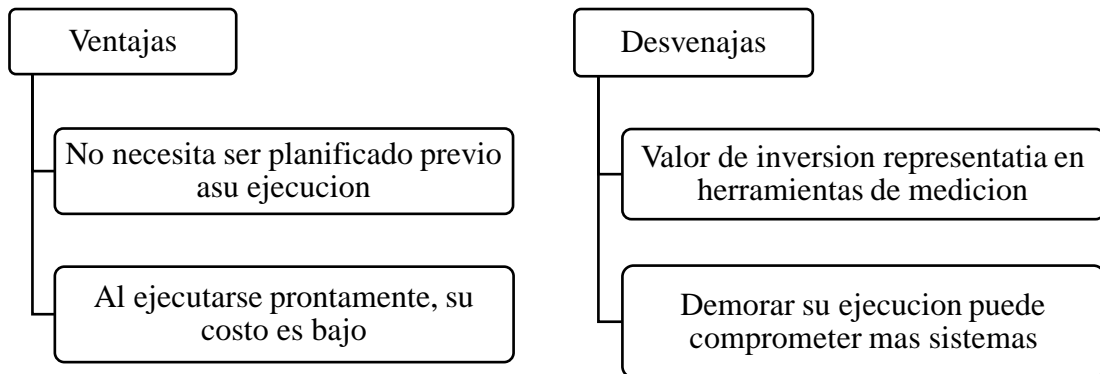


Figura 2.- Ventajas y desventajas MC [15].

1.3.5 Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo tiene como finalidad prever posibles fallos en determinado tiempo, con la finalidad de poder llevar a cabo las acciones necesarias para evitar que éstos desemboquen en perjuicios o daños de gravedad a la maquinaria y por ende una afectación de manera directa a la línea de producción (figura 3), de esta manera al aplicarlo se permite que exista una línea de producción continua, controlando los posibles riesgos que puedan ocurrir [10] [9].

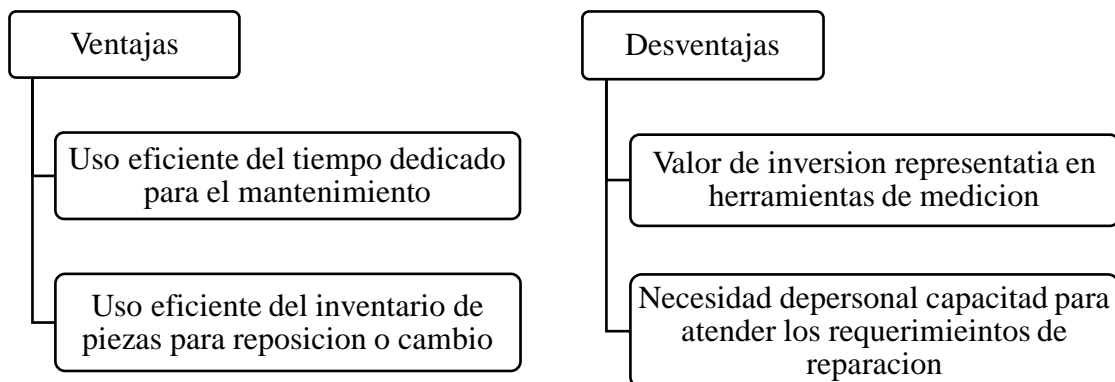


Figura 3.- Ventajas y desventajas MPd [15].

1.3.6 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo tiene como finalidad la realización de acciones de manera periódica dentro de una empresa teniendo como finalidad lubricar, ajustar, calibrar equipos y máquinas para evitar desperfectos o fallos en los componentes los mismos (figura 4) [16].

Subdividiéndose este tipo de mantenimiento en varios siendo los más tomados en cuenta los siguientes:

- **Mantenimiento periódico:** este tipo de mantenimiento está basado en la realización de acciones de manera establecida con cierta variación de tiempo [17].
- **Mantenimiento analítico:** este tipo de mantenimientos es realizado en base a datos recabados con anterioridad, para permitir desarrollar procesos de control a futuro en base a estadísticas [17].
- **Mantenimiento progresivo:** este tipo de mantenimiento se desarrolla en los momentos de paro de una máquina con la finalidad de poder verificar y contemplar estén desarrollando los procesos de lubricación y de refrigeración [17].
- **Mantenimiento técnico:** este tipo de mantenimientos es la complementación tanto del mantenimiento periódico como del mantenimiento progresivo con la finalidad de poder estimar la fiabilidad del equipo analizado y poder estimar los posibles tiempos de falla [17].

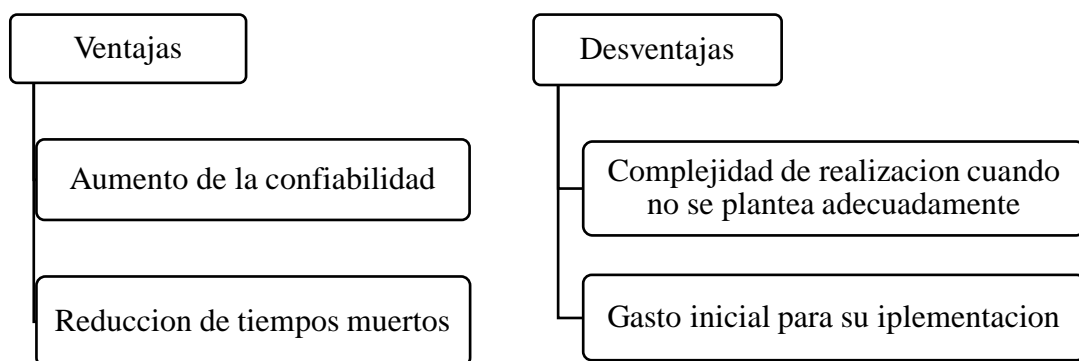


Figura 4.- Ventajas y desventajas MPv [15].

Beneficios del mantenimiento preventivo: este tipo de mantenimiento permite llevar a cabo el control de manera periódica de una máquina aplicando procesos de control a su

buen funcionamiento, garantizando un buen desempeño de la máquina, ya que se prevé los tiempos de fallo y de esa manera se puede programar acciones correctivas en determinado lapso de tiempo [13].

1.3.7 Planes de mantenimiento

Este tipo de documentos técnicos son de vital importancia ya que permite contemplar todos los aspectos relacionados con un equipo o maquinaria y de esta manera establecer directrices que permitan enfocar y dirigir de manera eficiente recursos para garantizar un buen desempeño de la maquinaria (figura 5) [12].

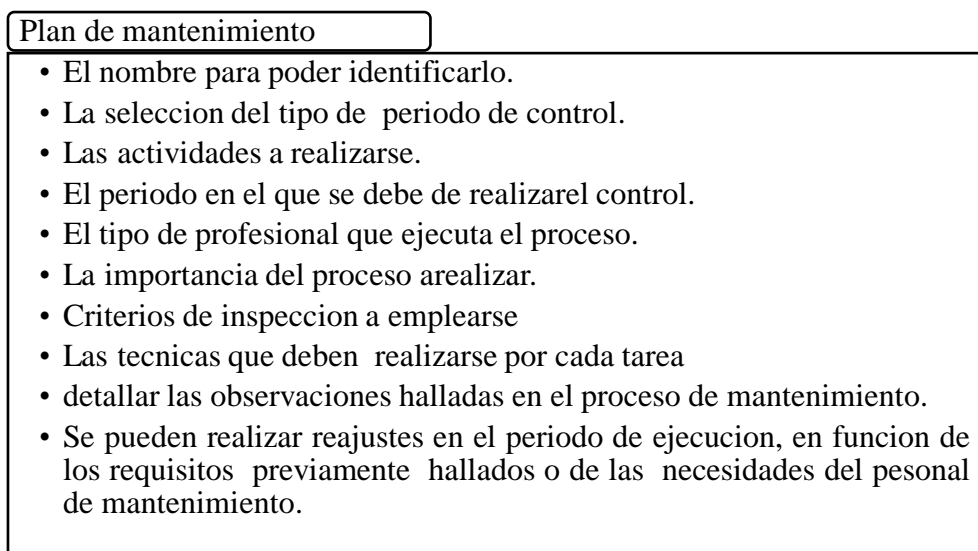


Figura 5.- Partes de un plan de mantenimiento [18].

A continuación, se puede establecer los pasos necesarios para el desarrollo de un buen plan de mantenimiento:

- Es necesario establecer un inventario de la maquinaria existente en el área a trabajarse identificando y clasificando equipos para un mejor control.
- Es de vital importancia desarrollar una investigación bibliográfica que permita recabar información ya sea de manuales, fichas técnicas o bitácoras empleadas con anterioridad.
- Establecer la importancia de cada maquinaria pudiendo jerarquizarla y de esta manera poder establecer el tipo de mantenimiento requerido para cada una de ellas.
- Desarrollar el plan de mantenimiento establecido anteriormente, realizando las acciones pertinentes que están involucradas.

1.3.8 Actividades desarrolladas dentro del plan de mantenimiento

Comprenden varios aspectos importantes entre las que se desglosan de manera práctica los más comúnmente empleados (figura 6).

- **Limpieza:** se trata de retirar todo tipo de agentes extraños, con la finalidad de evitar que estos se acumulen e interfieran con el buen funcionamiento de la máquina.
- **Inspección y revisión:** empleando la vista, herramientas de medir y teniendo en cuenta los parámetros iniciales de funcionamiento de la máquina, se recoge información de su condición y se procede a llenar las fichas correspondientes para dar solución en caso de existir variaciones.
- **Ajuste o calibración:** posterior a la revisión, de ser necesario se procede a modificar los parámetros de piezas o elementos que hayan perdido las medidas establecidas inicialmente.
- **Reemplazo de piezas:** se quitan las piezas que tengan desperfectos o impidan el buen funcionamiento de la máquina, posteriormente se realiza la sustitución por elementos en mejor estado
- **Lubricación:** se aplican lubricantes ya sean estos solidos o líquidos con la finalidad de que las zonas que se encuentran en contacto no parezcan abrasión por el roce constante.



Figura 6.- Actividades de un plan de mantenimiento [18].

1.3.9 Inventario de máquinas

Comprende el listado de todos los equipos y maquinarias presentes dentro de la industria, clasificadas según las necesidades siendo: el área de ubicación, la importancia dentro de la línea de producción, la incidencia a fallos que éstas presente. Es necesario poder designarlas con un código que permitan a futuro su identificación y localización [19] [20].

1.3.10 Fichas técnicas

También conocidas como tarjetas maestras, son aquellos documentos técnicos que permite establecer datos únicos de cada máquina; tal como el nombre de la máquina, el modelo, la serie, su color, sus dimensiones, su fuente de alimentación, el voltaje, el fabricante, sus características especiales de funcionamiento y otros datos relevantes que son de vital importancia, permitiendo de esta manera poder facilitar a futuro las acciones de mantenimiento correspondientes [21] [14].

1.3.11 Cálculo de parámetros del mantenimiento

Para el desarrollo de los planes de mantenimiento es de vital importancia establecer los parámetros de mantenimiento a desarrollarse, estableciéndose el tiempo y la periodicidad del mismo pudiendo ser diarias, semanal, mensual, bimestral, trimestral, semestral y anual [2] [16].

Se emplea indicadores que permite valorar las actividades a realizarse en el equipo, pudiendo ser las siguientes [16] [17]:

Disponibilidad (D): es el valor dentro de un rango de tiempo que permite establecer el desarrollo de una actividad.

$$D = \frac{\text{tiempo de operación}}{\text{tiempo de operación} + \text{tiempo de parada}} \text{ Ec. (1)}$$

Tiempo medio entre fallas (MTBF): comúnmente conocido en los libros por su abreviatura del término en inglés “Mean Time Between Failures” es el valor medio aritmético que se da entre fallos que se producen en un sistema.

$$MTBF = \frac{\text{tiempo total de operación}}{\text{numero total de reparaciones}} \text{ Ec. (2)}$$

Tiempo medio de reparación (MTTR): es la abreviatura de las palabras en inglés “Mean Time To Repair”.

$$MTTR = \frac{\text{tiempo total de mantenimiento}}{\text{numero total de reparaciones}} \text{ Ec. (3) [22]}$$

Tasa de fallo (λ): se define como la frecuencia con la que se producen los fallos en un sistema.

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} \text{ Ec. (4) [6]}$$

Tasa de reparación (μ): es la frecuencia con la que se realizan los mantenimientos.

$$\mu = \frac{1}{MTTR} \text{ Ec. (5) [6]}$$

Confiabilidad (f): también conocida con el término de “fiabilidad” es la estimación en números, que permite establecer la disponibilidad de una máquina dentro de un proceso.

$$f = \frac{T_o - T_p}{T_o} \text{ Ec. (6) [6]}$$

Donde:

To: tiempo de operación

Tp: tiempo de para

$$f = \frac{\text{tiempo de operacion} - \text{tiempo de para}}{\text{tiempo de operacion}} \text{ Ec. (7) [6]}$$

1.3.12 Matriz análisis de modos de fallos y elementos

Esta matriz permite cuantificar la influencia que tienen determinados fallos sobre la máquina o equipo, contemplando su repetición en determinado rango de tiempo (figura 7). El empleo de dicha matriz consiente en establecer actividades de reparación, reemplazo, entre otras. Con el fin de alargar la vida útil del equipo analizado.

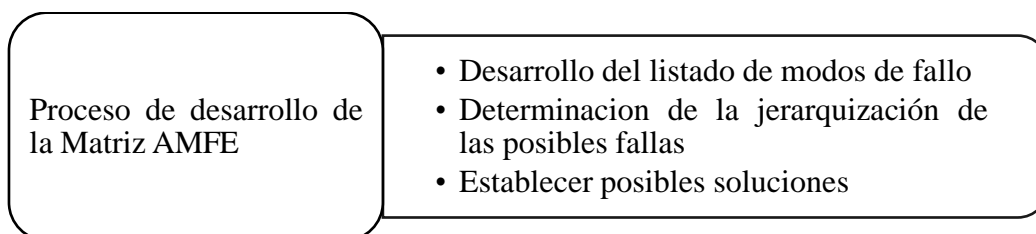


Figura 7.- Actividades de un plan de mantenimiento [18].

Las partes esenciales de la matriz se aprecian en la (figura 8) y se detallan a continuación:

- **Elemento:** Objeto de análisis y estudio, que conforma el equipo.

- **Función:** se define como la actividad que realiza dicho elemento dentro del sistema.
- **Modo de fallo:** se define como la forma en la que llega a fallar el elemento al realizar su función dentro del sistema.
- **Efecto de fallo:** es la evidencia que queda en el elemento o producto al momento de que este llega a fallar.
- **Causas del modo de fallo:** es como el fallo producido llega a afectar de manera consecuente al resto de elementos que conforman el sistema.
- **Acción correctora:** son todas las acciones preventivas o correctivas que se deben de realizar cuando se detecta la presencia de fallos en el sistema [23] [24].

AMFE							
Elemento función	Modo de fallo	Efecto	S	O	D	IPR=S*O*D	Acciones propuestas
Describir el elemento	Describir el modo de fallo	Describir el efecto	1 al 10	1 al 10	1 al 10	1 al 1000	Proponer acción de mejora si sale un IPR alto

Figura 8.- Modelo de una Matriz AMFE [10].

1.3.13 Nota técnica de prevención (NTP) 679

Una herramienta empleada con gran particularidad dentro del ámbito de mantenimiento desde hace ya varios años, ya que esta permite llevar a cabo el diagnóstico de ciertos elementos, pudiendo establecerlos y clasificarlos dentro de ciertos rangos, logrando delimitar la importancia de los mismos dentro del desarrollo de los procesos. Pudiendo identificar su criticidad dentro de la máquina según los siguientes parámetros [23]:

- **Detectabilidad:** este parámetro permite establecer si existe facilidad o no para llevar a cabo la detección del tipo de Falla pudiendo apreciarla de una manera sencilla o después de un cierto tiempo.

Tabla 1.- Valor de criterio por frecuencia [23].

VALOR	DETECTABILIDAD	CRITERIO
1	Muy alta	El defecto es evidente y por ende es difícil que pase por desapercibido en los controles.
2-3	Alta	El defecto es evidente, pero distintos factores puede pasar desapercibido en los controles.
4-6	Mediana	El defecto es notorio y por ende este será controlado en las etapas de control.
7-8	Pequeña	El defecto es mínimo por ende puede resultar difícil su detección en las etapas de control.
9-10	Improbable	El defecto es minúsculamente detectable, pasa desapercibido en las etapas de control, pero el cliente puede detectarlo.

- **Frecuencia:** Se define como la repetición de determinada actividad, que puede ocurrir dentro de un lapso de tiempo, para poder analizarla se emplea la fiabilidad determinada por el fabricante, o por los datos recabados dentro de la empresa en tiempo y lugar de funcionamiento.

Tabla 2.- Valor de criterio por frecuencia [23].

VALOR	FRECUENCIA	CRITERIO
1	Muy baja	Se considera la influencia de este tipo de frecuencia y poco probable que esta suceda.
2-3	Baja	El fallo es poco probable que suceda, pero se considera su influencia.
4-5	Moderada	El fallo se presenta con poca periodicidad, pero se considera su concurrencia en el sistema.
6-8	Alta	El fallo se produce con determinada periodicidad, estableciendo tiempos.
9-10	Muy Alta	El fallo se producirá con alta periodicidad y es inevitable que este se presente.

- **Gravedad:** Es el valor numérico que permite establecer la afectación que puede ocasionar cierto componente dentro de un sistema, generando daños.

Tabla 3.- Valor de criterio por frecuencia [23].

VALOR	FRECUENCIA	CRITERIO
1	Muy baja	El fallo es casi imperceptible y despreciable.
2-3	Baja	El fallo es poco percible siempre y cuando se aplique esfuerzo en notar su existencia, es solucionable.
4-5	Moderada	El fallo es percible al final por ende, causa insatisfacción al cliente.
6-8	Alta	El fallo logra afectar el sistema, siendo crítico y generan insatisfacción.
9-10	Muy Alta	Este se da por el incumplimiento de normativa y procesos, ya que su notoriedad es elevada.

- **Índice de prioridad de riesgo (IPR):** Se obtiene tras analizar tres factores, tales son los siguientes: Detectabilidad (D), Gravedad (G), Frecuencia (F)

Se emplea la ecuación que se detalla a continuación:

$$\mathbf{IPR= (D)*(G)*(F)}$$

$$\mathbf{IPR= Detectabilidad*Gravedad*Frecuencia \text{ Ec. (7)}}$$

Según el valor obtenido de realizar la anterior ecuación y basado en la tabla descrita a continuación se procede a realizar determinadas acciones en dichos componentes.

Tabla 4.- Valor de criterio por frecuencia [23].

Valor	Criterio
0	No existe riesgo de falla
1 - 124	Riesgo de falla bajo
125 - 499	Riesgo de falla medio
500 - 1000	Alto riesgo de falla

1.3.14 Bitácora de mantenimiento

Las bitácoras de manteniendo son el registro documentado de las fallas y de averías que tiene un sistema, indicando las acciones de mantenimiento que se realizaron por parte del personal encargado del mantenimiento. Llevándose el registro de manera diaria o por el turno entre otras consideraciones, teniendo en cuenta la información presente en dicho registro, se puede analizar las fallas recurrentes en la maquinaria o equipo y plantear posibles soluciones (figura9). Se contempla el tiempo entre fallas y el desenvolvimiento del equipo durante las fallas y posterior a estas.

Nombre de la empresa					
Bitácora de Mantenimiento					
Equipo:			Marca:		
Departamento:			Numero de inventario:		
Fecha de reporte	Descripción de la falla	Actividad realizada	Fecha de finalización	Responsable	Observación

Figura 9.- Modelo de una Matriz AMFE [10].

1.3.15 Gama de mantenimiento

Estas se desarrollan con la finalidad de poder agrupar actividades complejas que conforman parte del plan de mantenimiento, para poder llevar a cabo su desarrollo, estas pueden llevarse a cabo mientras la máquina o equipo está funcionando permitiendo mantener al día el proceso de mantenimiento (figura 10). [21]

<p>Gamas Diarias o Semanales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Agrupan activiades sencillas de realizar. • Pueden ser inspecciones visuales • Recolección de datos • Medición de parametros • Limpieza • Lubricación y engrase de elementos externos.
<p>Gamas quincenales o mensuales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Agrupan actividades poco mas complejas a las anteriores, siendo estas: • Para del equipo. • Limpieza interna. • Desmotaje del equipo. • Lubricación y engrase de elementos internos
<p>Gamas trimestrales ,semestrales, anuales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Agrupan actividades que requieren el paro total de la máquina, siendo estas: • Reemplazo de elemento o partes. • Lubricación de piezas que deben ser extraidas. • Control de dimensiones internas.

Figura 10.- Tipos de gamas [10].

Posterior a establecer el tipo de gama a emplearse, se define las actividades a realizarse y los ítems que permitan controlar la realización de los mismos, con el fin de llevar un respaldo documentado de las acciones realizadas a cada equipo dentro de la planta.

Las actividades a desarrollarse dependerán netamente del tipo de equipos y de componentes, ya que se trata de precautelar el correcto funcionamiento y garantizar una vida útil prolongada (figura 11).

Las gamas semanales son actividades tan básicas que se enfocan en la realización de limpiezas, calibraciones, lubricaciones o toma de datos. Mientras que una gama mensual puede llegar a requerir un mayor esfuerzo por parte del operario, dado a que su complejidad aumenta.

Las gamas trimestrales, semestrales o anuales llegan a incluir acciones de reemplazo de componentes o desmontaje de ciertos elementos internos, ya que según su tiempo de uso o función dentro de la producción cumple su ciclo.

Anagrama		GAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Frecuencia Diaria	Código Gama DBTG
		INSPECCIÓN GENERAL DIARIA	Edición: 0 Fecha: 10/07/01	Esp: PREV HOJA: 2/ 2
INSTALACION A INSPECCIONAR O REVISAR: ÁREA 1100				
Equipo	Descripción	Resultado	Rango normal	
REACTOR 11TR03	Inspección visual del rotámetro de nitrógeno			
	Inspección visual del polipasto			
	Inspección visual de conexiones del motor			
	Ausencia de ruidos y vibraciones extrañas en el motor			
	Temperatura del motor (rodamiento lado agitador)		Inferior a 70°C	
	Control visual de fugas en el depósito			
	Inspección visual de conexiones en el mediador de caudal			
REACTOR 11TR04	Inspección visual de conexiones en sonda de temperatura			
	Temperatura del reactor		155-170°C	
	Ausencia de fugas en filtro de bamiz			
	Inspección visual de conexiones del motor			
	Ausencia de ruidos y vibraciones extrañas en el motor			
MEZCLADOR 11TR04	Temperatura del motor (rodamiento lado agitador)		Inferior a 70°C	
	Control visual de fugas en el depósito			
	Inspección visual de conexiones en el mediador de caudal			
	Inspección visual de conexiones en sonda de temperatura			
	Ausencia de fugas en filtro de bamiz			
CIRCUITO 11AC01	Inspección visual del polipasto			
	Comprobar temperatura de la sala		50-60°C	
	Comprobar ausencia de fugas			
CALDERA 1 11CA01	Comprobar ausencia de ruidos y vibraciones extrañas en bombas sala			
	Verificar ausencia de ruidos, fugas y vibraciones extrañas en bombas			
	Verificar presiones de salida en bombas			
	Verificar temperatura de rodamiento delantero de bomba	A= B=	Inferior a 70°C	
	Comprobar nivel de aceite		Con nivel	
	Ausencia de fugas en depósitos			
	Comprobar temperatura de entrada y salida de aceite de la caldera	Ent= Sal=	E=240-255 S=270-275	
Comprobar temperatura de humos de salida		Inferior a 200°C		
CALDERA 2 11CA02	Comprobar presiones de gas antes y después de válvula reductora	Ent= Sal=	Ent= Sal=	
	Verificar ausencia de ruidos, fugas y vibraciones extrañas en bombas			
	Verificar presiones de salida en bombas			
	Verificar temperatura de rodamiento delantero de bomba	A= B=	Inferior a 70°C	
	Comprobar nivel de aceite		Con nivel	
	Ausencia de fugas en depósitos			
	Comprobar temperatura de entrada y salida de aceite de la caldera	Ent= Sal=	E=240-255 S=270-275	
Comprobar temperatura de humos de salida		Inferior a 200°C		
Comprobar presiones de gas antes y después de válvula reductora	Ent= Sal=	E= 1,3 bar S=16mbar		
OBSERVACIONES:				

Figura 11.- Modelo de gama [10].

1.3.16 Decreto ejecutivo 2393

Art. 55. Ruidos y vibraciones. Apartado 3: Las máquinas que produzcan ruidos excesivos deben de ser sometidas a procesos de mantenimiento con la finalidad de aminorar los mismos.

Art. 76. Instalaciones de resguardos y dispositivos de seguridad: es muy importante que únicamente al momento de realizar el mantenimiento respectivo se desacoplen los resguardos de seguridad.

Art. 82. Transmisiones por correas: estas deben de tener resguardos que permitan realizar las actividades de mantenimiento establecidas [25].

Art. 92. Mantenimiento: este artículo delimita que el mantenimiento en una máquina estacionaria debe de ser preventivo y de igual manera debe de ser programado, contemplando procesos de revisión, lubricación, limpieza.

1.3.17 Lubricación

Es el proceso que impide el desgaste entre dos cuerpos que se encuentran en contacto, empleando un elemento con propiedades especiales que permiten la creación de una capa de protección sobre las superficies que tienden a estar en roce.

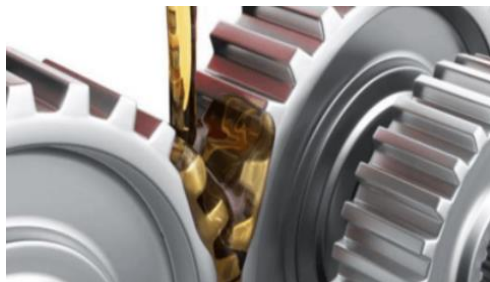


Figura 12.- Lubricación [26].

Para llevar a cabo la lubricación de elementos es de vital importancia entender si estos, se encuentran expuestos al aire o si estos se encuentran ensamblados dentro de una cavidad (figura 12). Teniendo como claro ejemplo a los rodamientos o a los juegos de engranajes, ya que los primeros por lo general requieren de una lubricación sólida, la misma que se coloca directamente sobre las superficies de contacto, y este agente lubricante se mantiene y tiende a no perder esa propiedad de cuerpo sólido, quizás varía en un porcentaje mínimo después de cierto tiempo de uso o por efectos de la alta temperatura [26].

Mientras que por otro lado los engranajes que se encuentran dentro de una cavidad requieren de una lubricación líquida, que a su vez actúa de refrigerante. Creando una ligera capa de protección sobre las superficies de contacto y evitando que estas se desgasten, atrapando las ligeras partículas resultantes de la abrasión de las piezas en roce. Al recalcar la importancia de los lubricantes es necesario entender que estos están normados bajo un parámetro muy importante según el cual se los selecciona para su adecuado uso, siendo este la viscosidad que se define como la cantidad de determinado fluido que pasa por cierta superficie, influida por un rango de temperatura [20].

Las normativas bajo las cuales se rigen los lubricantes se detallan a continuación:

- ISO (Organización Internacional para la Estandarización)
- ASTM (Sociedad Americana para Prueba de Materiales)
- STLE (Sociedad de Tribólogos e Ingenieros de Lubricación)
- BSI (Instituto de Estándares Británicos)
- Din (Instituto Alemán para la normatividad)

Tabla 5.- Grados de viscosidad según ISO VG [26].

Grado de viscosidad ISO VG	Viscosidad cinemática cSt @ 40°C	Límite inferior	Límite superior
2	2.2	1.98	2.42
3	3.2	2.88	3.52
5	46	4.14	5.06
7	6.8	6.12	7.48
10	10	9	11
15	15	13.5	16.5
22	22	19.8	24.2
32	32	28.8	35.2
46	46	41.4	50.6
68	68	61.2	74.8
100	100	90	110
150	150	135	165
220	220	198	242
320	320	288	352
460	460	414	506
680	680	612	748

Existe la denominación mediante la cual se abrevia la procedencia del lubricante, siendo la detallada continuación:

Tabla 6.- Denominación de la ISO según el tipo de aceite [26].

CLP	Aceite Mineral
CLP PG	Polyglykol
CLP HC	Hidrocarburos sintéticos
E	Aceite de Éster (Categoría de peligro de contaminación del agua WGK1)
HCE	Hidrocarburos sintéticos + Aceite de éster
HLP	Aceite Hidráulico

1.3.18 Trigo

Su nombre científico es Triticum que viene del latín y significa triturado, es una planta gramínea de la cual se utiliza su grano, que después de determinado proceso se obtiene la harina, la misma que hoy es utilizada para la producción de alimentos de diversos tipos, siendo hoy en día uno de los más demandados para la alimentación mundial. Hay vestigios de su existencia desde hace 10.000 años. Existe más de 1500 clases de trigo, pero la más utilizada es la denominada hexaploide la cual es destinada para la panificación y la diploide junto con la tetraploide que son utilizadas para la obtención de harinas (figura 13) [5].

Los granos tienen por lo general una dimensión de entre 5 y 8 milímetros, los mismos que en gran cantidad y después de los respectivos procesos de molienda permiten obtener la harina, acompañada del afrecho que se considera como el bagaje.

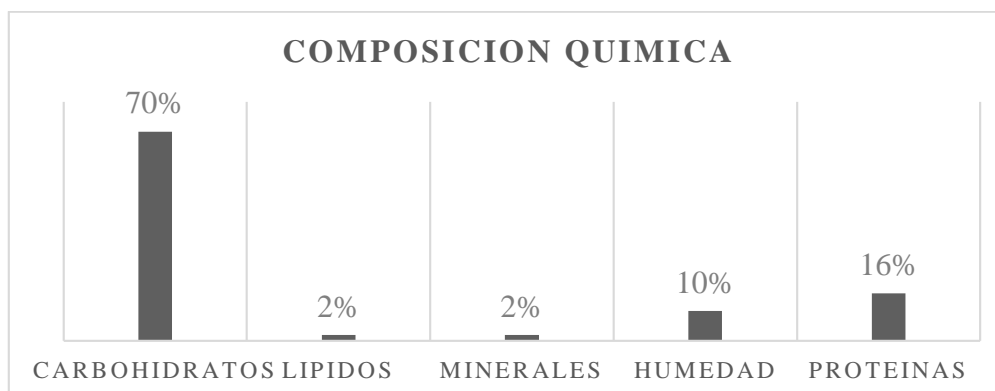


Figura 13.- Composición del trigo [6].

1.3.19 Molienda

Es un proceso globalizado que permite obtener a partir del grano de trigo la harina y ciertos derivados, empleando la acción de la fuerza. Ya que hace muchos años se utilizaban piedras que, mediante la presión de una contra otra y la fricción, permitían desmenuzar el grano logrando reducirlo a polvo, que posteriormente después de una limpieza, se desechaba el afrecho que quedaba resultante de moler la envoltura del áspera y rugosa del grano (figura 14) [27] [28].

Hoy en día de manera previa se procede a la pre-limpieza, que permite descartar residuos, impurezas que se adhieren después de la recolección del grano pudiendo ser estos residuos de la planta, piedras u insectos. Seguido a esto se realiza una limpieza al grano para optimizar su estado para después llevarlo al silo por determinado tiempo.

El proceso de molienda se lo realiza de una manera tecnificada y a gran escala. Logrando aprovechar en su totalidad el grano y utilizando sus derivados para otros rubros, se emplea rodillos para realizar la molienda que esta seguida de proceso de tamizado, el mismo que permite descartar impurezas y como paso final se procede al empaca para un posterior almacenado y distribución [28]

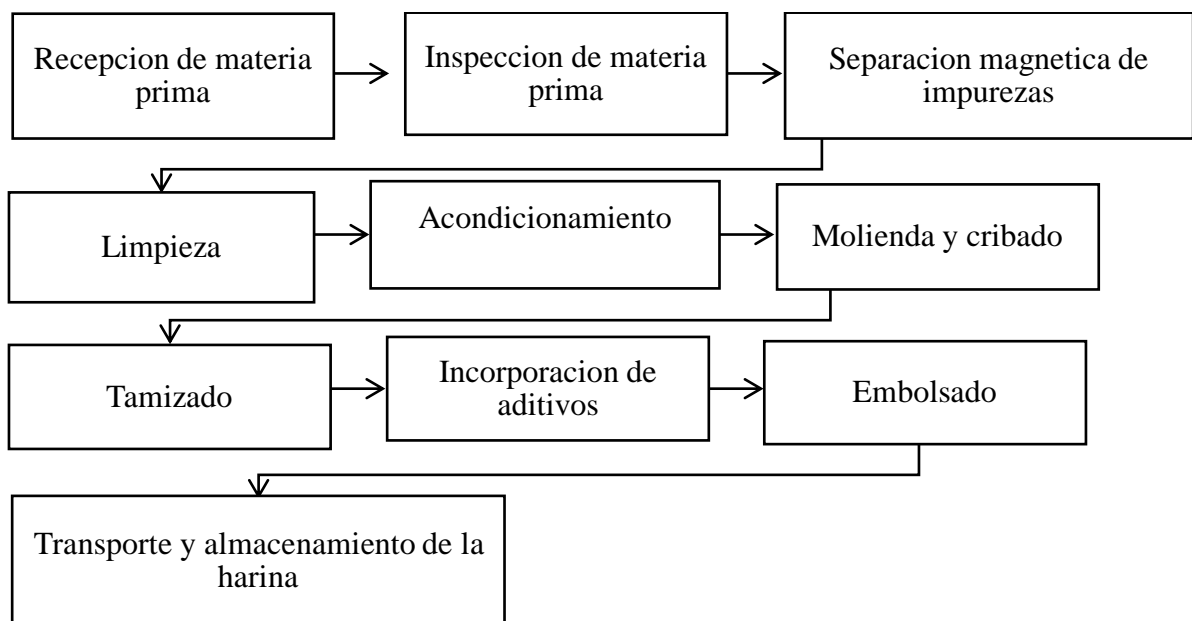


Figura 14.- Proceso de producción de la harina de trigo [28].

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Materiales y recursos

2.1.1 Recursos humanos

- Estudiante de la Universidad Técnica de Ambato
- Gerente general de la empresa “Molinos Miraflores S.A.”
- Jefe en el Área de mantenimiento
- Tutor del proyecto de investigación
- Miembros de la unidad de titulación de la Carrera de Ingeniería Mecánica

2.1.2 Recursos institucionales

- Biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
- Instalaciones de la empresa “Molinos Miraflores S.A.”

2.1.3 Recursos materiales

- Casco
- Overol
- Gafas de protección
- Laptop Lenovo
- Paquete de Microsoft Office
- Materiales de oficina
- Calculadora Casio
- Impresora
- Manuales de mantenimiento
- Norma Impresa NTP 679
- Catálogo de las máquinas

2.1.4 Recursos económicos

A continuación, se detallan los gastos económicos incurridos durante la elaboración del presente proyecto técnico, expresando su valor económico en dólares americanos, los cuales se han sumado y se expresan en una cantidad final.

Tabla 7.- Recursos Económicos

Descripción	Total
Computadora	\$ 1050
Internet	\$ 70
Transporte	\$ 175
Herramientas de medición	\$ 125
Recolección de datos	\$ 100
Visitas in situ	\$ 155
Total	\$ 1675

2.2 Métodos

En el presente trabajo de titulación se empleará la modalidad de investigación de tipo bibliográfica, dado a que se utilizarán los manuales otorgados por los fabricantes, los cuales permiten obtener información referencial de los equipos [7].

Se emplea un enfoque cuantitativo, ya que este permite desarrollar un análisis basado en información y datos recolectados, siendo un trabajo de campo dado que los datos obtenidos serán en el área y en el tiempo de funcionamiento [8]. [27]

Para el desarrollo del presente documento se ejecuta de manera continua las siguientes directrices:

- Determinar las condiciones del área de estudio.
- Recabar información existente.
- Analizar los daños y afectaciones que ocurren en el área.
- Establecer las actividades de mantenimiento y la frecuencia con la que se deben de realizar [9].

2.2.1 Nivel o tipo de investigación

2.2.1.1 Explicativo

Permite dar a conocer el porqué de la realización del presente documento técnico, detallando las causas de falla y estableciendo las soluciones en el ámbito de mantenimiento [10].

2.2.1.2 Descriptivo

Se emplea este tipo de investigación ya que mediante ella se delimita las características del plan y los parámetros que este debe cumplir para tener una aplicación eficiente.

2.2.1.3 Deductivo

Se establece que la presente investigación es de carácter deductivo, ya que la misma se basa en el estudio de datos e información de forma amplia. Con la finalidad de llegar a la obtención de resultados que engloben la información previamente analizada [10].

2.2.2 Bibliográfica documental

Se requerirá varias referencias bibliográficas como lo son: revistas de artículos, artículos de congresos, libros, artículos en línea, proyectos de investigación y guías técnicas, todas estas para la adquisición de una información verídica para de esta manera proceder con los distintos procesos e indagación de datos para los cálculos posteriores de parámetros y detección de índices de riesgo.

2.2.3 Investigación de campo

Es necesario la realización del reconocimiento de planta, con la finalidad de comprender el proceso de producción y poder identificar las distintas áreas que lo conforman. Analizando de manera minuciosa los equipos y los posibles elementos críticos existentes que requieren mayor atención [12].

2.2.4 Recolección de la información

Mediante la realización de fichas técnicas de los equipos que conforman el área de molienda, se tiende a identificar los elementos que cada una de las máquinas presentan. Basado en los manuales de los equipos, para de manera técnica poder establecer los elementos que requieren revisión y poder determinar las acciones de mantenimiento necesarias a realizarse [12].

2.2.5 Flujograma del proyecto

El presente proyecto se desarrolla en base al flujograma descrito a continuación, con la finalidad de asegurar la realización de todas las etapas consideradas (figura 15).

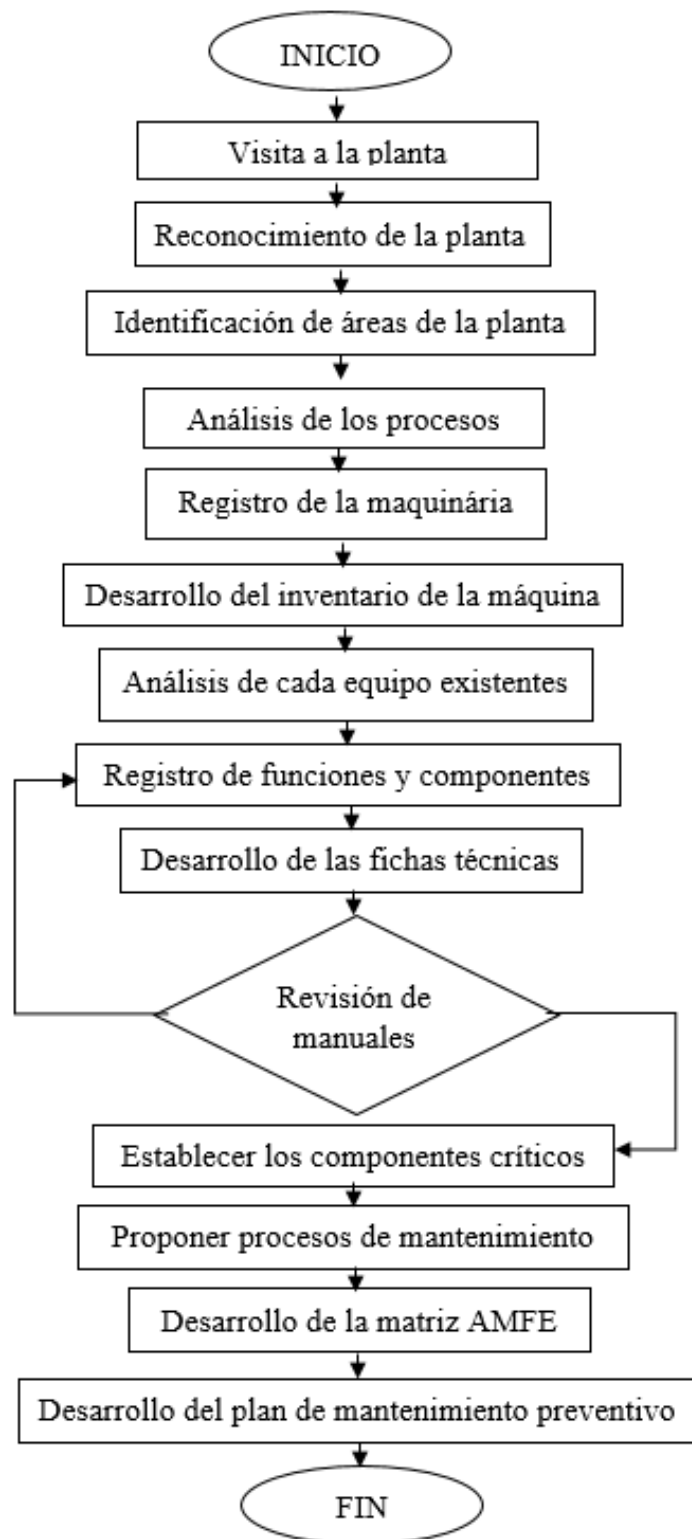


Figura 15.- Diagrama de flujo para el desarrollo del proyecto

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Modelo operativo

3.1.1 Diagnostico de la situación actual

Para el desarrollo del presente documento, se parte del estudio del estado actual de la planta, específicamente del área de la molienda, analizando los sistemas y los componentes que la conforman, recopilando la información necesaria que de estas existan, con la finalidad de lograr un compendio extenso de documentación técnica de las máquinas, obteniendo información de los manuales del fabricante y del historial previo de mantenimiento realizado en la planta con anterioridad. Considerando tanto las horas de funcionamiento que han tenido las máquinas desde su puesta en marcha en la nueva planta, sus condiciones actuales y demás aspectos importantes que se deben considerar para desarrollar el plan de mantenimiento preventivo [7].

3.1.2 Evaluación externa de la máquina

La totalidad de las máquinas presentes en el área de molienda tienen origen en TURQUÍA, las mismas que fueron importadas y ensambladas en la planta, colocadas de manera secuencial en 4 pisos a desnivel, para poder llevar a cabo los procesos de producción. La empresa que las fabrica es ALAPALA, la misma que al ser un conglomerado industrial extranjero, utiliza normativa técnica para la fabricación de sus máquinas, por ende brinda los respectivos manuales y planos a sus clientes, para llevar a cabo el desarrollo de los procesos de mantenimiento sin tener que desmontar sus partes o componentes.

En el ámbito alimenticio es de vital importancia evitar la contaminación en la línea de producción, por ende se debe evaluar la presencia de suciedad, corrosión, exceso de grasas o lubricantes o la falta del mismo, ya que estas pueden afectar al correcto funcionamiento de las máquinas o contaminar el producto. Otro aspecto importante a tomar en cuenta es las conexiones eléctricas, sus correctas sujeciones, su buen estado logrando evitar cortocircuitos o cortes de energía en las máquinas y afectar a la proceso de producción [9].

3.1.3 Inventario de la máquina

Permite detallar mediante un listado la cantidad de máquinas que conforman el área de la molienda, con la finalidad de llevar a cabo el control de las mismas, logrando clasificarlas con códigos, los cuales son generados con abreviación de la siguiente información:

M= máquina, A= área, M=molienda, 002= etapa de producción, XX= número de equipo

Tabla 8.- Listado de inventario

				
MOLINOS MIRAFLORES S.A				
PLANTA SANTA ROSA				
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO				
LISTADO DE EQUIPOS				
ÁREA: MOLIENDA				
Nº	CÓDIGO	MODELO	NOMBRE DEL EQUIPO	CANTIDAD
1	MAM-00201	DVDU 11	DESTRUCTOR DE INFESTACIÓN DE HARINA	2
2	MAM-00202	DPAK 628	PLANSIFTER	2
3	MAM-00203	RKES 120/8	CONTROL DE PLANIFICADOR	1
4	MAM-00204	TCDA 15	MOLINO DE MARTILLOS	1
5	MAM-00205	KEKM 22/22	EXCLUSA	4
6	MAM-00206	DAVG 250/1250	MOLINO DE RODILLOS INDIVIDUALES	6
7	MAM-00207	DAVG-Q 250/1250	MOLINO DE RODILLO DOBLE	1
8	MAM-00208	TKSF 40/100	TAMIZ DE CONTROL TURBO	2
9	MAM-00209	KTVA 150	TRANSPORTADOR DE TORNILLO TUBULAR	2
10	MAM-00210	AISA 46/200	PURIFICADOR DE SEMOLINA	2
11	MAM-00211	DVSI 45/100	TAMIZ VIBRO VERTICAL	1
12	MAM-00212	DIKA 45/7,5	PROFESOR DE IMPACTO	4
13	MAM-00214	ASA-MTP-25	MICRODOSIFICADOR DE VITAMINAS	1
TOTAL DE EQUIPOS				29

3.1.4 Aspectos importantes previos a la realización del plan de mantenimiento

La empresa ALAPALA como fabricante de la maquinaria brinda los respectivos manuales y planos a sus clientes, pero la empresa Molinos Miraflores por motivos de confidencialidad se reserva compartir dichos documentos para ser reproducidos o duplicados, por tal motivo no se pueden adjuntar al presente trabajo.


Al analizar el área de la molienda se delimito que esta, se conforma por 29 equipos, entre los cuales existen solo 13 tipos de equipos ya que algunos se repiten, al ser de iguales características y modelo, el plan de mantenimiento preventivo se desarrolla solo para dicho número de máquinas.

3.1.5 Fichas técnicas

Permiten detallar todas las características técnicas, parámetros y especificaciones que conforman un equipo, dando a conocer la información necesaria para un adecuado uso y un adecuado mantenimiento (tabla 9). Resguardando la integridad del equipo y del personal que lo opera, tanto en procesos de producción como en procesos de mantenimiento [23].

3.1.5.1 Destructor de infestación de harina

Tabla 9.- Ficha técnica del destructor de infestación de harina

								
MOLINOS MIRAFLORES S.A								
PLANTA SANTA ROSA								
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO								
				ÁREA: MOLIENDA				
FICHA TÉCNICA			Nº: 1					
DATOS GENERALES								
NOMBRE DEL EQUIPO:			DESTRUCTOR DE INFESTACIÓN DE HARINA					
CÓDIGO:	MAM-00201							
MARCA:	ALAPALA							
MODELO:	DVDU 11							
COLOR:	BLANCO							
SERIAL:	201112							
AÑO DE FABRICACIÓN:	2020							
ORIGEN:	TURQUÍA							
FUNCIÓN DE EQUIPO:								
Destruir las infestaciones y los huevos de insectos presentes en la harina.								
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			DIMENSIONES					
VOLTAJE:	460	voltios	ANCHO:	1051	mm			
FRECUENCIA:	60	Hertz	LARGO:	680	mm			
POTENCIA:	5,5	KW	ALTO:	1145	mm			
RPM MOTOR:	3000	rpm	VOLUMEN:	0.9	m ³			
CAPACIDAD:	2 a 5	toneladas						
PESO:	744	kg						
TEMPERATURA DE TRABAJO:	10°-50°	centígrados						
MANTENIMIENTO								
CADA (X) HORAS DE TRABAJO:	✓							
SEMANAL:	-							
MENSUAL:	✓							
SEMESTRAL:	✓							
ANUAL:	✓							

Los componentes y sustituibles de la presente máquina se detalla en las tablas 10 y 11, las cuales permiten establecer características específicas de dichos elementos.

Permitiendo llevar un control de los posibles requerimientos en la zona de bodega para mitigar las demandas para mantenimiento y reparación a futuro (tabla 10 y 11).

Componentes

Tabla 10.- Componentes del destructor de infestación de harina

Nº:	Componente	Función
1	Motor eléctrico	Transformar la energía eléctrica en mecánica
2	Carcasa	Integrar los elementos que conforman la maquina
3	Cableado eléctrico	Permitir el flujo de la corriente eléctrica asia el
4	Interruptor de corriente	Abrir o cerrar el circuito eléctrico
5	Rodamientos	Disminuir la fricción de elementos que se encuentran en contacto
6	Cojinetes	Permitir el giro sin resistencia del eje dentro de la coraza del equipo
7	Paletas	Empujar la harina asia las paredes de la carcasa a alta velocidad

Componentes sustituibles

Tabla 11.- Componentes sustituibles del destructor de infestación de harina

Componente sustituible	Características	Cantidad
Pernos de sujeción	Pernos 1/2 pulgada	38
Cable de alimentación eléctrica	Calibre 10	1
Interruptor eléctrico	Componente plástico	1
Rodamientos	Secos con protección	2

Instrucciones de funcionamiento

- Verificar el estado de las conexiones eléctricas
- Verificar el estado de los pernos
- Verificar que no exista fuga de materia prima
- Autorizar el funcionamiento

Normas de seguridad

- Evitar liberar polvos de harina cerca del equipo
- Prohibir la movilización del personal cerca de la máquina cuando está en funcionamiento
- Manipular la máquina solo cuando esta se encuentre apagada
- Utilizar EPP siempre que la máquina se encuentre en funcionamiento

Instrucciones de mantenimiento

Es de vital importancia seguir las recomendaciones dadas por el fabricante, todo esto con la finalidad de garantizar su correcto funcionamiento y mejorar su tiempo de vida útil.

Siguiente de manera estricta las actividades recomendadas, dentro del periodo recomendado y pudiendo adaptarlo al tipo de funcionamiento que se le ha dado a la máquina bajo las exigencias de la producción en la planta (tabla 12, 13 y 14). Tomando en cuenta que la realización de procesos de inspección conjuntamente con los controles, los ajustes y la lubricación que se realizan al equipo.

Tabla 12.- Frecuencia de las acciones de limpieza del destructor de infestación de harina.

Acciones de Limpieza	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Limpieza de la carcasa del equipo		x			
Limpieza zona del equipo		x			
Limpieza del cableado eléctrico			x		
Limpieza del interruptor de corriente			x		
Limpieza del área del motor eléctrico			x		

Tabla 13.- Frecuencia de las acciones de mantenimiento del destructor de infestación.

Acciones de Mantenimiento	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Control de conexiones eléctricas			x		
Control de apriete de los pernos			x		
Control de estabilidad de la base del motor			x		
Control de estado de las tapas de la carcasa			x		

Tabla 14.- Frecuencia de las acciones de lubricación del destructor de infestación.

Acciones de Lubricación	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Lubricación de cojinetes			x		
Lubricación de rodamientos			x		

Parámetros utilizados

Estadístico de mantenimiento anual

El desarrollo del estadístico de mantenimiento anual de la destructora de infestación, se basa en el plan de trabajo establecido por la directiva 2021 de la empresa Molinos Miraflores S.A, en donde se determina que la planta funcionara de manera seguida, durante cuatro semanas continuas y sus respectivas 24 horas diarias (tabla 15). Considerando que la planta funciona con tres turnos de 8 horas diarias, posterior a dichas semanas de trabajo la planta se detiene en su totalidad, permitiendo desarrollar las actividades de limpieza, lubricación, mantenimiento, reparación y reemplazo de ser necesario. Acompañado del establecimiento de las metas de producción para el siguiente mes de trabajo, repitiendo el ciclo de tres semanas de trabajo y una semana de para total, durante todo el año.

Tabla 15.- Estadístico de mantenimiento anual del destructor de infestación

Equipo	Destructor de infestación de harina					Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)	
ENERO	Inicio de actividades (Nuevo Año)						97,333	0,010	2,167	0,462	97,82%	
	Limpieza de la carcasa del equipo	4/1/2021	24	1	0,6	1,6						
	Limpieza zona del equipo											
	Limpieza de la carcasa del equipo	11/1/2021	166,4	1	0,6	1,6						
	Limpieza zona del equipo											
	Limpieza de la carcasa del equipo	18/1/2021	166,4	1	0,6	1,6						
	Limpieza zona del equipo											
	Limpieza de la carcasa del equipo	25/1/2021	166,4	4	3,4	7,4						
	Limpieza del cableado eléctrico											
	Limpieza del interruptor de corriente											
	Limpieza del área del motor eléctrico											
	Limpieza zona del equipo											
	Control de conexiones eléctricas	27/1/2021	40,6	2	1,8	3,8						
	Control de apriete de los pernos											
	Control de estabilidad de la base del motor											
Control de estado de las tapas de la carcasa	28/1/2021	20,2	4	3,6	7,6							
Lubricación de cojinetes												
Lubricación de rodamientos												
FEBRERO	Limpieza de la carcasa del equipo	1/2/2021	88,4	1	0,6	1,6	108,067	0,009	2,167	0,462	98,03%	
	Limpieza zona del equipo											
	Limpieza de la carcasa del equipo	8/2/2021	166,4	1	0,6	1,6						
	Limpieza zona del equipo											
	Limpieza de la carcasa del equipo	15/2/2021	166,4	1	0,6	1,6						
	Limpieza zona del equipo											
	Limpieza de la carcasa del equipo	22/2/2021	166,4	4	3,4	7,4						
	Limpieza del cableado eléctrico											
	Limpieza del interruptor de corriente											
	Limpieza del área del motor eléctrico											
	Limpieza zona del equipo											
	Control de conexiones eléctricas	24/2/2021	40,6	2	1,8	3,8						
	Control de apriete de los pernos											
	Control de estabilidad de la base del motor											
	Control de estado de las tapas de la carcasa	25/2/2021	20,2	4	3,6	7,6						
Lubricación de cojinetes												
Lubricación de rodamientos												

Equipo	Destructor de infestación de harina				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
MARZO	Limpieza de la carcasa del equipo	1/3/2021	88,4	1	0,6	1,6	132,100	0,008	2,133	0,469	98,41%
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa del equipo	8/3/2021	166,4	1	0,6	1,6					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa del equipo	15/3/2021	166,4	0,8	0,6	1,4					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa del equipo	22/3/2021	166,6	4	3,4	7,4					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Limpieza zona del equipo										
	Control de conexiones eléctricas	30/3/2021	184,6	2	1,8	3,8					
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor	31/3/2021	20,2	4	3,6	7,6					
	Control de estado de las tapas de la carcasa										
Lubricación de cojinetes											
Lubricación de rodamientos											
ABRIL	Limpieza de la carcasa del equipo	5/4/2021	112,4	1	0,6	1,6	112,100	0,009	2,133	0,469	98,13%
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa del equipo	12/4/2021	166,4	0,8	0,6	1,4					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa del equipo	19/4/2021	166,6	1	0,6	1,6					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa del equipo	26/4/2021	166,4	4	3,4	7,4					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Limpieza zona del equipo										
	Control de conexiones eléctricas	28/4/2021	40,6	2	1,8	3,8					
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor	29/4/2021	20,2	4	3,6	7,6					
	Control de estado de las tapas de la carcasa										
Lubricación de cojinetes											
Lubricación de rodamientos											

Equipo	Destructor de infestación de harina				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
MAYO	Limpieza de la carcasa del equipo	3/5/2021	88,4	1	0,6	1,6	124,067	0,008	2,167	0,462	98,28%
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa del equipo	10/5/2021	166,4	1	0,6	1,6					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa del equipo	17/5/2021	166,4	1	0,6	1,6					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa del equipo	24/5/2021	166,4	4	3,4	7,4					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Limpieza zona del equipo										
	Control de conexiones eléctricas	30/5/2021	136,6	2	1,8	3,8					
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor										
	Control de estado de las tapas de la carcasa	31/5/2021	20,2	4	3,6	7,6					
Lubricación de cojinetes											
Lubricación de rodamientos											
JUNIO	Limpieza de la carcasa del equipo	7/6/2021	160,4	0,8	0,6	1,4	116,142	0,009	1,925	0,519	98,37%
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa del equipo	14/6/2021	166,6	0,75	0,6	1,35					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa del equipo	21/6/2021	166,65	1	0,6	1,6					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa del equipo	27/6/2021	142,4	4	3,4	7,4					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Limpieza zona del equipo										
	Control de conexiones eléctricas	29/6/2021	40,6	2	1,8	3,8					
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor										
	Control de estado de las tapas de la carcasa	30/6/2021	20,2	3	3,6	6,6					
Lubricación de cojinetes											
Lubricación de rodamientos											

Equipo	Destructor de infestación de harina				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
JULIO	Limpieza de la carcasa del equipo	6/7/2021	137,4	1	0,6	1,6	120,333	0,008	2,000	0,500	98,37%
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa del equipo	12/7/2021	142,4	0,8	0,6	1,4					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa del equipo	19/7/2021	166,6	1	0,6	1,6					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa del equipo	29/7/2021	238,4	3,6	3,4	7					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Limpieza zona del equipo										
	Control de conexiones eléctricas	30/7/2021	17	2	1,8	3,8					
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor	31/7/2021	20,2	3,6	3,6	7,2					
	Control de estado de las tapas de la carcasa										
Lubricación de cojinetes											
Lubricación de rodamientos											
AGOSTO	Limpieza de la carcasa del equipo	2/8/2021	40,8	0,6	0,6	1,2	120,267	0,008	2,000	0,500	98,36%
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa del equipo	9/8/2021	166,8	1	0,6	1,6					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa del equipo	16/8/2021	166,4	1	0,6	1,6					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa del equipo	23/8/2021	166,4	3,6	3,4	7					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Limpieza zona del equipo										
	Control de conexiones eléctricas	30/8/2021	161	2	1,8	3,8					
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor	31/8/2021	20,2	3,8	3,6	7,4					
	Control de estado de las tapas de la carcasa										
Lubricación de cojinetes											
Lubricación de rodamientos											

Equipo	Destructor de infestación de harina				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
SEPTIEMBRE	Limpieza de la carcasa del equipo	6/9/2021	136,6	1	0,6	1,6	116,167	0,009	2,100	0,476	98,22%
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa del equipo	13/9/2021	166,4	1	0,6	1,6					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa del equipo	20/9/2021	166,4	0,6	0,6	1,2					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa del equipo	27/9/2021	166,8	4	3,4	7,4					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Limpieza zona del equipo	29/9/2021	40,6	2	1,8	3,8					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor										
	Control de estado de las tapas de la carcasa	30/9/2021	20,2	4	3,6	7,6					
Lubricación de cojinetes											
Lubricación de rodamientos											
OCTUBRE	Limpieza de la carcasa del equipo	4/10/2021	88,4	0,6	0,6	1,2	120,367	0,008	1,800	0,556	98,53%
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa del equipo	11/10/2021	166,8	0,6	0,6	1,2					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa del equipo	18/10/2021	166,8	0,8	0,6	1,4					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa del equipo	25/10/2021	166,6	3,4	3,4	6,8					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Limpieza zona del equipo	30/10/2021	113,2	1,8	1,8	3,6					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor										
	Control de estado de las tapas de la carcasa	31/10/2021	20,4	3,6	3,6	7,2					
Lubricación de cojinetes											
Lubricación de rodamientos											

Equipo	Destructor de infestación de harina				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
NOVIEMBRE	Limpieza de la carcasa del equipo	1/11/2021	16,8	0,7	0,6	1,3	116,317	0,009	1,983	0,504	98,32%
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa del equipo	8/11/2021	166,7	0,8	0,6	1,4					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa del equipo	15/11/2021	166,6	0,9	0,6	1,5					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa del equipo	22/11/2021	166,5	3,5	3,4	6,9					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Limpieza zona del equipo	29/11/2021	161,1	2	1,8	3,8					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor										
	Control de estado de las tapas de la carcasa	30/11/2021	20,2	4	3,6	7,6					
Lubricación de cojinetes											
Lubricación de rodamientos											
DICIEMBRE	Limpieza de la carcasa del equipo	6/12/2021	136,4	1	0,6	1,6	112,067	0,009	2,167	0,462	98,10%
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa del equipo	13/12/2021	166,4	1	0,6	1,6					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa del equipo	20/12/2021	166,4	1	0,6	1,6					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa del equipo	27/12/2021	166,4	4	3,4	7,4					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Limpieza zona del equipo	28/12/2021	16,6	2	1,8	3,8					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor										
	Control de estado de las tapas de la carcasa	29/12/2021	20,2	4	3,6	7,6					
Lubricación de cojinetes											
Lubricación de rodamientos											
TOTALES			8371,95	148,5	127,2	275,65	8372	0,0001	148,45	0,007	98,26%
PROMEDIOS			116,277	2,062	1,767	3,828	116,277	7,065	2,062	0,487	98,25%

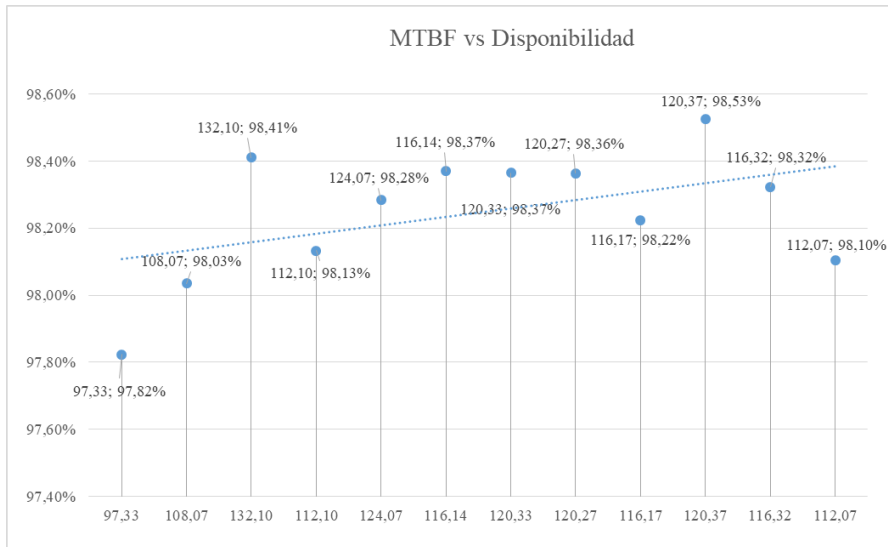


Figura 16.- Tiempo medio entre fallos vs Disponibilidad del destructor de infestación

En la figura 16 se logra apreciar que existe una disponibilidad máxima de un 98.53% acompañado de un MTBF de 120.37 horas, de igual manera se observa que la disponibilidad mínima es de 97.82% con un MTBF de 97.33 horas, también se observa que el tiempo medio entre fallos mayor es de 132.10 horas y un mínimo de 97.33 horas. Es importante mencionar la dispersión de todos los datos, por ende se descarta la correlación múltiple.

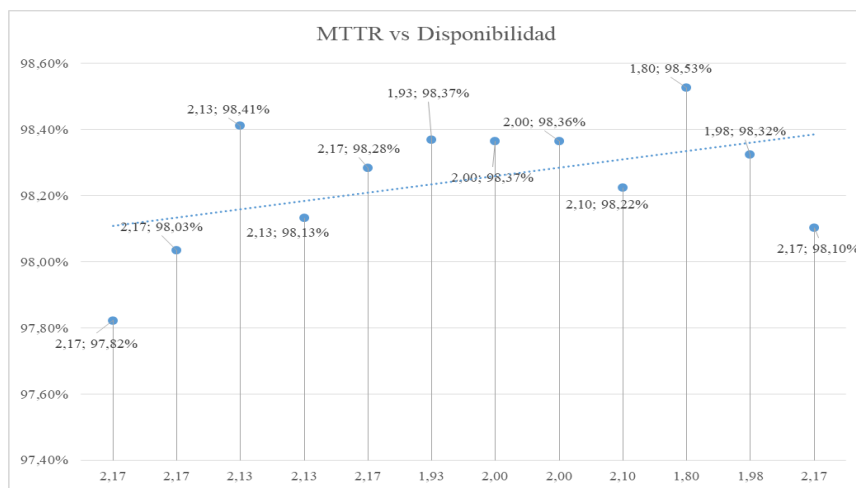


Figura 17.- Tiempo medio en reparación vs Disponibilidad del destructor de infestación

En la figura 17 se aprecia que el valor máximo de la disponibilidad es de 98.5%(MTTR=120.37 horas) y un mínimo de 97.82%(MTTR=97.33), seguido de un valor máximo de tiempo de reparación de 132.10 horas (D=98.41) y un mínimo de 97.33 horas (D=97.82%). Descartando la correlación múltiple ya que los datos analizados son dispersos.

Matriz AMFE

Permite mediante una ponderación cuantitativa identificar los procesos y las fallas que ocurren en este, mediante el análisis de la recurrencia de dichas fallas, detallando de manera minuciosa el componente de la máquina, la función que cumple, la falla funcional, el modo de fallo, la causa raíz y su efecto dentro del sistema, acompañado de su respectiva valoración en tres criterios, siendo estos: frecuencia, gravedad y detección (tabla 16).

Siendo estos criterios valorados entre el rango del (1-10) y detallados en la tabla 16:

Tabla 16.- Tabla de criterio de valoración

TABLA DE CRITERIO DE VALORACIÓN	
Criterio de frecuencia	
Imposible	(1-2)
Remota	(3-4)
Ocasional	(5-6)
Frecuente	(7-8)
Muy frecuentes	(9-10)
Criterio de gravedad	
Insignificante	(1-2)
Moderado	(3-4)
Importante	(5-6)
Critico	(7-8)
Catastrófico	(9-10)
Criterio de detección	
Probabilidad de detección muy elevada	(1-2)
Probabilidad de detección elevada	(3-4)
Probabilidad de detección moderada	(5-6)
Probabilidad de detección escasa	(7-8)
Probabilidad de detección muy escasa	(9-10)

En base a la NTP 679, en donde se establece que los riesgos son críticos cuando el Índice de prioridad de riesgo es mayor a 100, se deben de marcar esos casilleros con rojo, para poder brindar la importancia necesaria para controlar y reducir dicho índice.

En la tabla 17 de la matriz AMFE se aprecia los componentes que conforman el destructor de infestación, su función y las fallas con su modo que han ocurrido en el año 2021, agrupado con la finalidad de establecer el índice de riesgo y las debidas recomendaciones para evitar que estas sucedan o mitigarlas, permitiendo mantener un correcto funcionamiento del equipo.

Tabla 17.- Matriz AMFE destructor de infestación.

MATRIZ AMFE												
Área:		Molienda		Marca:	ALAPALA			Fecha Rea:			Hoja N°	1
Nombre del equipo:		Destructor de infestación de harina		Modelo:	DVDU 11			Fecha Rev:			De	1
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallo	Causa raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones	
							F	G	D	IDR		
1	Motor eléctrico	Transformar la energía eléctrica en mecánica	Paro de la maquina	Fundición de masa	Incorrecta manipulación	Parada del proceso inesperada	2	10	3	60	Evitar golpear el cuerpo y el eje	
			Ausencia de ignición	Atascamiento	Impurezas acumuladas	Arranque detenido	3	9	2	54	Limpiar minuciosamente el equipo	
2	Carcasa	Integrar los elementos que conforman la maquina	Irregularidades en la superficie	Deformación	Incorrecta manipulación	Variación de la forma inicial	3	6	4	72	Enderezamiento de las zonas afectadas	
			Oxidación de la superficie	Desgaste	Corrosión	Deterioro de la estructura	3	9	3	81	Recubrir las zonas expuestas	
3	Cableado eléctrico	Permitir el flujo de la corriente eléctrica hacia el motor	No enciende el led de verificación	Obstrucción	Mal montaje	Falta de señal eléctrica	2	8	3	48	Limpiar minuciosamente evitando humedad	
			Segmentación del cableado	Rotura	Cortocircuito	Intermitencia de la energía	2	8	6	96	Limpiar minuciosamente evitando humedad	
4	Interruptor de corriente	Abrir o cerrar el circuito eléctrico	Oxidación	Desgaste	Corrosión	Deterioro de la estructura	3	9	3	81	Recubrir las zonas expuestas	
			Desprendimiento de partes	Rotura	Cortocircuito	Corte del paso de corriente	4	9	2	72	Limpiar minuciosamente evitando humedad	
5	Rodamientos	Permitir el giro sin resistencia del eje dentro de la coraza del equipo	Rechinidos	Desgaste	Fricción	Sonidos extraños	3	4	7	84	Mejorar la lubricación	
			Vibración	Desgaste	Lubricación pobre	Ralentización en los giros	5	9	2	90	Mejorar la lubricación	
6	Cojinetes	Disminuir la fricción de elementos que se encuentran en contacto	Oxidación	Desgaste	Corrosión	Deterioro de la estructura	2	7	4	56	Recubrir las zonas expuestas	
			Rechinidos en movimiento	Desgaste	Fricción	Sonidos extraños	3	5	7	105	Mejorar la lubricación y limpieza	
7	Paletas	Empujar la harina asia las paredes de la carcasa a alta velocidad	Se tambalea la máquina	Desalineación	Mal montaje	Giro de eje variante	2	5	7	70	Verificación del buen montaje	
			Rotura de paletas	Atascamiento	Impurezas en el eje	Ralentización en los giros	1	9	9	81	Limpiar minuciosamente el equipo	

Determinación de la fiabilidad del destructor de infestación de harina en función del modelo matemático de Weibull de dos parámetros.

Contemplando los datos obtenidos en el estadístico se procede armar los datos en la tabla 18, empleando el Tiempo de operación y su respectivo logaritmo natural.

Tabla 18.- Datos estadísticos del mantenimiento anual del destructor de infestación

Nº Actividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)
1	1	24,000	3,178
2	1	166,400	5,114
3	1	166,400	5,114
4	1	166,400	5,114
5	1	40,600	3,704
6	1	20,200	3,006
7	1	88,400	4,482
8	1	166,400	5,114
9	1	166,400	5,114
10	1	166,400	5,114
11	1	40,600	3,704
12	1	20,200	3,006
13	1	88,400	4,482
14	1	166,400	5,114
15	1	166,400	5,114
16	1	166,600	5,116
17	1	184,600	5,218
18	1	20,200	3,006
19	1	112,400	4,722
20	1	166,400	5,114
21	1	166,600	5,116
22	1	166,400	5,114
23	1	40,600	3,704
24	1	20,200	3,006
25	1	88,400	4,482
26	1	166,400	5,114
27	1	166,400	5,114
28	1	166,400	5,114
29	1	136,600	4,917
30	1	20,200	3,006
31	1	160,400	5,078
32	1	166,600	5,116
33	1	166,650	5,116
34	1	142,400	4,959
35	1	40,600	3,704
36	1	20,200	3,006
37	1	137,400	4,923
38	1	142,400	4,959
39	1	166,600	5,116
40	1	238,400	5,474

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)
41	1	17,000	2,833
42	1	20,200	3,006
43	1	40,800	3,709
44	1	166,800	5,117
45	1	166,400	5,114
46	1	166,400	5,114
47	1	161,000	5,081
48	1	20,200	3,006
49	1	136,600	4,917
50	1	166,400	5,114
51	1	166,400	5,114
52	1	166,800	5,117
53	1	40,600	3,704
54	1	20,200	3,006
55	1	88,400	4,482
56	1	166,800	5,117
57	1	166,800	5,117
58	1	166,600	5,116
59	1	113,200	4,729
60	1	20,400	3,016
61	1	16,800	2,821
62	1	166,700	5,116
63	1	166,600	5,116
64	1	166,500	5,115
65	1	161,100	5,082
66	1	20,200	3,006
67	1	136,400	4,916
68	1	166,400	5,114
69	1	166,400	5,114
70	1	166,400	5,114
71	1	16,600	2,809
72	1	20,200	3,006
	72		321,645

Posterior a la realización de la tabla y obtener el valor de la sumatoria del logaritmo natural del valor del tiempo de operación, se obtiene de la media empleando la siguiente fórmula.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n \ln(t_o)}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{321.645}{72}$$

$$\bar{x} = 4.4672$$

En la tabla 19 se realiza el cálculo del logaritmo natural del tiempo de operación menos el valor de la media, obtenido en la ecuación anterior y se eleva al cuadrado.

Tabla 19.- Datos calculados del destructor de infestación.

NºActividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)-\bar{X})²
1	1	24,000	3,178	1,662
2	1	166,400	5,114	0,419
3	1	166,400	5,114	0,419
4	1	166,400	5,114	0,419
5	1	40,600	3,704	0,583
6	1	20,200	3,006	2,136
7	1	88,400	4,482	0,000
8	1	166,400	5,114	0,419
9	1	166,400	5,114	0,419
10	1	166,400	5,114	0,419
11	1	40,600	3,704	0,583
12	1	20,200	3,006	2,136
13	1	88,400	4,482	0,000
14	1	166,400	5,114	0,419
15	1	166,400	5,114	0,419
16	1	166,600	5,116	0,420
17	1	184,600	5,218	0,564
18	1	20,200	3,006	2,136
19	1	112,400	4,722	0,065
20	1	166,400	5,114	0,419
21	1	166,600	5,116	0,420
22	1	166,400	5,114	0,419
23	1	40,600	3,704	0,583
24	1	20,200	3,006	2,136
25	1	88,400	4,482	0,000
26	1	166,400	5,114	0,419
27	1	166,400	5,114	0,419
28	1	166,400	5,114	0,419
29	1	136,600	4,917	0,202
30	1	20,200	3,006	2,136
31	1	160,400	5,078	0,373
32	1	166,600	5,116	0,420
33	1	166,650	5,116	0,421
34	1	142,400	4,959	0,242
35	1	40,600	3,704	0,583
36	1	20,200	3,006	2,136
37	1	137,400	4,923	0,208
38	1	142,400	4,959	0,242
39	1	166,600	5,116	0,420
40	1	238,400	5,474	1,014

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)	(ln(t)-X)^2
41	1	17,000	2,833	2,670
42	1	20,200	3,006	2,136
43	1	40,800	3,709	0,575
44	1	166,800	5,117	0,422
45	1	166,400	5,114	0,419
46	1	166,400	5,114	0,419
47	1	161,000	5,081	0,377
48	1	20,200	3,006	2,136
49	1	136,600	4,917	0,202
50	1	166,400	5,114	0,419
51	1	166,400	5,114	0,419
52	1	166,800	5,117	0,422
53	1	40,600	3,704	0,583
54	1	20,200	3,006	2,136
55	1	88,400	4,482	0,000
56	1	166,800	5,117	0,422
57	1	166,800	5,117	0,422
58	1	166,600	5,116	0,420
59	1	113,200	4,729	0,069
60	1	20,400	3,016	2,107
61	1	16,800	2,821	2,709
62	1	166,700	5,116	0,421
63	1	166,600	5,116	0,420
64	1	166,500	5,115	0,420
65	1	161,100	5,082	0,378
66	1	20,200	3,006	2,136
67	1	136,400	4,916	0,201
68	1	166,400	5,114	0,419
69	1	166,400	5,114	0,419
70	1	166,400	5,114	0,419
71	1	16,600	2,809	2,748
72	1	20,200	3,006	2,136
	72		321,645	56,868

De manera seguida con el resultado obtenido en la tabla se realiza el cálculo del valor de la varianza S^2 , seguido del cálculo de la desviación estándar S , posterior se obtiene el valor de α y β , teniendo en cuenta que son ecuaciones que se desarrollan de manera secuencial.

$$S^2 = \frac{(\sum \ln(\ln T_o) - \bar{x})^2}{(n - 1)}$$

$$S^2 = \frac{(56.868)^2}{(72 - 1)}$$

$$S^2 = 45.5488$$

$$S = \sqrt{S^2}$$

$$S = \sqrt{45.5488}$$

$$S = 6.7504$$

$$\beta = \frac{\pi}{S\sqrt{6}}$$

$$\beta = \frac{\pi}{6.7504\sqrt{6}}$$

$$\beta = \frac{\pi}{16.5350}$$

$$\beta = 0.1899$$

$$\alpha = \exp\left(\bar{x} + \left(\frac{0.5572}{\beta}\right)\right)$$

$$\alpha = \exp\left(4.4672 + \left(\frac{0.5572}{0.1899}\right)\right)$$

$$\alpha = 1634.7641$$

Tabla 20.- Parámetros iniciales del destructor de infestación

PARÁMETROS OBTENIDOS	
MEDIA \bar{x}	4,4672
VARIANZA S^2	45,5488
DESVIACIÓN S	6,750
BETA β	0,1900
ALPHA α	1634,1764
GAMA γ	0

Se realiza el cálculo de la fiabilidad e in fiabilidad aplicando la ecuación de Weibull empleando las siguientes fórmulas.

$$R(t)=exp \left[- \left(\frac{T_o-\gamma}{\alpha} \right)^{\frac{1}{\beta}} \right]$$

$$R(t)=exp \left[- \left(\frac{24-0}{116.8007} \right)^{\frac{1}{0.18996}} \right]$$

$$R(t)= 0,999758919$$

$$R(t)= 99\%$$

$$F(t)=1-0,99$$

$$F(t)= 0,01$$

$$F(t)= 1.00\%$$

Se emplea el mismo cálculo se obtiene los resultados para el total de los ítems a considerar de cada equipo (tabla 21).

Tabla 21.- Tabla del cálculo de fiabilidad e in fiabilidad del destructor de infestación

NºActividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{X}) ²	R(t)	R(t)%	F(t)	F(t)%
1	1	24,000	3,178	1,662	0,99	99,00%	0,010	1,00%
2	1	166,400	5,114	0,419	0,99	99,00%	0,010	1,00%
3	1	166,400	5,114	0,419	0,99	99,00%	0,010	1,00%
4	1	166,400	5,114	0,419	0,99	99,00%	0,010	1,00%
5	1	40,600	3,704	0,583	0,99	99,00%	0,010	1,00%
6	1	20,200	3,006	2,136	0,99	99,00%	0,010	1,00%
7	1	88,400	4,482	0,000	0,99	99,00%	0,010	1,00%
8	1	166,400	5,114	0,419	0,99	99,00%	0,010	1,00%
9	1	166,400	5,114	0,419	0,99	99,00%	0,010	1,00%
10	1	166,400	5,114	0,419	0,99	99,00%	0,010	1,00%
11	1	40,600	3,704	0,583	0,99	99,00%	0,010	1,00%
12	1	20,200	3,006	2,136	0,99	99,00%	0,010	1,00%
13	1	88,400	4,482	0,000	0,99	99,00%	0,010	1,00%
14	1	166,400	5,114	0,419	0,99	99,00%	0,010	1,00%
15	1	166,400	5,114	0,419	0,99	99,00%	0,010	1,00%
16	1	166,600	5,116	0,420	0,99	99,00%	0,010	1,00%
17	1	184,600	5,218	0,564	0,99	99,00%	0,010	1,00%
18	1	20,200	3,006	2,136	0,99	99,00%	0,010	1,00%
19	1	112,400	4,722	0,065	0,99	99,00%	0,010	1,00%
20	1	166,400	5,114	0,419	0,99	99,00%	0,010	1,00%
21	1	166,600	5,116	0,420	0,99	99,00%	0,010	1,00%
22	1	166,400	5,114	0,419	0,99	99,00%	0,010	1,00%
23	1	40,600	3,704	0,583	0,99	99,00%	0,010	1,00%
24	1	20,200	3,006	2,136	0,99	99,00%	0,010	1,00%
25	1	88,400	4,482	0,000	0,99	99,00%	0,010	1,00%

N°Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{X}) ²	R(t)	R(t)%	F(t)	F(t)%
26	1	166,400	5,114	0,419	0,99	99,00%	0,010	1,00%
27	1	166,400	5,114	0,419	0,99	99,00%	0,010	1,00%
28	1	166,400	5,114	0,419	0,99	99,00%	0,010	1,00%
29	1	136,600	4,917	0,202	0,99	99,00%	0,010	1,00%
30	1	20,200	3,006	2,136	0,99	99,00%	0,010	1,00%
31	1	160,400	5,078	0,373	0,99	99,00%	0,010	1,00%
32	1	166,600	5,116	0,420	0,99	99,00%	0,010	1,00%
33	1	166,650	5,116	0,421	0,99	99,00%	0,010	1,00%
34	1	142,400	4,959	0,242	0,99	99,00%	0,010	1,00%
35	1	40,600	3,704	0,583	0,99	99,00%	0,010	1,00%
36	1	20,200	3,006	2,136	0,99	99,00%	0,010	1,00%
37	1	137,400	4,923	0,208	0,99	99,00%	0,010	1,00%
38	1	142,400	4,959	0,242	0,99	99,00%	0,010	1,00%
39	1	166,600	5,116	0,420	0,99	99,00%	0,010	1,00%
40	1	238,400	5,474	1,014	0,99	99,00%	0,010	1,00%
41	1	17,000	2,833	2,670	0,99	99,00%	0,010	1,00%
42	1	20,200	3,006	2,136	0,99	99,00%	0,010	1,00%
43	1	40,800	3,709	0,575	0,99	99,00%	0,010	1,00%
44	1	166,800	5,117	0,422	0,99	99,00%	0,010	1,00%
45	1	166,400	5,114	0,419	0,99	99,00%	0,010	1,00%
46	1	166,400	5,114	0,419	0,99	99,00%	0,010	1,00%
47	1	161,000	5,081	0,377	0,99	99,00%	0,010	1,00%
48	1	20,200	3,006	2,136	0,99	99,00%	0,010	1,00%
49	1	136,600	4,917	0,202	0,99	99,00%	0,010	1,00%
50	1	166,400	5,114	0,419	0,99	99,00%	0,010	1,00%
51	1	166,400	5,114	0,419	0,99	99,00%	0,010	1,00%
52	1	166,800	5,117	0,422	0,99	99,00%	0,010	1,00%
53	1	40,600	3,704	0,583	0,99	99,00%	0,010	1,00%
54	1	20,200	3,006	2,136	0,99	99,00%	0,010	1,00%
55	1	88,400	4,482	0,000	0,99	99,00%	0,010	1,00%
56	1	166,800	5,117	0,422	0,99	99,00%	0,010	1,00%
57	1	166,800	5,117	0,422	0,99	99,00%	0,010	1,00%
58	1	166,600	5,116	0,420	0,99	99,00%	0,010	1,00%
59	1	113,200	4,729	0,069	0,99	99,00%	0,010	1,00%
60	1	20,400	3,016	2,107	0,99	99,00%	0,010	1,00%
61	1	16,800	2,821	2,709	0,99	99,00%	0,010	1,00%
62	1	166,700	5,116	0,421	0,99	99,00%	0,010	1,00%
63	1	166,600	5,116	0,420	0,99	99,00%	0,010	1,00%
64	1	166,500	5,115	0,420	0,99	99,00%	0,010	1,00%
65	1	161,100	5,082	0,378	0,99	99,00%	0,010	1,00%

NºActividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{x}) ²	R(t)	R(t)%	F(t)	F(t)%
66	1	20,200	3,006	2,136	0,99	99,00%	0,010	1,00%
67	1	136,400	4,916	0,201	0,99	99,00%	0,010	1,00%
68	1	166,400	5,114	0,419	0,99	99,00%	0,010	1,00%
69	1	166,400	5,114	0,419	0,99	99,00%	0,010	1,00%
70	1	166,400	5,114	0,419	0,99	99,00%	0,010	1,00%
71	1	16,600	2,809	2,748	0,99	99,00%	0,010	1,00%
72	1	20,200	3,006	2,136	0,99	99,00%	0,010	1,00%

Modelo gráfico de Weibull para el destructor de infestación.

Para el desarrollo de la falla acumulativa se emplea la presente ecuación, en donde es necesario ordenar de menor a mayor valor los To(tiempo de operación), en el programa de cálculo ya empleado anteriormente, calculando el valor de la función de distribución acumulativa o rango medio (F(i)), y el porcentaje de la frecuencia acumulativa (Fi(%))(tabla 22),

$$F(i) = \frac{i-0.3}{n+0.4}$$

Dónde: (i)=el número de la falla, (n)= el total de las fallas

$$F(i) = \frac{1-0.3}{72+0.4}$$

$$F_i(\%) = 0.0097 \quad F(\%) = 0.97\%$$

Tabla 22.- Tabla del cálculo de falla acumulativa del destructor de infestación.

Nº fallas	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)
1	16,600	0,0097	0,97%
2	16,800	0,0235	2,35%
3	17,000	0,0373	3,73%
4	20,200	0,0511	5,11%
5	20,200	0,0649	6,49%
6	20,200	0,0787	7,87%
7	20,200	0,0925	9,25%
8	20,200	0,1064	10,64%
9	20,200	0,1202	12,02%
10	20,200	0,1340	13,40%
11	20,200	0,1478	14,78%
12	20,200	0,1616	16,16%
13	20,200	0,1754	17,54%

N° fallas	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)
14	20,200	0,1892	18,92%
15	20,400	0,2030	20,30%
16	24,000	0,2169	21,69%
17	40,600	0,2307	23,07%
18	40,600	0,2445	24,45%
19	40,600	0,2583	25,83%
20	40,600	0,2721	27,21%
21	40,600	0,2859	28,59%
22	40,800	0,2997	29,97%
23	88,400	0,3135	31,35%
24	88,400	0,3273	32,73%
25	88,400	0,3412	34,12%
26	88,400	0,3550	35,50%
27	112,400	0,3688	36,88%
28	113,200	0,3826	38,26%
29	136,400	0,3964	39,64%
30	136,600	0,4102	41,02%
31	136,600	0,4240	42,40%
32	137,400	0,4378	43,78%
33	142,400	0,4517	45,17%
34	142,400	0,4655	46,55%
35	160,400	0,4793	47,93%
36	161,000	0,4931	49,31%
37	161,100	0,5069	50,69%
38	166,400	0,5207	52,07%
39	166,400	0,5345	53,45%
40	166,400	0,5483	54,83%
41	166,400	0,5622	56,22%
42	166,400	0,5760	57,60%
43	166,400	0,5898	58,98%
44	166,400	0,6036	60,36%
45	166,400	0,6174	61,74%
46	166,400	0,6312	63,12%
47	166,400	0,6450	64,50%
48	166,400	0,6588	65,88%
49	166,400	0,6727	67,27%
50	166,400	0,6865	68,65%
51	166,400	0,7003	70,03%
52	166,400	0,7141	71,41%
53	166,400	0,7279	72,79%
54	166,400	0,7417	74,17%
55	166,400	0,7555	75,55%

N° fallas	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)
56	166,400	0,7693	76,93%
57	166,400	0,7831	78,31%
58	166,500	0,7970	79,70%
59	166,600	0,8108	81,08%
60	166,600	0,8246	82,46%
61	166,600	0,8384	83,84%
62	166,600	0,8522	85,22%
63	166,600	0,8660	86,60%
64	166,600	0,8798	87,98%
65	166,650	0,8936	89,36%
66	166,700	0,9075	90,75%
67	166,800	0,9213	92,13%
68	166,800	0,9351	93,51%
69	166,800	0,9489	94,89%
70	166,800	0,9627	96,27%
71	184,600	0,9765	97,65%
72	238,400	0,9903	99,03%

De manera seguida se grafica los datos de la tabla 22 del cálculo de falla acumulativa, tomado la información de la columna de To (tiempo de operación) y colocándolos sobre el eje X, posterior se selecciona los datos de la columna Fi(%) (Frecuencia de falla acumulativa en valores de porcentaje) se lo coloca sobre el eje Y, todo esto sobre la hoja de Weibull, la misma que se encuentra graduada.

Con la finalidad de realizar una línea media entre todos los puntos, para posteriormente trazar una línea perpendicular del punto de referencia a la misma, para de tal manera proceder a encontrar los valores de:

$P\mu$: Parámetro de escala

β : Parámetro de forma: representa la pendiente de la recta describiendo en gran parte el grado de variación que se encuentra en la tasa de fallos

η : Representa el Parámetro calculado de papel de Weibull

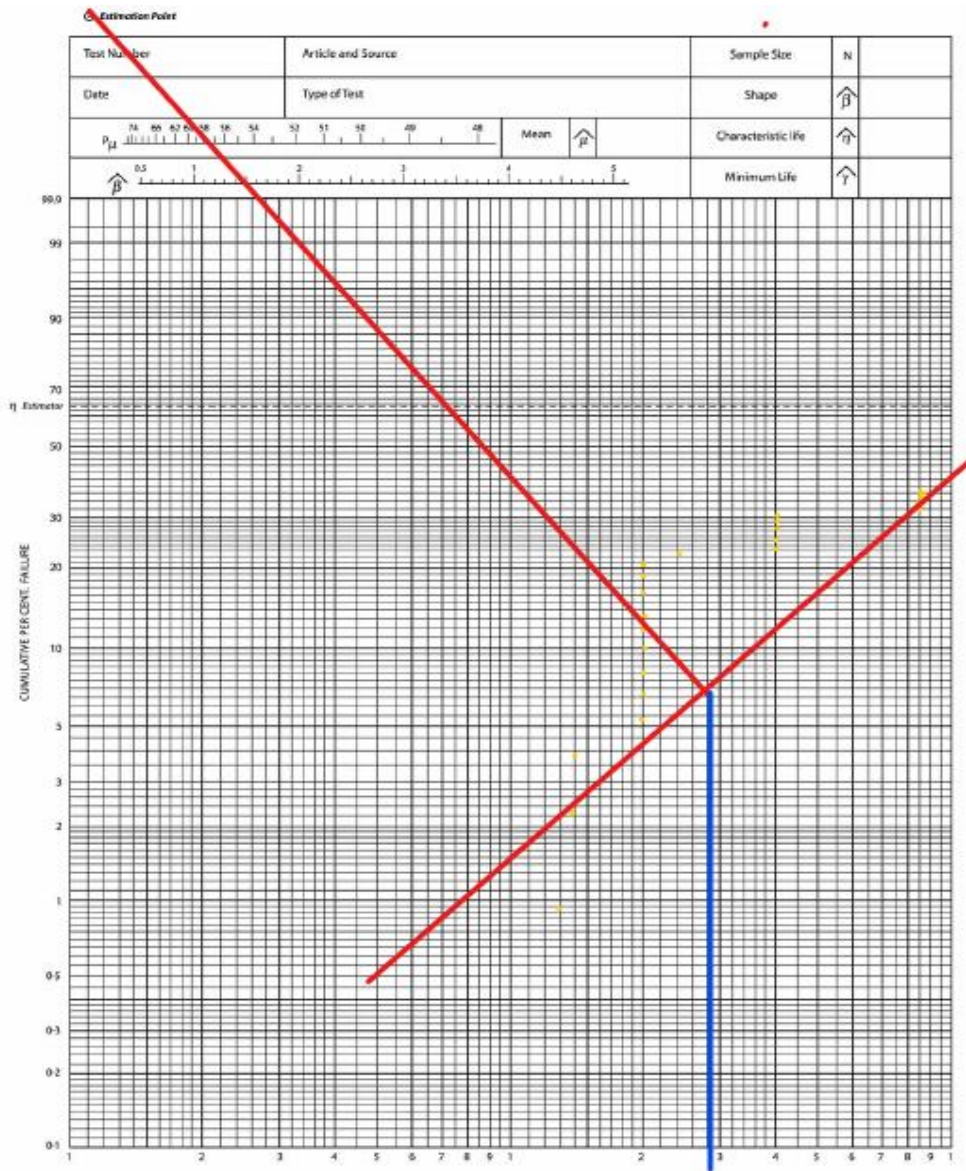


Figura 18.- Papel de Weibull del destructor de infestación

En la figura 18 se observa la presencia de datos dispersos, los cuales ayudan a obtener la línea media entre los mismos y mediante la unión del punto de referencia con una línea perpendicular trazada, se obtiene que el valor del parámetro de forma es 129 y el parámetro calculado es 1,39. Los mismos datos que permitirán continuar con la realización de la tabla 24 con el fin de obtener la fiabilidad en base a los tiempos de operación.

Tabla 23.- Parámetros de fallas del destructor de infestación

$P\mu$	57,5
β	1,39
η	129

De manera seguida, reemplazando los valores obtenidos de la gráfica sobre la ecuación de la confiabilidad y se obtiene su valor seguido del cálculo de la in fiabilidad.

$$R(t)=exp \left[- \left(\frac{T_o-\gamma}{\alpha} \right)^{\frac{1}{\beta}} \right]$$

Dónde: R(t)= fiabilidad, F(t)= in fiabilidad, To = Tiempo de operación

β = parámetro de forma, α = parámetro de escala, γ = parámetro de localización

$$R(t)=exp \left[- \left(\frac{16.600-0}{129} \right)^{\frac{1}{1.39}} \right]$$

$$R(t)= 0,9255 \qquad R(t)= 92.55\%$$

$$F(t)=1-0,9255 \qquad F(t)= 0,0745$$

$$F(t)= 7.45\%$$

Se emplea un programa de cálculo para obtener los valores de confiabilidad.

Tabla 24.- Fiabilidad de Weibull del destructor de infestación de harina

Nº fallas	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)	R(t)	R(t)%	f(t)	f(t)%
1	16,600	0,0097	0,97%	0,9255	92,55%	0,0745	7,45%
2	16,800	0,0235	2,35%	0,9245	92,45%	0,0755	7,55%
3	17,000	0,0373	3,73%	0,9234	92,34%	0,0766	7,66%
4	20,200	0,0511	5,11%	0,9067	90,67%	0,0933	9,33%
5	20,200	0,0649	6,49%	0,9067	90,67%	0,0933	9,33%
6	20,200	0,0787	7,87%	0,9067	90,67%	0,0933	9,33%
7	20,200	0,0925	9,25%	0,9067	90,67%	0,0933	9,33%
8	20,200	0,1064	10,64%	0,9067	90,67%	0,0933	9,33%
9	20,200	0,1202	12,02%	0,9067	90,67%	0,0933	9,33%
10	20,200	0,1340	13,40%	0,9067	90,67%	0,0933	9,33%
11	20,200	0,1478	14,78%	0,9067	90,67%	0,0933	9,33%
12	20,200	0,1616	16,16%	0,9067	90,67%	0,0933	9,33%
13	20,200	0,1754	17,54%	0,9067	90,67%	0,0933	9,33%
14	20,200	0,1892	18,92%	0,9067	90,67%	0,0933	9,33%
15	20,400	0,2030	20,30%	0,9056	90,56%	0,0944	9,44%
16	24,000	0,2169	21,69%	0,8865	88,65%	0,1135	11,35%
17	40,600	0,2307	23,07%	0,7974	79,74%	0,2026	20,26%
18	40,600	0,2445	24,45%	0,7974	79,74%	0,2026	20,26%
19	40,600	0,2583	25,83%	0,7974	79,74%	0,2026	20,26%
20	40,600	0,2721	27,21%	0,7974	79,74%	0,2026	20,26%
21	40,600	0,2859	28,59%	0,7974	79,74%	0,2026	20,26%
22	40,800	0,2997	29,97%	0,7963	79,63%	0,2037	20,37%

N° fallas	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)	R(t)	R(t)%	f(t)	f(t)%
23	88,400	0,3135	31,35%	0,5621	56,21%	0,4379	43,79%
24	88,400	0,3273	32,73%	0,5621	56,21%	0,4379	43,79%
25	88,400	0,3412	34,12%	0,5621	56,21%	0,4379	43,79%
26	88,400	0,3550	35,50%	0,5621	56,21%	0,4379	43,79%
27	112,400	0,3688	36,88%	0,4637	46,37%	0,5363	53,63%
28	113,200	0,3826	38,26%	0,4606	46,06%	0,5394	53,94%
29	136,400	0,3964	39,64%	0,3793	37,93%	0,6207	62,07%
30	136,600	0,4102	41,02%	0,3786	37,86%	0,6214	62,14%
31	136,600	0,4240	42,40%	0,3786	37,86%	0,6214	62,14%
32	137,400	0,4378	43,78%	0,3761	37,61%	0,6239	62,39%
33	142,400	0,4517	45,17%	0,3603	36,03%	0,6397	63,97%
34	142,400	0,4655	46,55%	0,3603	36,03%	0,6397	63,97%
35	160,400	0,4793	47,93%	0,3080	30,80%	0,6920	69,20%
36	161,000	0,4931	49,31%	0,3064	30,64%	0,6936	69,36%
37	161,100	0,5069	50,69%	0,3061	30,61%	0,6939	69,39%
38	166,400	0,5207	52,07%	0,2921	29,21%	0,7079	70,79%
39	166,400	0,5345	53,45%	0,2921	29,21%	0,7079	70,79%
40	166,400	0,5483	54,83%	0,2921	29,21%	0,7079	70,79%
41	166,400	0,5622	56,22%	0,2921	29,21%	0,7079	70,79%
42	166,400	0,5760	57,60%	0,2921	29,21%	0,7079	70,79%
43	166,400	0,5898	58,98%	0,2921	29,21%	0,7079	70,79%
44	166,400	0,6036	60,36%	0,2921	29,21%	0,7079	70,79%
45	166,400	0,6174	61,74%	0,2921	29,21%	0,7079	70,79%
46	166,400	0,6312	63,12%	0,2921	29,21%	0,7079	70,79%
47	166,400	0,6450	64,50%	0,2921	29,21%	0,7079	70,79%
48	166,400	0,6588	65,88%	0,2921	29,21%	0,7079	70,79%
49	166,400	0,6727	67,27%	0,2921	29,21%	0,7079	70,79%
50	166,400	0,6865	68,65%	0,2921	29,21%	0,7079	70,79%
51	166,400	0,7003	70,03%	0,2921	29,21%	0,7079	70,79%
52	166,400	0,7141	71,41%	0,2921	29,21%	0,7079	70,79%
53	166,400	0,7279	72,79%	0,2921	29,21%	0,7079	70,79%
54	166,400	0,7417	74,17%	0,2921	29,21%	0,7079	70,79%
55	166,400	0,7555	75,55%	0,2921	29,21%	0,7079	70,79%
56	166,400	0,7693	76,93%	0,2921	29,21%	0,7079	70,79%
57	166,400	0,7831	78,31%	0,2921	29,21%	0,7079	70,79%
58	166,500	0,7970	79,70%	0,2918	29,18%	0,7082	70,82%
59	166,600	0,8108	81,08%	0,2916	29,16%	0,7084	70,84%
60	166,600	0,8246	82,46%	0,2916	29,16%	0,7084	70,84%
61	166,600	0,8384	83,84%	0,2916	29,16%	0,7084	70,84%
62	166,600	0,8522	85,22%	0,2916	29,16%	0,7084	70,84%
63	166,600	0,8660	86,60%	0,2916	29,16%	0,7084	70,84%
64	166,600	0,8798	87,98%	0,2916	29,16%	0,7084	70,84%
65	166,650	0,8936	89,36%	0,2914	29,14%	0,7086	70,86%
66	166,700	0,9075	90,75%	0,2913	29,13%	0,7087	70,87%
67	166,800	0,9213	92,13%	0,2911	29,11%	0,7089	70,89%
68	166,800	0,9351	93,51%	0,2911	29,11%	0,7089	70,89%
69	166,800	0,9489	94,89%	0,2911	29,11%	0,7089	70,89%
70	166,800	0,9627	96,27%	0,2911	29,11%	0,7089	70,89%
71	184,600	0,9765	97,65%	0,2481	24,81%	0,7519	75,19%
72	238,400	0,9903	99,03%	0,1504	15,04%	0,8496	84,96%

Con los valores conseguidos se realiza la gráfica de la fiabilidad vs el tiempo de operación.

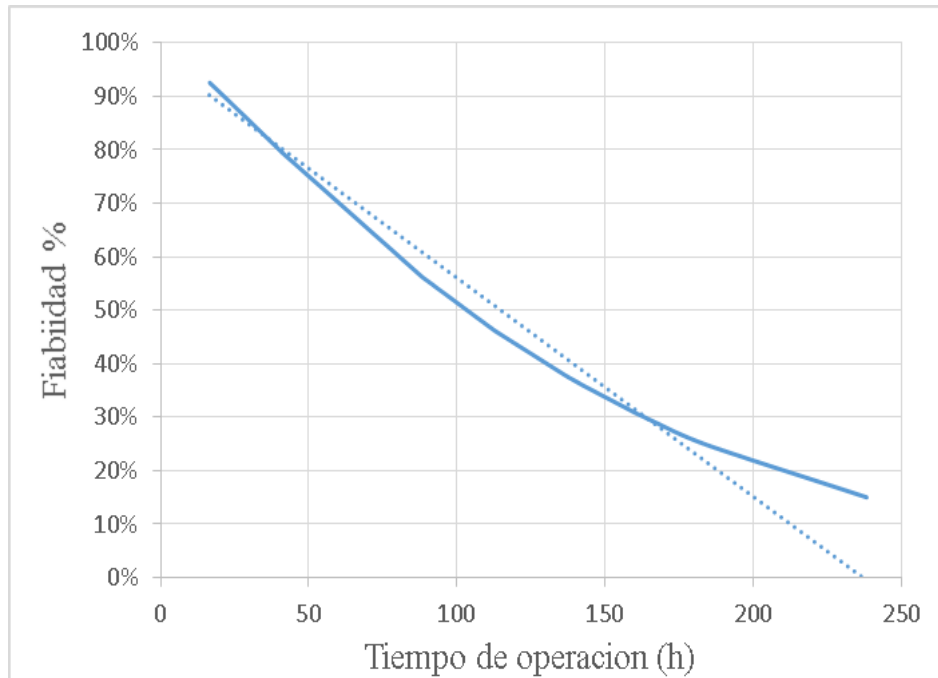


Figura 19.- Fiabilidad vs tiempo de operación del destructor de infestación

Se aprecia en la figura 19 que conforme aumenta el tiempo de operación la fiabilidad disminuye, dado a que se contemplan mayor cantidad de fallos.

Existe una trayectoria decreciente de la fiabilidad, dado a que los datos presentan una correlación que permite observar la continuidad de la gráfica desde el $t_0=1$ hasta el $t_0=72$.

La similitud de los valores obtenidos dentro del método matemático y el método gráfico, permite establecer que el desarrollo de uno u otro método es de alto beneficio y a selección de los mismos dependerá de las necesidades a cubrir.

Desarrollo del plan de mantenimiento preventivo para el destructor de infestación de harina

Es de gran importancia la realización del plan de mantenimiento preventivo para la empresa Molinos Miraflores, ya que este permite mejorar el desempeño y funcionamiento de la maquinaria que conforma el área de la molienda. Realizando la bitácora de mantenimiento en donde se incluye las actividades y las respectivas fechas en las que se deben de realizar, teniendo en cuenta las curvas de fiabilidad obtenidas empleando Weibull.

Bitácora de mantenimiento

Es un documento técnico en donde se detallan las actividades a realizar en cada equipo y máquina según las estimaciones que se obtienen empleando parámetros obtenidos analizando estadísticos de mantenimiento, AMFE y graficas de Weibull, con la consigna de evitar fallos inesperados, avería de componentes, ausencia de refacciones o paro de la línea de producción, impidiendo generar pérdidas de tiempo y recursos en el saneamiento de las mismas.

Tabla 25.- Frecuencia de mantenimiento del destructor de infestación de harina

FRECUENCIA	COLOR
Diaria	Verde
Semanal	Azul
Mensual	Amarillo
Semestral	Rojo
Anual	Púrpura

Gamas de mantenimiento

Son documentos técnicos que permiten establecer de manera gráfica las actividades a realizar dentro de cierto periodo para determinada máquina, con la finalidad de darle el seguimiento a la realización de las mismas (tabla 25).

Regido con un código de colores que permite visualizar la frecuencia con la que se realiza, siendo estas: diaria, semanal, mensual, semestral y anual. Enfocado a permitir una fácil comprensión de lo que se debe realizar en determinada jornada y llevar a cabo planificaciones agrupadas en base a los colores que compartan ciertos equipos y jerarquizar las actividades a realizarse (tabla 26).

Tabla 26.- Formato de gama de mantenimiento

ACTIVIDAD	MES				
	DIAS				
	Verde	Azul	Amarillo	Rojo	Púrpura
	FRECUENCIA				

En la tabla 27 a la 38, se aprecia las gamas de mantenimiento desarrolladas para el destructor de infestación de harina, enfocadas en las actividades que este requiere para cada uno de los meses del siguiente año, controlando su correcto funcionamiento.

Tabla 27.- Frecuencia de mantenimiento del destructor de infestación de harina del mes de Enero.

Mes		ENERO																															
Máquina	Destructor de infestación de harina	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Preventivo	Limpieza de la carcasa del equipo																																
	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Control de conexiones eléctricas																																
	Control de apriete de los pernos																																
	Control de estabilidad de la base del motor																																
	Control de estado de las tapas de la carcasa																																
	Lubricación de cojinetes																																
	Lubricación de rodamientos																																

Tabla 28.- Frecuencia de mantenimiento del destructor de infestación de harina del mes de Febrero.

Mes		FEBRERO																														
Máquina	Destructor de infestación de harina	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES			
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28			
Preventivo	Limpieza de la carcasa del equipo																															
	Limpieza zona del equipo																															
	Limpieza del cableado eléctrico																															
	Limpieza del interruptor de corriente																															
	Limpieza del área del motor eléctrico																															
	Control de conexiones eléctricas																															
	Control de apriete de los pernos																															
	Control de estabilidad de la base del motor																															
	Control de estado de las tapas de la carcasa																															
	Lubricación de cojinetes																															
	Lubricación de rodamientos																															

Tabla 29.- Frecuencia de mantenimiento del destructor de infestación de harina del mes de Marzo.

Mes		MARZO																																
Máquina	Destructor de infestación de harina	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza de la carcasa del equipo																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor eléctrico																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de apriete de los pernos																																	
	Control de estabilidad de la base del motor																																	
	Control de estado de las tapas de la carcasa																																	
	Lubricación de cojinetes																																	
	Lubricación de rodamientos																																	

Tabla 30.- Frecuencia de mantenimiento del destructor de infestación de harina del mes de Abril.

Mes		ABRIL																																
Máquina	Destructor de infestación de harina	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO			
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
Preventivo	Limpieza de la carcasa del equipo																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor eléctrico																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de apriete de los pernos																																	
	Control de estabilidad de la base del motor																																	
	Control de estado de las tapas de la carcasa																																	
	Lubricación de cojinetes																																	
	Lubricación de rodamientos																																	

Tabla 31.- Frecuencia de mantenimiento del destructor de infestación de harina del mes de Mayo

Mes		MAYO																															
Máquina	Destructor de infestación de harina	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Preventivo	Limpieza de la carcasa del equipo	■							■							■							■										
	Limpieza zona del equipo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	Limpieza del cableado eléctrico	■																															
	Limpieza del interruptor de corriente	■																															
	Limpieza del área del motor eléctrico	■								■							■																
	Control de conexiones eléctricas																																
	Control de apriete de los pernos																																
	Control de estabilidad de la base del motor																																
	Control de estado de las tapas de la carcasa																																
	Lubricación de cojinetes																																
	Lubricación de rodamientos																																

Tabla 32.- Frecuencia de mantenimiento del destructor de infestación de harina del mes de Junio

Mes		JUNIO																															
Máquina	Destructor de infestación de harina	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Preventivo	Limpieza de la carcasa del equipo					■							■														■						
	Limpieza zona del equipo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Control de conexiones eléctricas																																
	Control de apriete de los pernos																																
	Control de estabilidad de la base del motor																																
	Control de estado de las tapas de la carcasa																																
	Lubricación de cojinetes																																
	Lubricación de rodamientos																																

Tabla 33.- Frecuencia de mantenimiento del destructor de infestación de harina del mes de Julio

Mes		JULIO																																
Máquina	Destructor de infestación de harina	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza de la carcasa del equipo																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor eléctrico																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de apriete de los pernos																																	
	Control de estabilidad de la base del motor																																	
	Control de estado de las tapas de la carcasa																																	
	Lubricación de cojinetes																																	
Lubricación de rodamientos																																		

Tabla 34.- Frecuencia de mantenimiento del destructor de infestación de harina del mes de Agosto

Mes		AGOSTO																																
Máquina	Destructor de infestación de harina	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza de la carcasa del equipo																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor eléctrico																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de apriete de los pernos																																	
	Control de estabilidad de la base del motor																																	
	Control de estado de las tapas de la carcasa																																	
	Lubricación de cojinetes																																	
Lubricación de rodamientos																																		

Tabla 35.- Frecuencia de mantenimiento del destructor de infestación de harina del mes de Septiembre

Mes		SEPTIEMBRE																															
Máquina	Destructor de infestación de harina	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Preventivo	Limpieza de la carcasa del equipo																																
	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Control de conexiones eléctricas																																
	Control de apriete de los pernos																																
	Control de estabilidad de la base del motor																																
	Control de estado de las tapas de la carcasa																																
	Lubricación de cojinetes																																
	Lubricación de rodamientos																																

Tabla 36.- Frecuencia de mantenimiento del destructor de infestación de harina del mes de Octubre

Mes		OCTUBRE																															
Máquina	Destructor de infestación de harina	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Preventivo	Limpieza de la carcasa del equipo																																
	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Control de conexiones eléctricas																																
	Control de apriete de los pernos																																
	Control de estabilidad de la base del motor																																
	Control de estado de las tapas de la carcasa																																
	Lubricación de cojinetes																																
	Lubricación de rodamientos																																

Tabla 37.- Frecuencia de mantenimiento del destructor de infestación de harina del mes de Noviembre

Mes		NOVIEMBRE																															
Máquina	Destructor de infestación de harina	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Preventivo	Limpieza de la carcasa del equipo																																
	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Control de conexiones eléctricas																																
	Control de apriete de los pernos																																
	Control de estabilidad de la base del motor																																
	Control de estado de las tapas de la carcasa																																
	Lubricación de cojinetes																																
	Lubricación de rodamientos																																

Tabla 38.- Frecuencia de mantenimiento del destructor de infestación de harina del mes de Diciembre

Mes		DICIEMBRE																																
Máquina	Destructor de infestación de harina	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza de la carcasa del equipo																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor eléctrico																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de apriete de los pernos																																	
	Control de estabilidad de la base del motor																																	
	Control de estado de las tapas de la carcasa																																	
	Lubricación de cojinetes																																	
	Lubricación de rodamientos																																	

3.1.5.2 Planificador

Tabla 39.- Ficha técnica del planificador

 molinos miraflores					
MOLINOS MIRAFLORES S.A					
PLANTA SANTA ROSA					
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO					
ÁREA: MOLIENDA					
FICHA TÉCNICA			Nº: 2		
DATOS GENERALES					
NOMBRE DEL EQUIPO:			PLANIFICADOR (PLANSIFTER)		
CÓDIGO:	MAM-00202				
MARCA:	ALAPALA				
MODELO:	DPAK 628				
COLOR:	BLANCO				
SERIAL:	201114				
AÑO DE FABRICACIÓN:	2020				
ORIGEN:	TURQUÍA				
FUNCIÓN DE EQUIPO:					
Tamizar la harina, mediante la acción del movimiento circular y tamices.					
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			DIMENSIONES		
VOLTAJE:	460	voltios	ANCHO:	2549	mm
FRECUENCIA:	60	Hertz	LARGO:	3100	mm
POTENCIA:	5	KW	ALTO:	3355	mm
AMPERAJE:	16,6	amperios	VOLUMEN:	19,4	m ³
RPM MOTOR:	1000	rpm	PESO:	3800	kg
TEMPERATURA DE TRABAJO:	18°-21°	centígrados	MANTENIMIENTO		
CAPACIDAD:	3,2	toneladas	CADA (X) HORAS DE TRABAJO:	✓	
Nº TAMICES:	24		SEMANAL:	-	
Nº COMPARTIMIENTOS:		66	MENSUAL:	✓	
LUBRICACIÓN:	grasa Shell grado s5		SEMESTRAL:	✓	
			ANUAL:	✓	

Componentes

Tabla 40.- Componentes del planificador

Nº:	Componente	Función
1	Motor eléctrico	Transformar la energía eléctrica en mecánica
2	Cableado eléctrico	Permitir el flujo de la corriente eléctrica hacia el motor
3	Tamiz	Clasificar el producto resultante de la molienda según tamaños
4	Marco de tamiz	Dar rigidez al tamiz para su correcto funcionamiento
5	Puertas	Proteger la zona de tamizado
6	Tolva	Recibir la materia prima de los conductos de transporte hacia los tamices
7	Soportes de suspensión	Mantener la estructura dentro del área de oscilación
8	Sistema de transmisión	Transferir el movimiento de giro del motor hacia la estructura
9	Sistema de contrapeso	Mantener el movimiento oscilatorio de la estructura constante
10	Estructura	Contener los componentes para un correcto funcionamiento del sistema.
11	Manijas	Abrir o cerrar las puertas de los compartimientos

Componentes sustituibles

Tabla 41.- Componentes sustituibles del planificador

Componente sustituible	Características	Cantidad
Pernos de sujeción	Pernos 1 pulgada	60
Cable de alimentación eléctrica	Calibre 10	1
Interruptor eléctrico	Componente plástico	1
Tamiz	Material Polimérico con diferente graduación	28
Marco del tamiz	Componente plástico grado alimenticio	14
Manijas	Material plástico	12

Instrucciones de funcionamiento

- Verificar el estado de las conexiones eléctricas
- Verificar el estado de los pernos
- Verificar que no exista fuga de materia prima
- Verificar el tensión de las mallas

- Verificar el debido acople de los marcos de tamiz junto a la malla
- Autorizar el funcionamiento

Normas de seguridad

- Evitar liberar polvos de harina cerca del equipo
- Prohibir la movilización del personal cerca de la máquina cuando está en funcionamiento
- Evitar abrir las puertas de los compartimentos cuando se encienda el equipo
- Manipular la máquina solo cuando esta se encuentre apagada
- Utilizar EPP siempre que la máquina se encuentre en funcionamiento

Instrucciones de mantenimiento

Las operaciones de limpieza, de mantenimiento y de lubricación se detallan a continuación mediante tablas.

Tabla 42.- Frecuencia de las acciones de limpieza del planificador

Acciones de Limpieza	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Limpieza de la carcasa y anclajes		x			
Limpieza zona del equipo		x			
Limpieza del cableado eléctrico			x		
Limpieza del interruptor de corriente			x		
Limpieza del área del motor vibratorio			x		
Limpieza de tamiz			x		
Limpieza de separadores			x		

Tabla 43.- Frecuencia de las acciones de mantenimiento del planificador

Acciones de Mantenimiento	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Control de conexiones eléctricas			x		
Control de apriete de los pernos			x		
Control de las gomas de impacto			x		
Control de estabilidad de marco de tamiz			x		
Control de estabilidad de la estructura			x		
Control de sistema de contrapeso			x		
Control de fijación de anclajes			x		

Tabla 44 .- Frecuencia de las acciones de lubricación del planificador

Acciones de Lubricación	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Lubricación de soporte de apoyo			x		
Hidratación de las banda			x		
Hidratación de las gomas de impacto			x		

Tabla 45.- Estadístico de mantenimiento anual del planificador.

Equipo	Planificador				Horas de trabajo			24				
	Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
ENERO	Inicio de actividades (Nuevo Año)							77,050	0,013	2,300	0,435	97,10%
	Limpieza de la carcasa y anclajes		4/1/2021	24	1,6	1,4	3					
	Limpieza zona del equipo											
	Limpieza de la carcasa y anclajes		11/1/2021	165	2	1,4	3,4					
	Limpieza zona del equipo											
	Limpieza de la carcasa y anclajes		18/1/2021	164,6	2	1,4	3,4					
	Limpieza zona del equipo											
	Limpieza de la carcasa y anclajes		25/1/2021	164,6	2,8	2,4	5,2					
	Limpieza zona del equipo											
	Limpieza del cableado eléctrico											
	Limpieza del interruptor de corriente											
	Limpieza del área del motor vibratorio		27/1/2021	42,8	2,2	2	4,2					
	Limpieza de tamiz											
	Limpieza de separadores		28/1/2021	19,8	3,2	3	6,2					
	Control de conexiones eléctricas											
	Control de apriete de los pernos											
	Control de las gomas de impacto											
	Control de estabilidad de marco de tamiz		29/1/2021	17,8	3,2	3	6,2					
	Control de estabilidad de la estructura											
	Control de sistema de contrapeso											
Control de fijación de anclajes												
Lubricación de soporte de apoyo		30/1/2021	17,8	1,4	1,2	2,6						
Hidratación de las banda												
Hidratación de las gomas de impacto												

Equipo	Planificador				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
FEBRERO	Limpieza de la carcasa y anclajes	1/2/2021	45,4	1,6	1,4	3	79,750	0,013	2,275	0,440	97,23%
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	8/2/2021	165	1,6	1,4	3					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	15/2/2021	165	1,6	1,4	3					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	22/2/2021	165	3	2,4	5,4					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor vibratorio	24/2/2021	42,6	2	2	4					
	Limpieza de tamiz										
	Limpieza de separadores	25/2/2021	20	3,6	3	6,6					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de las gomas de impacto										
	Control de estabilidad de marco de tamiz	26/2/2021	17,4	3,4	3	6,4					
	Control de estabilidad de la estructura										
Control de sistema de contrapeso											
Control de fijación de anclajes											
Lubricación de soporte de apoyo	27/2/2021	17,6	1,4	1,2	2,6						
Hidratación de las banda											
Hidratación de las gomas de impacto											

Equipo	Planificador				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
MARZO	Limpieza de la carcasa y anclajes	1/3/2021	45,4	1,6	1,4	3	91,900	0,011	2,100	0,476	97,77%
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	8/3/2021	165	1,6	1,4	3					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	15/3/2021	165	1,6	1,4	3					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	22/3/2021	165	2,4	2,4	4,8					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor vibratorio	28/3/2021	139,2	2,2	2	4,2					
	Limpieza de tamiz										
	Limpieza de separadores										
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos	29/3/2021	19,8	3	3	6					
	Control de las gomas de impacto										
	Control de estabilidad de marco de tamiz										
	Control de estabilidad de la estructura	30/3/2021	18	3,2	3	6,2					
	Control de sistema de contrapeso										
	Control de fijación de anclajes										
Lubricación de soporte de apoyo											
Hidratación de las banda	31/3/2021	17,8	1,2	1,2	2,4						
Hidratación de las gomas de impacto											

Equipo	Planificador				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
ABRIL	Limpieza de la carcasa y anclajes	5/4/2021	117,6	1,6	1,4	3	85,925	0,012	2,138	0,468	97,57%
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	12/4/2021	165	1,6	1,4	3					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	19/4/2021	165	1,5	1,2	2,7					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	26/4/2021	165,3	2,8	2,4	5,2					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor vibratorio										
	Limpieza de tamiz	27/4/2021	18,8	2,3	2	4,3					
	Limpieza de separadores										
	Control de conexiones eléctricas	28/4/2021	19,7	3	3	6					
	Control de apriete de los pernos										
	Control de las gomas de impacto										
	Control de estabilidad de marco de tamiz										
	Control de estabilidad de la estructura	29/4/2021	18	3	3	6					
	Control de sistema de contrapeso										
	Control de fijación de anclajes										
Lubricación de soporte de apoyo											
Hidratación de las banda	30/4/2021	18	1,3	1,2	2,5						
Hidratación de las gomas de impacto											

Equipo	Planificador				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
MAYO	Limpieza de la carcasa y anclajes	3/5/2021	69,5	1	1,4	2,4	89,188	0,011	1,775	0,563	98,05%
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	10/5/2021	165,6	1	1,4	2,4					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	17/5/2021	165,6	1,2	1,4	2,6					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	24/5/2021	165,4	2,8	2,4	5,2					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor vibratorio										
	Limpieza de tamiz	28/5/2021	90,8	1,8	2	3,8					
	Limpieza de separadores										
	Control de conexiones eléctricas	29/5/2021	20,2	2,8	3	5,8					
	Control de apriete de los pernos										
	Control de las gomas de impacto										
	Control de estabilidad de marco de tamiz										
	Control de estabilidad de la estructura	30/5/2021	18,2	2,8	3	5,8					
	Control de sistema de contrapeso										
	Control de fijación de anclajes										
Lubricación de soporte de apoyo											
Hidratación de las banda	31/5/2021	18,2	0,8	1,2	2						
Hidratación de las gomas de impacto											

Equipo	Planificador				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
JUNIO	Limpieza de la carcasa y anclajes	1/6/2021	22	1,6	1,4	3	85,913	0,012	2,163	0,462	97,54%
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	7/6/2021	141	1,6	1,4	3					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	14/6/2021	165	1,5	1,2	2,7					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	21/6/2021	165,3	2,8	2,4	5,2					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor vibratorio	27/6/2021	138,8	2	2	4					
	Limpieza de tamiz										
	Limpieza de separadores	28/6/2021	20	3,4	3	6,4					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de las gomas de impacto										
	Control de estabilidad de marco de tamiz	29/6/2021	17,6	3,4	3	6,4					
	Control de estabilidad de la estructura										
	Control de sistema de contrapeso										
	Control de fijación de anclajes										
Lubricación de soporte de apoyo	30/6/2021	17,6	1	1,2	2,2						
Hidratación de las banda											
Hidratación de las gomas de impacto											

Equipo	Planificador				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
JULIO	Limpieza de la carcasa y anclajes	5/7/2021	117,8	1,6	1,4	3	88,975	0,011	2,075	0,482	97,72%
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	12/7/2021	165	1,6	1,4	3					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	19/7/2021	165	1,6	1,2	2,8					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	27/7/2021	189,2	2,4	2,4	4,8					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor vibratorio	28/7/2021	19,2	2,2	2	4,2					
	Limpieza de tamiz										
	Limpieza de separadores	29/7/2021	19,8	3	3	6					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de las gomas de impacto										
	Control de estabilidad de marco de tamiz	30/7/2021	18	3,2	3	6,2					
	Control de estabilidad de la estructura										
Control de sistema de contrapeso											
Control de fijación de anclajes											
Lubricación de soporte de apoyo	31/7/2021	17,8	1	1,2	2,2						
Hidratación de las banda											
Hidratación de las gomas de impacto											

Equipo	Planificador				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
AGOSTO	Limpieza de la carcasa y anclajes	2/8/2021	45,8	1,6	1,4	3	88,988	0,011	2,063	0,485	97,73%
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	9/8/2021	165	1,6	1,4	3					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	16/8/2021	165	1,5	1,2	2,7					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	23/8/2021	165,3	2,8	2,4	5,2					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor vibratorio	28/8/2021	114,8	2	2	4					
	Limpieza de tamiz										
	Limpieza de separadores	29/8/2021	20	3	3	6					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de las gomas de impacto										
	Control de estabilidad de marco de tamiz	30/8/2021	18	3	3	6					
	Control de estabilidad de la estructura										
	Control de sistema de contrapeso										
	Control de fijación de anclajes										
Lubricación de soporte de apoyo	31/8/2021	18	1	1,2	2,2						
Hidratación de las banda											
Hidratación de las gomas de impacto											

Equipo	Planificador				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
SEPTIEMBRE	Limpieza de la carcasa y anclajes	6/9/2021	141,8	1,2	1,4	2,6	96,000	0,010	1,886	0,530	98,07%
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	13/9/2021	165,4	1,2	1,4	2,6					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	20/9/2021	165,4	1,2	1,4	2,6					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	26/9/2021	141,4	2	2,4	4,4					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor vibratorio	27/9/2021	19,6	1,8	2	3,8					
	Limpieza de tamiz										
	Limpieza de separadores	28/9/2021	20,2	2,8	3	5,8					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de las gomas de impacto										
	Control de estabilidad de marco de tamiz	29/9/2021	18,2	3	3	6					
	Control de estabilidad de la estructura										
Control de sistema de contrapeso											
Control de fijación de anclajes											
Lubricación de soporte de apoyo	30/9/2021	18	0,8	1,2	2						
Hidratación de las banda											
Hidratación de las gomas de impacto											

Equipo	Planificador				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
OCTUBRE	Limpieza de la carcasa y anclajes	4/10/2021	94	1,6	1,4	3	89,050	0,011	2,025	0,494	97,78%
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	11/10/2021	165	1,6	1,4	3					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	18/10/2021	165	1	1,2	2,2					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	27/10/2021	213,8	2,4	2,4	4,8					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor vibratorio	28/10/2021	19,2	2,2	2	4,2					
	Limpieza de tamiz										
	Limpieza de separadores	29/10/2021	19,8	3,2	3	6,2					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de las gomas de impacto										
	Control de estabilidad de marco de tamiz										
	Control de estabilidad de la estructura	30/10/2021	17,8	3,2	3	6,2					
	Control de sistema de contrapeso										
Control de fijación de anclajes											
Lubricación de soporte de apoyo											
Hidratación de las banda	31/10/2021	17,8	1	1,2	2,2						
Hidratación de las gomas de impacto											

Equipo	Planificador				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
NOVIEMBRE	Limpieza de la carcasa y anclajes	1/11/2021	21,8	1,6	1,4	3	85,925	0,012	2,125	0,471	97,59%
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	8/11/2021	165	1,6	1,4	3					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	15/11/2021	165	1,6	1,4	3					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	22/11/2021	165	2,6	2,4	5					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor vibratorio	27/11/2021	115	2,2	2	4,2					
	Limpieza de tamiz										
	Limpieza de separadores	28/11/2021	19,8	3	3	6					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de las gomas de impacto										
	Control de estabilidad de marco de tamiz										
	Control de estabilidad de la estructura	29/11/2021	18	3,2	3	6,2					
Control de sistema de contrapeso											
Control de fijación de anclajes											
Lubricación de soporte de apoyo											
Hidratación de las banda	30/11/2021	17,8	1,2	1,2	2,4						
Hidratación de las gomas de impacto											

Equipo	Planificador				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
DICIEMBRE	Limpieza de la carcasa y anclajes	6/12/2021	141,6	1,6	1,4	3	85,863	0,012	2,188	0,457	97,52%
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	13/12/2021	165	1,6	1,4	3					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	20/12/2021	165	1,5	1,4	2,9					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	26/12/2021	141,1	2,4	2,4	4,8					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor vibratorio	27/12/2021	19,2	2,2	2	4,2					
	Limpieza de tamiz										
	Limpieza de separadores	28/12/2021	19,8	3,4	3	6,4					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de las gomas de impacto										
	Control de estabilidad de marco de tamiz										
	Control de estabilidad de la estructura	29/12/2021	17,6	3,4	3	6,4					
Control de sistema de contrapeso											
Control de fijación de anclajes											
Lubricación de soporte de apoyo	30/12/2021	17,6	1,4	1,2	2,6						
Hidratación de las banda											
Hidratación de las gomas de impacto											
TOTALES			8260,6	198,40	187,40	385,80	8261	0,0001	198,40	0,005	97,65%
PROMEDIOS			86,954	2,088	1,973	4,061	87,044	11,484	2,093	0,484	97,64%

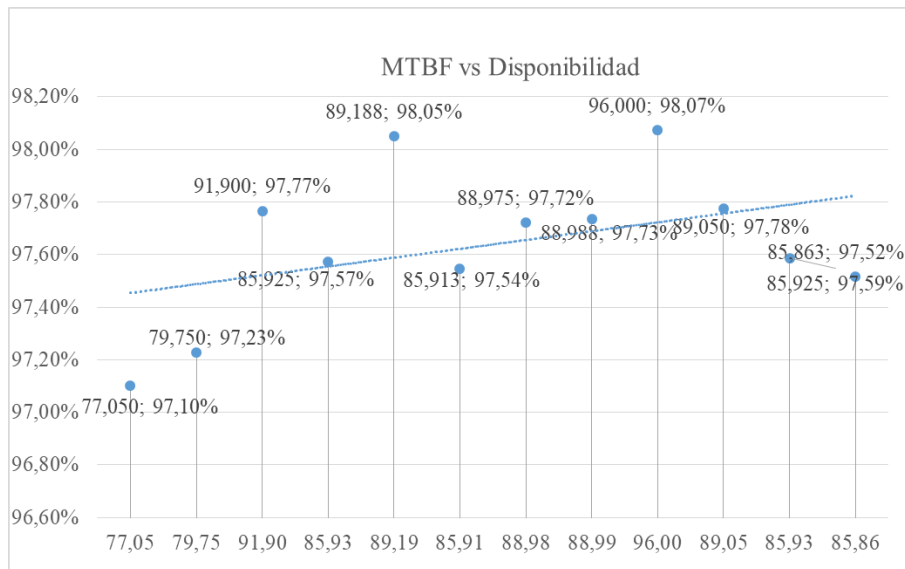


Figura 20.-Tiempo medio entre fallos vs Disponibilidad del planificador

En la presente figura 20 se logra apreciar que existe una disponibilidad máxima de un 98.07% acompañado de un MTBF de 96 horas, de igual manera se observa que la disponibilidad mínima es de 97.10% con un MTBF de 77.05 horas, también se observa que el tiempo medio entre fallos mayor es de 96 horas y un mínimo de 77.05 horas.

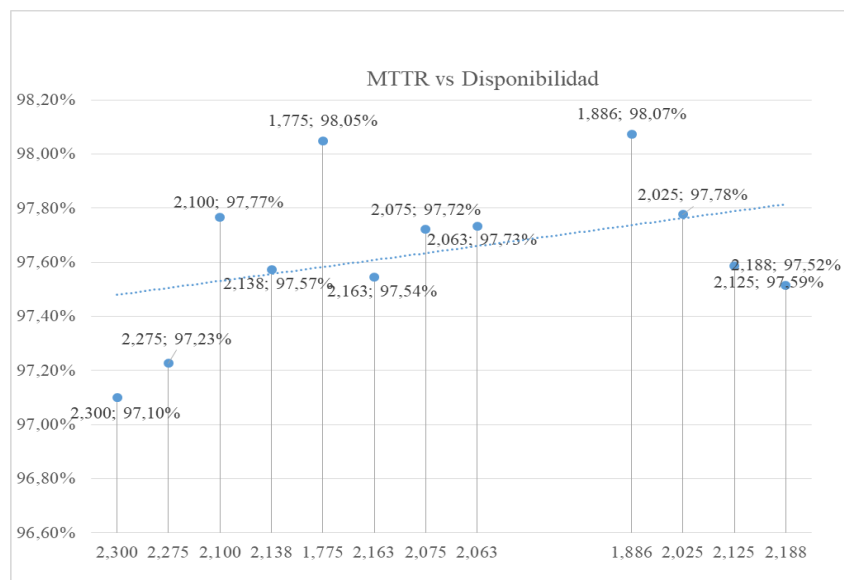


Figura 21.-Tiempo medio en reparación vs Disponibilidad del planificador

En la figura 21 se aprecia que el valor máximo de la disponibilidad es de 98.07%(MTTR=1.88 horas) y un mínimo de 97.1%(MTTR=2.3), seguido de un valor máximo de tiempo de reparación de 1.886 horas (D=98.07) y un mínimo de 2.30 horas (D=97.1%). Descartando la correlación múltiple ya que los datos analizados son dispersos.

Tabla 46.- Matriz AMFE del planificador

MATRIZ AMFE											
Área:		Molienda		Marca:	ALAPALA			Fecha Rea:		Hoja N°	1
Nombre del equipo:		Planificador		Modelo:	DPAK 628			Fecha Rev:		De	1
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallo	Causa raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IDR	
1	Motor eléctrico	Transformar la energía eléctrica en mecánica	Paro de la maquina	Fundición de masa	Incorrecta manipulación	Parada del proceso inesperada	2	10	3	60	Evitar golpear el cuerpo y el eje
			Ausencia de ignición	Atascamiento	Impurezas acumuladas	Arranque detenido	3	9	2	54	Limpiar minuciosamente el equipo
2	Cableado eléctrico	Permitir el flujo de la corriente eléctrica hacia el motor	No enciende el led de verificación	Obstrucción	Mal montaje	Falta de señal eléctrica	2	9	7	126	Limpiar minuciosamente evitando humedad
			Segmentación del cableado	Rotura	Cortocircuito	Intermitencia de la energía	2	9	7	126	Limpiar minuciosamente evitando humedad
3	Tamiz	Clasificar el producto resultante de la molienda según tamaños	Separación del marco	Rotura	Mal montaje	Clasificación inadecuada de granos	2	8	7	112	Verificar en la etapa de montaje
			Perforación de la malla	Rotura	Impurezas acumuladas	Clasificación inadecuada de granos	2	8	6	96	Verificación al realizar los mantenimientos
4	Marco de tamiz	Dar rigidez al tamiz para su correcto funcionamiento	Desprendimiento de la malla	Rotura	Mal montaje	Tamizaje inadecuado	2	8	5	80	Verificar en la etapa de montaje
			Perdida de tensión de la malla	Desalineación	Incorrecta manipulación	Aglomeración de granos	2	8	4	64	Verificación al realizar los mantenimientos
5	Puertas	Proteger la zona de tamizado	Rotura de los soportes	Rotura	Incorrecta manipulación	Exposición de la banda	2	8	4	64	Ajuste adecuado al ensamblar
			Oxidación	Desgaste	Corrosión	Deterioro del protector	3	9	3	81	Recubrir las zonas expuestas

MATRIZ AMFE

Área:		Molienda		Marca:	ALAPALA			Fecha Rea:		Hoja N°	1
Nombre del equipo:		Planificador		Modelo:	DPAK 628			Fecha Rev:		De	1
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallo	Causa raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IDR	
8	Sistema de transmisión	Transferir el movimiento de giro del motor hacia la estructura	Oxidación	Desgaste	Corrosión	Deterioro de la estructura	2	4	6	48	Recubrir las zonas expuestas
			Rechinidos en movimiento	Desgaste	Fricción	Sonidos extraños	2	4	7	56	Mejorar la lubricación
9	Sistema de contrapeso	Mantener el movimiento oscilatorio de la estructura constante	Estructura desnivelada	Desajuste	Incorrecta manipulación	Giro descentrado	1	8	7	56	Verificación del movimiento en la etapa de mantenimiento
			Vibración	Desgaste	Lubricación pobre	Ralentización en los giros	3	6	5	90	Mejorar la lubricación
10	Estructura	Contener los componentes para un correcto funcionamiento del sistema.	Irregularidades en la superficie	Deformación	Incorrecta manipulación	Variación de la forma inicial	2	6	8	96	Enderezamiento de las zonas afectadas
			Oxidación de la superficie	Desgaste	Corrosión	Deterioro de la estructura	2	9	7	126	Recubrir las zonas expuestas
11	Manijas	Abrir o cerrar las puertas de los compartimientos	Desprendimiento de su posición	Desajuste	Incorrecta manipulación	Limitar el uso de la puerta	2	7	9	126	Reajustes necesarios en las etapas de mantenimiento
			Oxidación	Desgaste	Corrosión	Deterioro de la estructura	3	8	4	96	Recubrir las zonas expuestas

Determinación de la fiabilidad del planificador en función del modelo matemático de Weibull de dos parámetros.

Tabla 47.- Datos estadísticos del mantenimiento anual del planificador

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)
1	1	24,000	3,178
2	1	165,000	5,106
3	1	164,600	5,104
4	1	164,600	5,104
5	1	42,800	3,757
6	1	19,800	2,986
7	1	17,800	2,879
8	1	17,800	2,879
9	1	45,400	3,816
10	1	165,000	5,106
11	1	165,000	5,106
12	1	165,000	5,106
13	1	42,600	3,752
14	1	20,000	2,996
15	1	17,400	2,856
16	1	17,600	2,868
17	1	45,400	3,816
18	1	165,000	5,106
19	1	165,000	5,106
20	1	165,000	5,106
21	1	139,200	4,936
22	1	19,800	2,986
23	1	18,000	2,890
24	1	17,800	2,879
25	1	117,600	4,767
26	1	165,000	5,106
27	1	165,000	5,106
28	1	165,300	5,108
29	1	18,800	2,934
30	1	19,700	2,981
31	1	18,000	2,890
32	1	18,000	2,890
33	1	69,500	4,241
34	1	165,600	5,110
35	1	165,600	5,110
36	1	165,400	5,108
37	1	90,800	4,509
38	1	20,200	3,006
39	1	18,200	2,901
40	1	18,200	2,901

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)
41	1	22,000	3,091
42	1	141,000	4,949
43	1	165,000	5,106
44	1	165,300	5,108
45	1	138,800	4,933
46	1	20,000	2,996
47	1	17,600	2,868
48	1	17,600	2,868
49	1	117,800	4,769
50	1	165,000	5,106
51	1	165,000	5,106
52	1	189,200	5,243
53	1	19,200	2,955
54	1	19,800	2,986
55	1	18,000	2,890
56	1	17,800	2,879
57	1	45,800	3,824
58	1	165,000	5,106
59	1	165,000	5,106
60	1	165,300	5,108
61	1	114,800	4,743
62	1	20,000	2,996
63	1	18,000	2,890
64	1	18,000	2,890
65	1	141,800	4,954
66	1	165,400	5,108
67	1	165,400	5,108
68	1	141,400	4,952
69	1	19,600	2,976
70	1	20,200	3,006
71	1	18,200	2,901
72	1	18,000	2,890
73	1	94,000	4,543
74	1	165,000	5,106
75	1	165,000	5,106
76	1	213,800	5,365
77	1	19,200	2,955
78	1	19,800	2,986
79	1	17,800	2,879
80	1	17,800	2,879
81	1	21,800	3,082
82	1	165,000	5,106

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)
83	1	165,000	5,106
84	1	165,000	5,106
85	1	115,000	4,745
86	1	19,800	2,986
87	1	18,000	2,890
88	1	17,800	2,879
89	1	141,600	4,953
90	1	165,000	5,106
91	1	165,000	5,106
92	1	141,100	4,949
93	1	19,200	2,955
94	1	19,800	2,986
95	1	17,600	2,868
96	1	17,600	2,868
	96		288,501

Tenemos que para el molino de planificador $\bar{x}=3.0052$

Tabla 48.-Datos calculados del planificador

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{x}) ²
1	1	24.000	3.178	0.030
2	1	165.000	5.106	4.413
3	1	164.600	5.104	4.403
4	1	164.600	5.104	4.403
5	1	42.800	3.757	0.564
6	1	19.800	2.986	0.000
7	1	17.800	2.879	0.016
8	1	17.800	2.879	0.016
9	1	45.400	3.816	0.657
10	1	165.000	5.106	4.413
11	1	165.000	5.106	4.413
12	1	165.000	5.106	4.413
13	1	42.600	3.752	0.557
14	1	20.000	2.996	0.000
15	1	17.400	2.856	0.022
16	1	17.600	2.868	0.019
17	1	45.400	3.816	0.657
18	1	165.000	5.106	4.413
19	1	165.000	5.106	4.413
20	1	165.000	5.106	4.413
21	1	139.200	4.936	3.728
22	1	19.800	2.986	0.000
23	1	18.000	2.890	0.013
24	1	17.800	2.879	0.016

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)-\bar{x})²
25	1	117.600	4.767	3.105
26	1	165.000	5.106	4.413
27	1	165.000	5.106	4.413
28	1	165.300	5.108	4.421
29	1	18.800	2.934	0.005
30	1	19.700	2.981	0.001
31	1	18.000	2.890	0.013
32	1	18.000	2.890	0.013
33	1	69.500	4.241	1.528
34	1	165.600	5.110	4.428
35	1	165.600	5.110	4.428
36	1	165.400	5.108	4.423
37	1	90.800	4.509	2.260
38	1	20.200	3.006	0.000
39	1	18.200	2.901	0.011
40	1	18.200	2.901	0.011
41	1	22.000	3.091	0.007
42	1	141.000	4.949	3.777
43	1	165.000	5.106	4.413
44	1	165.300	5.108	4.421
45	1	138.800	4.933	3.716
46	1	20.000	2.996	0.000
47	1	17.600	2.868	0.019
48	1	17.600	2.868	0.019
49	1	117.800	4.769	3.111
50	1	165.000	5.106	4.413
51	1	165.000	5.106	4.413
52	1	189.200	5.243	5.007
53	1	19.200	2.955	0.003
54	1	19.800	2.986	0.000
55	1	18.000	2.890	0.013
56	1	17.800	2.879	0.016
57	1	45.800	3.824	0.671
58	1	165.000	5.106	4.413
59	1	165.000	5.106	4.413
60	1	165.300	5.108	4.421
61	1	114.800	4.743	3.021
62	1	20.000	2.996	0.000
63	1	18.000	2.890	0.013
64	1	18.000	2.890	0.013
65	1	141.800	4.954	3.799

Nº Actividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{X}) ²
66	1	165.400	5.108	4.423
67	1	165.400	5.108	4.423
68	1	141.400	4.952	3.788
69	1	19.600	2.976	0.001
70	1	20.200	3.006	0.000
71	1	18.200	2.901	0.011
72	1	18.000	2.890	0.013
73	1	94.000	4.543	2.366
74	1	165.000	5.106	4.413
75	1	165.000	5.106	4.413
76	1	213.800	5.365	5.569
77	1	19.200	2.955	0.003
78	1	19.800	2.986	0.000
79	1	17.800	2.879	0.016
80	1	17.800	2.879	0.016
81	1	21.800	3.082	0.006
82	1	165.000	5.106	4.413
83	1	165.000	5.106	4.413
84	1	165.000	5.106	4.413
85	1	115.000	4.745	3.027
86	1	19.800	2.986	0.000
87	1	18.000	2.890	0.013
88	1	17.800	2.879	0.016
89	1	141.600	4.953	3.794
90	1	165.000	5.106	4.413
91	1	165.000	5.106	4.413
92	1	141.100	4.949	3.780
93	1	19.200	2.955	0.003
94	1	19.800	2.986	0.000
95	1	17.600	2.868	0.019
96	1	17.600	2.868	0.019
	96		288.501	146.238

Tabla 49.- Parámetros iniciales del planificador.

PARÁMETROS OBTENIDOS	
MEDIA \bar{x}	3.0052
VARIANZA S^2	225.11148
DESVIACIÓN S	15.004
BETA β	0,5129
ALPHA α	62.2136
GAMA γ	0

Tabla 50.- Tabla del cálculo de fiabilidad e in fiabilidad del planificador

Nº fallas	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)	R(t)	R(t)%	f(t)	f(t)%
1	17,400	0,007	0,73%	0,8747	87,47%	0,1253	12,53%
2	17,600	0,018	1,76%	0,8734	87,34%	0,1266	12,66%
3	17,600	0,028	2,80%	0,8734	87,34%	0,1266	12,66%
4	17,600	0,038	3,84%	0,8734	87,34%	0,1266	12,66%
5	17,600	0,049	4,88%	0,8734	87,34%	0,1266	12,66%
6	17,600	0,059	5,91%	0,8734	87,34%	0,1266	12,66%
7	17,800	0,070	6,95%	0,8720	87,20%	0,1280	12,80%
8	17,800	0,080	7,99%	0,8720	87,20%	0,1280	12,80%
9	17,800	0,090	9,02%	0,8720	87,20%	0,1280	12,80%
10	17,800	0,101	10,06%	0,8720	87,20%	0,1280	12,80%
11	17,800	0,111	11,10%	0,8720	87,20%	0,1280	12,80%
12	17,800	0,121	12,14%	0,8720	87,20%	0,1280	12,80%
13	17,800	0,132	13,17%	0,8720	87,20%	0,1280	12,80%
14	18,000	0,142	14,21%	0,8706	87,06%	0,1294	12,94%
15	18,000	0,152	15,25%	0,8706	87,06%	0,1294	12,94%
16	18,000	0,163	16,29%	0,8706	87,06%	0,1294	12,94%
17	18,000	0,173	17,32%	0,8706	87,06%	0,1294	12,94%
18	18,000	0,184	18,36%	0,8706	87,06%	0,1294	12,94%
19	18,000	0,194	19,40%	0,8706	87,06%	0,1294	12,94%
20	18,000	0,204	20,44%	0,8706	87,06%	0,1294	12,94%
21	18,000	0,215	21,47%	0,8706	87,06%	0,1294	12,94%
22	18,200	0,225	22,51%	0,8693	86,93%	0,1307	13,07%
23	18,200	0,235	23,55%	0,8693	86,93%	0,1307	13,07%
24	18,200	0,246	24,59%	0,8693	86,93%	0,1307	13,07%
25	18,800	0,256	25,62%	0,8652	86,52%	0,1348	13,48%
26	19,200	0,267	26,66%	0,8625	86,25%	0,1375	13,75%
27	19,200	0,277	27,70%	0,8625	86,25%	0,1375	13,75%
28	19,200	0,287	28,73%	0,8625	86,25%	0,1375	13,75%
29	19,600	0,298	29,77%	0,8598	85,98%	0,1402	14,02%
30	19,700	0,308	30,81%	0,8591	85,91%	0,1409	14,09%
31	19,800	0,318	31,85%	0,8584	85,84%	0,1416	14,16%
32	19,800	0,329	32,88%	0,8584	85,84%	0,1416	14,16%
33	19,800	0,339	33,92%	0,8584	85,84%	0,1416	14,16%
34	19,800	0,350	34,96%	0,8584	85,84%	0,1416	14,16%
35	19,800	0,360	36,00%	0,8584	85,84%	0,1416	14,16%
36	19,800	0,370	37,03%	0,8584	85,84%	0,1416	14,16%
37	20,000	0,381	38,07%	0,8571	85,71%	0,1429	14,29%
38	20,000	0,391	39,11%	0,8571	85,71%	0,1429	14,29%
39	20,000	0,401	40,15%	0,8571	85,71%	0,1429	14,29%
40	20,200	0,412	41,18%	0,8557	85,57%	0,1443	14,43%
41	20,200	0,422	42,22%	0,8557	85,57%	0,1443	14,43%
42	21,800	0,433	43,26%	0,8450	84,50%	0,1550	15,50%
43	22,000	0,443	44,29%	0,8437	84,37%	0,1563	15,63%
44	24,000	0,453	45,33%	0,8305	83,05%	0,1695	16,95%
45	42,600	0,464	46,37%	0,7164	71,64%	0,2836	28,36%
46	42,800	0,474	47,41%	0,7152	71,52%	0,2848	28,48%
47	45,400	0,484	48,44%	0,7005	70,05%	0,2995	29,95%

Nº fallas	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)	R(t)	R(t)%	f(t)	f(t)%
48	45,400	0,495	49,48%	0,7005	70,05%	0,2995	29,95%
49	45,800	0,505	50,52%	0,6983	69,83%	0,3017	30,17%
50	69,500	0,516	51,56%	0,5772	57,72%	0,4228	42,28%
51	90,800	0,526	52,59%	0,4859	48,59%	0,5141	51,41%
52	94,000	0,536	53,63%	0,4734	47,34%	0,5266	52,66%
53	114,800	0,547	54,67%	0,3998	39,98%	0,6002	60,02%
54	115,000	0,557	55,71%	0,3991	39,91%	0,6009	60,09%
55	117,600	0,567	56,74%	0,3908	39,08%	0,6092	60,92%
56	117,800	0,578	57,78%	0,3901	39,01%	0,6099	60,99%
57	138,800	0,588	58,82%	0,3287	32,87%	0,6713	67,13%
58	139,200	0,599	59,85%	0,3276	32,76%	0,6724	67,24%
59	141,000	0,609	60,89%	0,3228	32,28%	0,6772	67,72%
60	141,100	0,619	61,93%	0,3225	32,25%	0,6775	67,75%
61	141,400	0,630	62,97%	0,3217	32,17%	0,6783	67,83%
62	141,600	0,640	64,00%	0,3212	32,12%	0,6788	67,88%
63	141,800	0,650	65,04%	0,3207	32,07%	0,6793	67,93%
64	164,600	0,661	66,08%	0,2661	26,61%	0,7339	73,39%
65	164,600	0,671	67,12%	0,2661	26,61%	0,7339	73,39%
66	165,000	0,682	68,15%	0,2652	26,52%	0,7348	73,48%
67	165,000	0,692	69,19%	0,2652	26,52%	0,7348	73,48%
68	165,000	0,702	70,23%	0,2652	26,52%	0,7348	73,48%
69	165,000	0,713	71,27%	0,2652	26,52%	0,7348	73,48%
70	165,000	0,723	72,30%	0,2652	26,52%	0,7348	73,48%
71	165,000	0,733	73,34%	0,2652	26,52%	0,7348	73,48%
72	165,000	0,744	74,38%	0,2652	26,52%	0,7348	73,48%
73	165,000	0,754	75,41%	0,2652	26,52%	0,7348	73,48%
74	165,000	0,765	76,45%	0,2652	26,52%	0,7348	73,48%
75	165,000	0,775	77,49%	0,2652	26,52%	0,7348	73,48%
76	165,000	0,785	78,53%	0,2652	26,52%	0,7348	73,48%
77	165,000	0,796	79,56%	0,2652	26,52%	0,7348	73,48%
78	165,000	0,806	80,60%	0,2652	26,52%	0,7348	73,48%
79	165,000	0,816	81,64%	0,2652	26,52%	0,7348	73,48%
80	165,000	0,827	82,68%	0,2652	26,52%	0,7348	73,48%
81	165,000	0,837	83,71%	0,2652	26,52%	0,7348	73,48%
82	165,000	0,848	84,75%	0,2652	26,52%	0,7348	73,48%
83	165,000	0,858	85,79%	0,2652	26,52%	0,7348	73,48%
84	165,000	0,868	86,83%	0,2652	26,52%	0,7348	73,48%
85	165,000	0,879	87,86%	0,2652	26,52%	0,7348	73,48%
86	165,000	0,889	88,90%	0,2652	26,52%	0,7348	73,48%
87	165,300	0,899	89,94%	0,2645	26,45%	0,7355	73,55%
88	165,300	0,910	90,98%	0,2645	26,45%	0,7355	73,55%
89	165,300	0,920	92,01%	0,2645	26,45%	0,7355	73,55%
90	165,400	0,930	93,05%	0,2643	26,43%	0,7357	73,57%
91	165,400	0,941	94,09%	0,2643	26,43%	0,7357	73,57%
92	165,400	0,951	95,12%	0,2643	26,43%	0,7357	73,57%
93	165,600	0,962	96,16%	0,2639	26,39%	0,7361	73,61%
94	165,600	0,972	97,20%	0,2639	26,39%	0,7361	73,61%
95	189,200	0,982	98,24%	0,2174	21,74%	0,7826	78,26%
96	213,800	0,993	99,27%	0,1775	17,75%	0,8225	82,25%

Modelo gráfico de Weibull para el planificador

$$F(i) = \frac{i-0.3}{n+0.4}$$

$$F(i) = \frac{1-0.3}{96+0.4}$$

$$F(i) = 0.0073 \quad F(\%) = 0.73\%$$

Tabla 51.- Tabla del cálculo de falla acumulativa del planificador.

Nº fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)
1	17,400	0,007	0,73%
2	17,600	0,018	1,76%
3	17,600	0,028	2,80%
4	17,600	0,038	3,84%
5	17,600	0,049	4,88%
6	17,600	0,059	5,91%
7	17,800	0,070	6,95%
8	17,800	0,080	7,99%
9	17,800	0,090	9,02%
10	17,800	0,101	10,06%
11	17,800	0,111	11,10%
12	17,800	0,121	12,14%
13	17,800	0,132	13,17%
14	18,000	0,142	14,21%
15	18,000	0,152	15,25%
16	18,000	0,163	16,29%
17	18,000	0,173	17,32%
18	18,000	0,184	18,36%
19	18,000	0,194	19,40%
20	18,000	0,204	20,44%
21	18,000	0,215	21,47%
22	18,200	0,225	22,51%
23	18,200	0,235	23,55%
24	18,200	0,246	24,59%
25	18,800	0,256	25,62%
26	19,200	0,267	26,66%
27	19,200	0,277	27,70%
28	19,200	0,287	28,73%
29	19,600	0,298	29,77%
30	19,700	0,308	30,81%

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)
31	19,800	0,318	31,85%
32	19,800	0,329	32,88%
33	19,800	0,339	33,92%
34	19,800	0,350	34,96%
35	19,800	0,360	36,00%
36	19,800	0,370	37,03%
37	20,000	0,381	38,07%
38	20,000	0,391	39,11%
39	20,000	0,401	40,15%
40	20,200	0,412	41,18%
41	20,200	0,422	42,22%
42	21,800	0,433	43,26%
43	22,000	0,443	44,29%
44	24,000	0,453	45,33%
45	42,600	0,464	46,37%
46	42,800	0,474	47,41%
47	45,400	0,484	48,44%
48	45,400	0,495	49,48%
49	45,800	0,505	50,52%
50	69,500	0,516	51,56%
51	90,800	0,526	52,59%
52	94,000	0,536	53,63%
53	114,800	0,547	54,67%
54	115,000	0,557	55,71%
55	117,600	0,567	56,74%
56	117,800	0,578	57,78%
57	138,800	0,588	58,82%
58	139,200	0,599	59,85%
59	141,000	0,609	60,89%
60	141,100	0,619	61,93%
61	141,400	0,630	62,97%
62	141,600	0,640	64,00%
63	141,800	0,650	65,04%
64	164,600	0,661	66,08%
65	164,600	0,671	67,12%
66	165,000	0,682	68,15%
67	165,000	0,692	69,19%
68	165,000	0,702	70,23%
69	165,000	0,713	71,27%
70	165,000	0,723	72,30%

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)
71	165,000	0,733	73,34%
72	165,000	0,744	74,38%
73	165,000	0,754	75,41%
74	165,000	0,765	76,45%
75	165,000	0,775	77,49%
76	165,000	0,785	78,53%
77	165,000	0,796	79,56%
78	165,000	0,806	80,60%
79	165,000	0,816	81,64%
80	165,000	0,827	82,68%
81	165,000	0,837	83,71%
82	165,000	0,848	84,75%
83	165,000	0,858	85,79%
84	165,000	0,868	86,83%
85	165,000	0,879	87,86%
86	165,000	0,889	88,90%
87	165,300	0,899	89,94%
88	165,300	0,910	90,98%
89	165,300	0,920	92,01%
90	165,400	0,930	93,05%
91	165,400	0,941	94,09%
92	165,400	0,951	95,12%
93	165,600	0,962	96,16%
94	165,600	0,972	97,20%
95	189,200	0,982	98,24%
96	213,800	0,993	99,27%

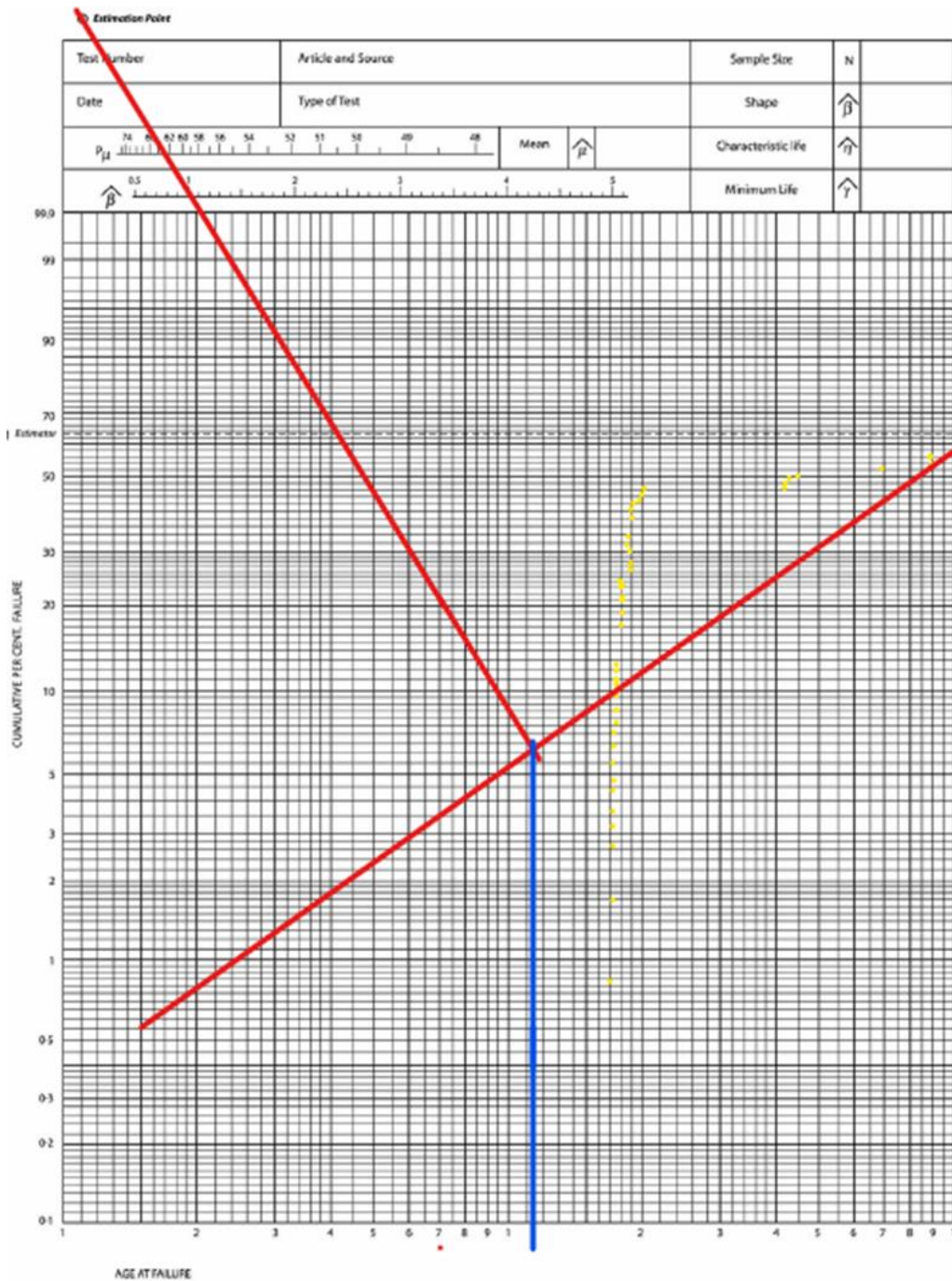


Figura 22.- Papel de Weibull del planificador

En la figura 22 se observa la presencia de datos dispersos, los cuales ayudan a obtener la línea media entre los mismos y mediante la unión del punto de referencia con una línea perpendicular trazada, se obtiene que el valor del parámetro de forma es 125 y el parámetro calculado es 1,02.

Tabla 52.- Parámetros de fallas del planificador

P_{μ}	63
η	125
β	1,02

Tabla 53.- Fiabilidad de Weibull del planificador

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)	R(t)	R(t)%
1	17,400	0,007	0,73%	0,8747	87,47%
2	17,600	0,018	1,76%	0,8734	87,34%
3	17,600	0,028	2,80%	0,8734	87,34%
4	17,600	0,038	3,84%	0,8734	87,34%
5	17,600	0,049	4,88%	0,8734	87,34%
6	17,600	0,059	5,91%	0,8734	87,34%
7	17,800	0,070	6,95%	0,8720	87,20%
8	17,800	0,080	7,99%	0,8720	87,20%
9	17,800	0,090	9,02%	0,8720	87,20%
10	17,800	0,101	10,06%	0,8720	87,20%
11	17,800	0,111	11,10%	0,8720	87,20%
12	17,800	0,121	12,14%	0,8720	87,20%
13	17,800	0,132	13,17%	0,8720	87,20%
14	18,000	0,142	14,21%	0,8706	87,06%
15	18,000	0,152	15,25%	0,8706	87,06%
16	18,000	0,163	16,29%	0,8706	87,06%
17	18,000	0,173	17,32%	0,8706	87,06%
18	18,000	0,184	18,36%	0,8706	87,06%
19	18,000	0,194	19,40%	0,8706	87,06%
20	18,000	0,204	20,44%	0,8706	87,06%
21	18,000	0,215	21,47%	0,8706	87,06%
22	18,200	0,225	22,51%	0,8693	86,93%
23	18,200	0,235	23,55%	0,8693	86,93%
24	18,200	0,246	24,59%	0,8693	86,93%
25	18,800	0,256	25,62%	0,8652	86,52%
26	19,200	0,267	26,66%	0,8625	86,25%
27	19,200	0,277	27,70%	0,8625	86,25%
28	19,200	0,287	28,73%	0,8625	86,25%
29	19,600	0,298	29,77%	0,8598	85,98%
30	19,700	0,308	30,81%	0,8591	85,91%
31	19,800	0,318	31,85%	0,8584	85,84%
32	19,800	0,329	32,88%	0,8584	85,84%
33	19,800	0,339	33,92%	0,8584	85,84%
34	19,800	0,350	34,96%	0,8584	85,84%
35	19,800	0,360	36,00%	0,8584	85,84%
36	19,800	0,370	37,03%	0,8584	85,84%
37	20,000	0,381	38,07%	0,8571	85,71%
38	20,000	0,391	39,11%	0,8571	85,71%
39	20,000	0,401	40,15%	0,8571	85,71%

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)	R(t)	R(t)%
40	20,200	0,412	41,18%	0,8557	85,57%
41	20,200	0,422	42,22%	0,8557	85,57%
42	21,800	0,433	43,26%	0,8450	84,50%
43	22,000	0,443	44,29%	0,8437	84,37%
44	24,000	0,453	45,33%	0,8305	83,05%
45	42,600	0,464	46,37%	0,7164	71,64%
46	42,800	0,474	47,41%	0,7152	71,52%
47	45,400	0,484	48,44%	0,7005	70,05%
48	45,400	0,495	49,48%	0,7005	70,05%
49	45,800	0,505	50,52%	0,6983	69,83%
50	69,500	0,516	51,56%	0,5772	57,72%
51	90,800	0,526	52,59%	0,4859	48,59%
52	94,000	0,536	53,63%	0,4734	47,34%
53	114,800	0,547	54,67%	0,3998	39,98%
54	115,000	0,557	55,71%	0,3991	39,91%
55	117,600	0,567	56,74%	0,3908	39,08%
56	117,800	0,578	57,78%	0,3901	39,01%
57	138,800	0,588	58,82%	0,3287	32,87%
58	139,200	0,599	59,85%	0,3276	32,76%
59	141,000	0,609	60,89%	0,3228	32,28%
60	141,100	0,619	61,93%	0,3225	32,25%
61	141,400	0,630	62,97%	0,3217	32,17%
62	141,600	0,640	64,00%	0,3212	32,12%
63	141,800	0,650	65,04%	0,3207	32,07%
64	164,600	0,661	66,08%	0,2661	26,61%
65	164,600	0,671	67,12%	0,2661	26,61%
66	165,000	0,682	68,15%	0,2652	26,52%
67	165,000	0,692	69,19%	0,2652	26,52%
68	165,000	0,702	70,23%	0,2652	26,52%
69	165,000	0,713	71,27%	0,2652	26,52%
70	165,000	0,723	72,30%	0,2652	26,52%
71	165,000	0,733	73,34%	0,2652	26,52%
72	165,000	0,744	74,38%	0,2652	26,52%
73	165,000	0,754	75,41%	0,2652	26,52%
74	165,000	0,765	76,45%	0,2652	26,52%
75	165,000	0,775	77,49%	0,2652	26,52%
76	165,000	0,785	78,53%	0,2652	26,52%
77	165,000	0,796	79,56%	0,2652	26,52%
78	165,000	0,806	80,60%	0,2652	26,52%
79	165,000	0,816	81,64%	0,2652	26,52%
80	165,000	0,827	82,68%	0,2652	26,52%

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)	R(t)	R(t)%
81	165,000	0,837	83,71%	0,2652	26,52%
82	165,000	0,848	84,75%	0,2652	26,52%
83	165,000	0,858	85,79%	0,2652	26,52%
84	165,000	0,868	86,83%	0,2652	26,52%
85	165,000	0,879	87,86%	0,2652	26,52%
86	165,000	0,889	88,90%	0,2652	26,52%
87	165,300	0,899	89,94%	0,2645	26,45%
88	165,300	0,910	90,98%	0,2645	26,45%
89	165,300	0,920	92,01%	0,2645	26,45%
90	165,400	0,930	93,05%	0,2643	26,43%
91	165,400	0,941	94,09%	0,2643	26,43%
92	165,400	0,951	95,12%	0,2643	26,43%
93	165,600	0,962	96,16%	0,2639	26,39%
94	165,600	0,972	97,20%	0,2639	26,39%
95	189,200	0,982	98,24%	0,2174	21,74%
96	213,800	0,993	99,27%	0,1775	17,75%

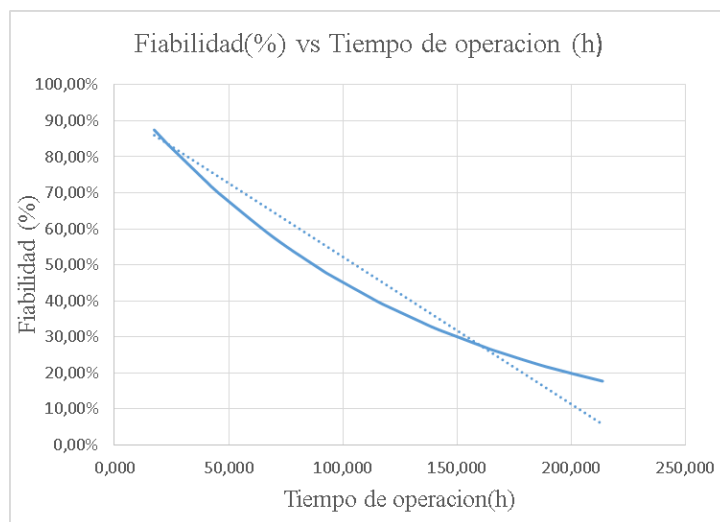


Figura 23.- Fiabilidad vs tiempo de operación del planificador

En la figura 23 se observa una trayectoria logarítmica ya que los datos se encuentran correlacionados generando una línea con tendencia decreciente, también se aprecia que existe una alta fiabilidad del planificador con relación a los tiempos de operación y posterior a su puesta en marcha esta decrece en función de su uso y posibles fallas que presenta en el desarrollo de sus funciones.

Gamas de mantenimiento

Tabla 54.- Frecuencia de mantenimiento del planificador del mes de Enero.

Mes		ENERO																																			
Máquina	Control de planificador	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES					
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					
Preventivo	Limpieza de la carcasa y anclajes		■							■							■							■						■							
	Limpieza zona del equipo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
	Limpieza del cableado eléctrico		■								■							■							■						■						
	Limpieza del interruptor de corriente		■								■							■							■						■						
	Limpieza del área del motor vibratorio		■								■							■							■						■						
	Limpieza de tamiz		■								■							■							■						■						
	Limpieza de separadores		■								■							■							■						■						
	Control de conexiones eléctricas																																				
	Control de apriete de los pernos																																				
	Control de las gomas de impacto																																				
	Control de estabilidad de marco de tamiz																																				
	Control de estabilidad de la estructura																																				
	Control de sistema de contrapeso																																				
	Control de fijación de anclajes																																				
	Lubricación de soporte de apoyo																																				
	Hidratación de las banda																																				
	Hidratación de las gomas de impacto																																				

Tabla 55.- Frecuencia de mantenimiento del planificador del mes de Febrero.

Mes		FEBRERO																													
Máquina	Control de planificador	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y anclajes																														
	Limpieza zona del equipo																														
	Limpieza del cableado eléctrico																														
	Limpieza del interruptor de corriente																														
	Limpieza del área del motor vibratorio																														
	Limpieza de tamiz																														
	Limpieza de separadores																														
	Control de conexiones eléctricas																														
	Control de apriete de los pernos																														
	Control de las gomas de impacto																														
	Control de estabilidad de marco de tamiz																														
	Control de estabilidad de la estructura																														
	Control de sistema de contrapeso																														
	Control de fijación de anclajes																														
	Lubricación de soporte de apoyo																														
	Hidratación de las banda																														
	Hidratación de las gomas de impacto																														

Tabla 56.- Frecuencia de mantenimiento del planificador del mes de Marzo.

Mes		MARZO																																
Máquina	Control de planificador	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y anclajes																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor vibratorio																																	
	Limpieza de tamiz																																	
	Limpieza de separadores																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de apriete de los pernos																																	
	Control de las gomas de impacto																																	
	Control de estabilidad de marco de tamiz																																	
	Control de estabilidad de la estructura																																	
	Control de sistema de contrapeso																																	
	Control de fijación de anclajes																																	
	Lubricación de soporte de apoyo																																	
	Hidratación de las banda																																	
Hidratación de las gomas de impacto																																		

Tabla 57.- Frecuencia de mantenimiento del planificador del mes de Abril.

Mes		ABRIL																															
Máquina	Control de planificador	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y anclajes																																
	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor vibratorio																																
	Limpieza de tamiz																																
	Limpieza de separadores																																
	Control de conexiones eléctricas																																
	Control de apriete de los pernos																																
	Control de las gomas de impacto																																
	Control de estabilidad de marco de tamiz																																
	Control de estabilidad de la estructura																																
	Control de sistema de contrapeso																																
	Control de fijación de anclajes																																
	Lubricación de soporte de apoyo																																
	Hidratación de las banda																																
Hidratación de las gomas de impacto																																	

Tabla 58.- Frecuencia de mantenimiento del planificador del mes de Mayo.

Mes		MAYO																																
Máquina	Control de planificador	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y anclajes																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor vibratorio																																	
	Limpieza de tamiz																																	
	Limpieza de separadores																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de apriete de los pernos																																	
	Control de las gomas de impacto																																	
	Control de estabilidad de marco de tamiz																																	
	Control de estabilidad de la estructura																																	
	Control de sistema de contrapeso																																	
	Control de fijación de anclajes																																	
	Lubricación de soporte de apoyo																																	
	Hidratación de las banda																																	
	Hidratación de las gomas de impacto																																	

Tabla 59.- Frecuencia de mantenimiento del planificador del mes de Junio.

Mes		JUNIO																															
Máquina	Control de planificador	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y anclajes																																
	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor vibratorio																																
	Limpieza de tamiz																																
	Limpieza de separadores																																
	Control de conexiones eléctricas																																
	Control de apriete de los pernos																																
	Control de las gomas de impacto																																
	Control de estabilidad de marco de tamiz																																
	Control de estabilidad de la estructura																																
	Control de sistema de contrapeso																																
	Control de fijación de anclajes																																
	Lubricación de soporte de apoyo																																
	Hidratación de las banda																																
	Hidratación de las gomas de impacto																																

Tabla 60.- Frecuencia de mantenimiento del planificador del mes de Julio.

Mes		JULIO																															
Máquina	Control de planificador	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Preventivo	Limpieza de la carcasa y anclajes																																
	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor vibratorio																																
	Limpieza de tamiz																																
	Limpieza de separadores																																
	Control de conexiones eléctricas																																
	Control de apriete de los pernos																																
	Control de las gomas de impacto																																
	Control de estabilidad de marco de tamiz																																
	Control de estabilidad de la estructura																																
	Control de sistema de contrapeso																																
	Control de fijación de anclajes																																
	Lubricación de soporte de apoyo																																
	Hidratación de las banda																																
	Hidratación de las gomas de impacto																																

Tabla 61.- Frecuencia de mantenimiento del planificador del mes de Agosto.

Mes		AGOSTO																																
Máquina	Control de planificador	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y anclajes																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor vibratorio																																	
	Limpieza de tamiz																																	
	Limpieza de separadores																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de apriete de los pernos																																	
	Control de las gomas de impacto																																	
	Control de estabilidad de marco de tamiz																																	
	Control de estabilidad de la estructura																																	
	Control de sistema de contrapeso																																	
	Control de fijación de anclajes																																	
	Lubricación de soporte de apoyo																																	
	Hidratación de las banda																																	
Hidratación de las gomas de impacto																																		

Tabla 62.- Frecuencia de mantenimiento del planificador del mes de Septiembre.

Mes		SEPTIEMBRE																																
Máquina	Control de planificador	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO			
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
Preventivo	Limpieza de la carcasa y anclajes																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor vibratorio																																	
	Limpieza de tamiz																																	
	Limpieza de separadores																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de apriete de los pernos																																	
	Control de las gomas de impacto																																	
	Control de estabilidad de marco de tamiz																																	
	Control de estabilidad de la estructura																																	
	Control de sistema de contrapeso																																	
	Control de fijación de anclajes																																	
	Lubricación de soporte de apoyo																																	
	Hidratación de las banda																																	
	Hidratación de las gomas de impacto																																	

Tabla 63.- Frecuencia de mantenimiento del planificador del mes de Octubre.

Mes		OCTUBRE																																
Máquina	Control de planificador	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y anclajes																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor vibratorio																																	
	Limpieza de tamiz																																	
	Limpieza de separadores																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de apriete de los pernos																																	
	Control de las gomas de impacto																																	
	Control de estabilidad de marco de tamiz																																	
	Control de estabilidad de la estructura																																	
	Control de sistema de contrapeso																																	
	Control de fijación de anclajes																																	
	Lubricación de soporte de apoyo																																	
	Hidratación de las banda																																	
	Hidratación de las gomas de impacto																																	

Tabla 64.- Frecuencia de mantenimiento del planificador del mes de Noviembre.

Mes		NOVIEMBRE																															
Máquina	Control de planificador	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y anclajes																																
	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor vibratorio																																
	Limpieza de tamiz																																
	Limpieza de separadores																																
	Control de conexiones eléctricas																																
	Control de apriete de los pernos																																
	Control de las gomas de impacto																																
	Control de estabilidad de marco de tamiz																																
	Control de estabilidad de la estructura																																
	Control de sistema de contrapeso																																
	Control de fijación de anclajes																																
	Lubricación de soporte de apoyo																																
	Hidratación de las banda																																
Hidratación de las gomas de impacto																																	

Tabla 65.- Frecuencia de mantenimiento del planificador del mes de Diciembre.

Mes		DICIEMBRE																																
Máquina	Control de planificador	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y anclajes																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor vibratorio																																	
	Limpieza de tamiz																																	
	Limpieza de separadores																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de apriete de los pernos																																	
	Control de las gomas de impacto																																	
	Control de estabilidad de marco de tamiz																																	
	Control de estabilidad de la estructura																																	
	Control de sistema de contrapeso																																	
	Control de fijación de anclajes																																	
	Lubricación de soporte de apoyo																																	
	Hidratación de las banda																																	
Hidratación de las gomas de impacto																																		

3.1.5.3 Control de planificador

Tabla 66.- Ficha técnica del control de planificador

					
MOLINOS MIRAFLORES S.A					
PLANTA SANTA ROSA					
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO					
			ÁREA: MOLIENDA		
FICHA TÉCNICA		Nº: 3			
DATOS GENERALES					
NOMBRE DEL EQUIPO:			CONTROL DE PLANIFICADOR		
CÓDIGO:	MAM-00203				
MARCA:	ALAPALA				
MODELO:	RKES 120/8				
COLOR:	BLANCO				
SERIAL:	201116				
AÑO DE FABRICACIÓN:	2020				
ORIGEN:	TURQUÍA				
FUNCIÓN DE EQUIPO:					
Refinar la harina posterior al proceso de tamizado					
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			DIMENSIONES		
VOLTAJE:	460	voltios	ANCHO:	1271	mm
FRECUENCIA:	60	Hertz	LARGO:	1271	mm
POTENCIA:	1,1	KW	ALTO:	1825	mm
AMPERAJE:	16,6	amperios			
RPM MOTOR:	1000	rpm	MANTENIMIENTO		
TEMPERATURA DE TRABAJO:	18°-21°	centígrados	CADA (X) HORAS DE TRABAJO:	✓	
CAPACIDAD:	5	toneladas	SEMANAL:	-	
PESO:	3800	kg	MENSUAL:	✓	
VOLUMEN:	4,2	m³	SEMESTRAL:	✓	
Nº TAMICES:	8		ANUAL:	✓	
LUBRICACIÓN:	grasa xm2, ep2				

Componentes

Tabla 67.- Componentes del control de planificador

Nº:	Componente	Función
1	Motor eléctrico	Transformar la energía eléctrica en mecánica
2	Cableado eléctrico	Permitir el flujo de la corriente eléctrica hacia el motor
3	Tamiz	Clasificar el producto resultante de la molienda según tamaños
4	Marco de tamiz	Dar rigidez al tamiz para su correcto funcionamiento
5	Gomas de impacto	Mantener un rango de giro controlado de la estructura
6	Sistema de transmisión	Transferir el movimiento de giro del motor hacia la estructura
7	Sistema de contrapeso	Mantener el movimiento oscilatorio de la estructura constante
8	Estructura	Contener los componentes para un correcto funcionamiento del sistema.
9	Anclajes	Fijar la estructura al piso
10	Poleas	Guiar la polea para su correcto giro continuo
11	Bandas	Transferir el movimiento del motor aleje conductor

Componentes sustituibles

Tabla 68.- Componentes sustituibles del control del planificador

Componente sustituible	Características	Cantidad
Pernos de sujeción	Pernos 1 pulgada	78
Cable de alimentación eléctrica	Calibre 10	1
Interruptor eléctrico	Componente plástico	1
Tamiz	Material Polimérico con diferente graduación	28
Marco del tamiz	Componente plástico grado alimenticio	14
Gomas de impacto	Material polimérico	8

Instrucciones de funcionamiento

- Verificar el estado de las conexiones eléctricas
- Verificar el estado de los pernos
- Verificar que no exista fuga de materia prima
- Verificar el tensión de las mallas
- Verificar el correcto acople de los marcos de tamiz junto a la malla

- Autorizar el funcionamiento

Normas de seguridad

- Evitar liberar polvos de harina cerca del equipo
- Prohibir la movilización del personal cerca de la máquina cuando está en funcionamiento
- Evitar abrir las puertas de los compartimentos cuando se encienda el equipo
- Manipular la máquina solo cuando esta se encuentre apagada
- Utilizar EPP siempre que la máquina se encuentre en funcionamiento

Instrucciones de mantenimiento

Las operaciones de limpieza, de mantenimiento y de lubricación se detallan a continuación mediante tablas.

Tabla 69.- Frecuencia de las acciones de limpieza del control del planificador

Acciones de Limpieza	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Limpieza de la carcasa y anclajes		x			
Limpieza zona del equipo		x			
Limpieza del cableado eléctrico			x		
Limpieza del interruptor de corriente			x		
Limpieza del área del motor vibratorio			x		
Limpieza de tamiz			x		
Limpieza de separadores			x		

Tabla 70.- Frecuencia de las acciones de mantenimiento del control del planificador

Acciones de Mantenimiento	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Control de conexiones eléctricas			x		
Control de apriete de los pernos			x		
Control de las gomas de impacto			x		
Control de estabilidad de marco de tamiz			x		
Control de estabilidad de la estructura			x		
Control de sistema de contrapeso			x		
Control de fijación de anclajes			x		

Tabla 71.- Frecuencia de las acciones de lubricación del control del planificador

Acciones de Lubricación	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Lubricación de soporte de apoyo			x		
Hidratación de las banda			x		
Hidratación de las gomas de impacto			x		

Tabla 72.- Estadístico de mantenimiento anual del control del planificador

Equipo	Control de planificador				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
ENERO	Inicio de actividades (Nuevo Año)						78,656	0,013	1,425	0,702	98,22%
	Limpieza de la carcasa y anclajes	4/1/2021	24	1	0,8	1,8					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	11/1/2021	166,2	1	0,8	1,8					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	18/1/2021	166,2	1	0,8	1,8					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	25/1/2021	166,2	2,2	1,75	3,95					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor vibratorio	27/1/2021	44,05	1	0,7	1,7					
	Limpieza de tamiz										
	Limpieza de separadores										
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos	28/1/2021	22,3	2	1,75	3,75					
	Control de las gomas de impacto										
	Control de estabilidad de marco de tamiz										
	Control de estabilidad de la estructura	29/1/2021	20,25	2,2	1,75	3,95					
	Control de sistema de contrapeso										
Control de fijación de anclajes											
Lubricación de soporte de apoyo											
Hidratación de las banda	30/1/2021	20,05	1	0,8	1,8						
Hidratación de las gomas de impacto											

Equipo	Control de planificador				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
FEBRERO	Limpieza de la carcasa y anclajes	1/2/2021	46,2	0,8	0,8	1,6	81,556	0,012	1,300	0,769	98,43%
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	8/2/2021	166,4	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	15/2/2021	166,4	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	22/2/2021	166,4	2	1,75	3,75					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor vibratorio	24/2/2021	44,25	1	0,7	1,7					
	Limpieza de tamiz										
	Limpieza de separadores	25/2/2021	22,3	2	1,75	3,75					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de las gomas de impacto										
	Control de estabilidad de marco de tamiz	26/2/2021	20,25	2	1,75	3,75					
	Control de estabilidad de la estructura										
	Control de sistema de contrapeso										
	Control de fijación de anclajes										
Lubricación de soporte de apoyo	27/2/2021	20,25	1	0,8	1,8						
Hidratación de las banda											
Hidratación de las gomas de impacto											

Equipo	Control de planificador				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
MARZO	Limpieza de la carcasa y anclajes	1/3/2021	46,2	0,8	0,8	1,6	93,525	0,011	1,331	0,751	98,60%
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	8/3/2021	166,4	1	0,8	1,8					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	15/3/2021	166,2	1	0,8	1,8					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	22/3/2021	166,2	2,2	1,75	3,95					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor vibratorio	28/3/2021	140,05	0,7	0,7	1,4					
	Limpieza de tamiz										
	Limpieza de separadores	29/3/2021	22,6	1,75	1,75	3,5					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de las gomas de impacto										
	Control de estabilidad de marco de tamiz	30/3/2021	20,5	2,2	1,75	3,95					
	Control de estabilidad de la estructura										
	Control de sistema de contrapeso										
	Control de fijación de anclajes										
Lubricación de soporte de apoyo	31/3/2021	20,05	1	0,8	1,8						
Hidratación de las banda											
Hidratación de las gomas de impacto											

Equipo	Control de planificador				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
ABRIL	Limpieza de la carcasa y anclajes	5/4/2021	118,2	0,8	0,8	1,6	87,481	0,011	1,375	0,727	98,45%
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	12/4/2021	166,4	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	19/4/2021	166,4	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	26/4/2021	166,4	2,4	1,75	4,15					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor vibratorio	27/4/2021	19,85	1	0,7	1,7					
	Limpieza de tamiz										
	Limpieza de separadores	28/4/2021	22,3	2,2	1,75	3,95					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de las gomas de impacto										
	Control de estabilidad de marco de tamiz	29/4/2021	20,05	2	1,75	3,75					
	Control de estabilidad de la estructura										
	Control de sistema de contrapeso										
	Control de fijación de anclajes										
Lubricación de soporte de apoyo	30/4/2021	20,25	1	0,8	1,8						
Hidratación de las banda											
Hidratación de las gomas de impacto											

Equipo	Control de planificador				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
MAYO	Limpieza de la carcasa y anclajes	3/5/2021	70,2	1	0,8	1,8	90,469	0,011	1,388	0,721	98,49%
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	10/5/2021	166,2	1	0,8	1,8					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	17/5/2021	166,2	1	0,8	1,8					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	24/5/2021	166,2	2,2	1,75	3,95					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor vibratorio	28/5/2021	92,05	0,7	0,7	1,4					
	Limpieza de tamiz										
	Limpieza de separadores	29/5/2021	22,6	2	1,75	3,75					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de las gomas de impacto										
	Control de estabilidad de marco de tamiz	30/5/2021	20,25	2,2	1,75	3,95					
	Control de estabilidad de la estructura										
Control de sistema de contrapeso											
Control de fijación de anclajes											
Lubricación de soporte de apoyo	31/5/2021	20,05	1	0,8	1,8						
Hidratación de las banda											
Hidratación de las gomas de impacto											

Equipo	Control de planificador				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
JUNIO	Limpieza de la carcasa y anclajes	1/6/2021	22,2	0,8	0,8	1,6	87,544	0,011	1,288	0,777	98,55%
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	7/6/2021	142,4	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	14/6/2021	166,4	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	21/6/2021	166,4	2,2	1,75	3,95					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor vibratorio	27/6/2021	140,05	0,7	0,7	1,4					
	Limpieza de tamiz										
	Limpieza de separadores	28/6/2021	22,6	2	1,75	3,75					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de las gomas de impacto										
	Control de estabilidad de marco de tamiz	29/6/2021	20,25	2,2	1,75	3,95					
	Control de estabilidad de la estructura										
	Control de sistema de contrapeso										
	Control de fijación de anclajes										
Lubricación de soporte de apoyo	30/6/2021	20,05	0,8	0,8	1,6						
Hidratación de las banda											
Hidratación de las gomas de impacto											

Equipo	Control de planificador				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
JULIO	Limpieza de la carcasa y anclajes	5/7/2021	118,4	1	0,8	1,8	90,456	0,011	1,425	0,702	98,45%
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	12/7/2021	166,2	1	0,8	1,8					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	19/7/2021	166,2	1	0,8	1,8					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	27/7/2021	190,2	2,2	1,75	3,95					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor vibratorio	28/7/2021	20,05	1	0,7	1,7					
	Limpieza de tamiz										
	Limpieza de separadores	29/7/2021	22,3	2	1,75	3,75					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de las gomas de impacto										
	Control de estabilidad de marco de tamiz	30/7/2021	20,25	2,2	1,75	3,95					
	Control de estabilidad de la estructura										
	Control de sistema de contrapeso										
	Control de fijación de anclajes										
Lubricación de soporte de apoyo	31/7/2021	20,05	1	0,8	1,8						
Hidratación de las banda											
Hidratación de las gomas de impacto											

Equipo	Control de planificador				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
AGOSTO	Limpieza de la carcasa y anclajes	2/8/2021	46,2	1	0,8	1,8	90,431	0,011	1,400	0,714	98,48%
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	9/8/2021	166,2	1	0,8	1,8					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	16/8/2021	166,2	1	0,8	1,8					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	23/8/2021	166,2	2,2	1,75	3,95					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor vibratorio	28/8/2021	116,05	1	0,7	1,7					
	Limpieza de tamiz										
	Limpieza de separadores										
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos	29/8/2021	22,3	2	1,75	3,75					
	Control de las gomas de impacto										
	Control de estabilidad de marco de tamiz										
	Control de estabilidad de la estructura	30/8/2021	20,25	2,2	1,75	3,95					
Control de sistema de contrapeso											
Control de fijación de anclajes											
Lubricación de soporte de apoyo											
Hidratación de las banda	31/8/2021	20,05	0,8	0,8	1,6						
Hidratación de las gomas de impacto											

Equipo	Control de planificador				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
SEPTIEMBRE	Limpieza de la carcasa y anclajes	6/9/2021	142,4	0,8	0,8	1,6	97,279	0,010	1,229	0,814	98,75%
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	13/9/2021	166,4	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	20/9/2021	166,4	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	26/9/2021	142,4	2	1,75	3,75					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor vibratorio	27/9/2021	20,25	0,7	0,7	1,4					
	Limpieza de tamiz										
	Limpieza de separadores	28/9/2021	22,6	1,75	1,75	3,5					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de las gomas de impacto										
	Control de estabilidad de marco de tamiz	29/9/2021	20,5	1,75	1,75	3,5					
	Control de estabilidad de la estructura										
Control de sistema de contrapeso											
Control de fijación de anclajes											
Lubricación de soporte de apoyo	30/9/2021	20,5	1	0,8	1,8						
Hidratación de las banda											
Hidratación de las gomas de impacto											

Equipo	Control de planificador				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
OCTUBRE	Limpieza de la carcasa y anclajes	4/10/2021	94,2	0,8	0,8	1,6	90,656	0,011	1,175	0,851	98,72%
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	11/10/2021	166,4	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	18/10/2021	166,4	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	27/10/2021	214,4	2	1,75	3,75					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor vibratorio	28/10/2021	20,25	0,7	0,7	1,4					
	Limpieza de tamiz										
	Limpieza de separadores	29/10/2021	22,6	1,75	1,75	3,5					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de las gomas de impacto										
	Control de estabilidad de marco de tamiz	30/10/2021	20,5	1,75	1,75	3,5					
	Control de estabilidad de la estructura										
	Control de sistema de contrapeso										
Control de fijación de anclajes											
Lubricación de soporte de apoyo	31/10/2021	20,5	0,8	0,8	1,6						
Hidratación de las banda											
Hidratación de las gomas de impacto											

Equipo	Control de planificador				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
NOVIEMBRE	Limpieza de la carcasa y anclajes	1/11/2021	22,4	1,2	0,8	2	87,431	0,011	1,425	0,702	98,40%
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	8/11/2021	166	1,2	0,8	2					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	15/11/2021	166	1,2	0,8	2					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	22/11/2021	166	2	1,75	3,75					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor vibratorio	27/11/2021	116,25	1	0,7	1,7					
	Limpieza de tamiz										
	Limpieza de separadores	28/11/2021	22,3	2	1,75	3,75					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de las gomas de impacto										
	Control de estabilidad de marco de tamiz	29/11/2021	20,25	2	1,75	3,75					
	Control de estabilidad de la estructura										
Control de sistema de contrapeso											
Control de fijación de anclajes											
Lubricación de soporte de apoyo	30/11/2021	20,25	0,8	0,8	1,6						
Hidratación de las banda											
Hidratación de las gomas de impacto											

Equipo	Control de planificador				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
DICIEMBRE	Limpieza de la carcasa y anclajes	6/12/2021	142,4	1	0,8	1,8	87,456	0,011	1,425	0,702	98,40%
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	13/12/2021	166,2	1	0,8	1,8					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	20/12/2021	166,2	1	0,8	1,8					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza de la carcasa y anclajes	26/12/2021	142,2	2,2	1,75	3,95					
	Limpieza zona del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor vibratorio	27/12/2021	20,05	1	0,7	1,7					
	Limpieza de tamiz										
	Limpieza de separadores	28/12/2021	22,3	2	1,75	3,75					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de las gomas de impacto										
	Control de estabilidad de marco de tamiz	29/12/2021	20,25	2,2	1,75	3,95					
	Control de estabilidad de la estructura										
Control de sistema de contrapeso											
Control de fijación de anclajes											
Lubricación de soporte de apoyo	30/12/2021	20,05	1	0,8	1,8						
Hidratación de las banda											
Hidratación de las gomas de impacto											
TOTALES			8406,7	128,25	109,00	237,25	8407	0,0001	128,25	0,008	98,50%
PROMEDIOS			88,492	1,350	1,147	2,497	88,578	11,484	1,349	0,748	98,49%

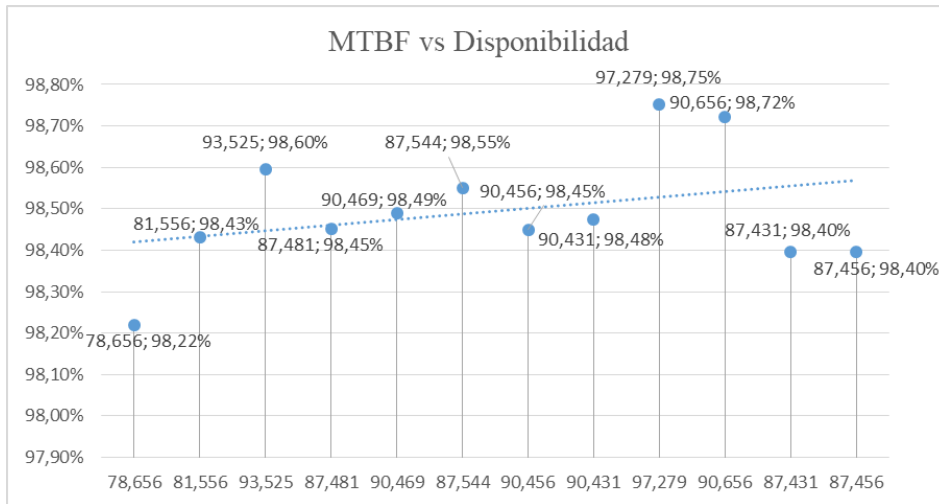


Figura 24.- Tiempo medio entre fallos vs Disponibilidad del control del planificador

En la figura 24 se logra apreciar que existe una disponibilidad máxima de un 98.75% acompañado de un MTBF de 97.27 horas, de igual manera se observa que la disponibilidad mínima es de 98.22% con un MTBF de 78.65horas, también se observa que el tiempo medio entre fallos mayor es de 96 horas y un mínimo de 77.05 horas.

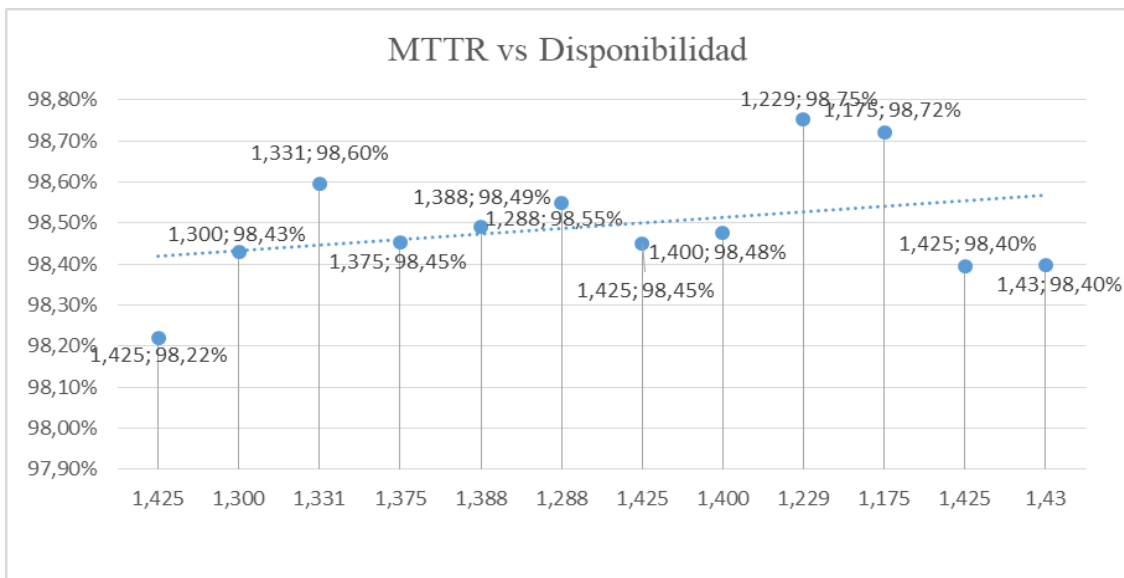


Figura 25.- Tiempo medio en reparación vs Disponibilidad del control del planificador

En la figura 25 se aprecia que el valor máximo de la disponibilidad es de 98.07%(MTTR=1.88 horas) y un mínimo de 97.1%(MTTR=2.3), seguido de un valor máximo de tiempo de reparación de 1.886 horas (D=98.07) y un mínimo de 2.30 horas (D=97.1%). Descartando la correlación múltiple ya que los datos analizados son dispersos.

Tabla 73.- Matriz AMFE del control del planificador

MATRIZ AMFE											
Área:		Molienda		Marca:	ALAPALA		Fecha Rea:		Hoja N°	1	
Nombre del equipo:		Control del planificador		Modelo:	DPAK 628		Fecha Rev:		De	1	
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallo	Causa raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IDR	
1	Motor eléctrico	Transformar la energía eléctrica en mecánica	Paro de la maquina	Fundición de masa	Incorrecta manipulación	Parada del proceso inesperada	2	10	3	60	Evitar golpear el cuerpo y el eje
			Ausencia de ignición	Atascamiento	Impurezas acumuladas	Arranque detenido	3	9	2	54	Limpiar minuciosamente el equipo
2	Cableado eléctrico	Permitir el flujo de la corriente eléctrica hacia el motor	No enciende el led de verificación	Obstrucción	Mal montaje	Falta de señal eléctrica	2	9	7	126	Limpiar minuciosamente evitando humedad
			Segmentación del cableado	Rotura	Cortocircuito	Intermitencia de la energía	2	9	7	126	Limpiar minuciosamente evitando humedad
3	Tamiz	Clasificar el producto resultante de la molienda según tamaños	Separación del marco	Rotura	Mal montaje	Clasificación inadecuada de granos	2	8	7	112	Verificar en la etapa de montaje
			Perforación de la malla	Rotura	Impurezas acumuladas	Clasificación inadecuada de granos	2	8	6	96	Verificación al realizar los mantenimientos
4	Marco de tamiz	Dar rigidez al tamiz para su correcto funcionamiento	Desprendimiento de la malla	Rotura	Mal montaje	Tamizaje inadecuado	2	8	5	80	Verificar en la etapa de montaje
			Perdida de tensión de la malla	Desalineación	Incorrecta manipulación	Aglomeración de granos	2	8	4	64	Verificación al realizar los mantenimientos
5	Gomas de impacto	Mantener un rango de giro controlado de la estructura	Rotura de los soportes	Rotura	Incorrecta manipulación	Exposición de la banda	2	9	4	72	Ajuste adecuado al ensamblar
			Oxidación	Desgaste	Corrosión	Deterioro del protector	3	9	2	54	Recubrir las zonas expuestas

Área:		Molienda		Marca:	ALAPALA		Fecha Rea:				Hoja N°	1
Nombre del equipo:		Control del planificador		Modelo:	DPAK 628		Fecha Rev:				De	1
6	Sistema de transmisión	Transferir el movimiento de giro del motor hacia la estructura	Oxidación	Desgaste	Corrosión	Deterioro de la estructura	2	9	3	54	Recubrir las zonas expuestas	
			Rechinidos en movimiento	Desgaste	Fricción	Sonidos extraños	2	9	3	54	Mejorar la lubricación	
7	Sistema de contrapeso	Mantener el movimiento oscilatorio de la estructura constante	Estructura desnivelada	Desajuste	Incorrecta manipulación	Giro descentrado	3	8	4	96	Verificación del movimiento en la etapa de mantenimiento	
			Vibración	Desgaste	Lubricación pobre	Ralentización en los giros	2	6	7	84	Mejorar la lubricación	
8	Estructura	Contener los componentes para un correcto funcionamiento del sistema.	Irregularidades en la superficie	Deformación	Incorrecta manipulación	Variación de la forma inicial	1	6	8	48	Enderezamiento de las zonas afectadas	
			Oxidación de la superficie	Desgaste	Corrosión	Deterioro de la estructura	1	9	9	81	Recubrir las zonas expuestas	
9	Anclajes	Fijar la estructura al piso	Vibración	Desgaste	Lubricación pobre	Variación de la estabilidad	2	6	7	84	Mejorar la fijación al piso	
			Incorrecto acople con a banda	Desalineación	Mal montaje	Giro de eje variante	1	7	9	63	Verificar la estabilidad en la etapa de mantenimiento	
10	Poleas	Guiar la polea para su correcto giro continuo	Incorrecto acople con a banda	Desalineación	Mal montaje	Giro de eje variante	3	9	3	81	Verificar el correcto giro previo al acople de la chaveta	
			Separación del eje motriz	Desprendimiento	Incorrecta manipulación	Para del proceso	3	9	3	81	Verificar el correcto apriete de la chaveta	
11	Bandas	Transferir el moviente del motor aleje conductor	Desprendimiento de pedazos	Agrietamiento	Lubricación pobre	Banda pierde porciones	3	9	3	81	Mejorar la lubricación	
			Se secciona su unión	Rotura	Incorrecta manipulación	No hay transmisión de movimiento	4	9	2	72	Verificar la correcta tensión de la banda	

Determinación de la fiabilidad del planificador en función del modelo matemático de Weibull de dos parámetros.

Tabla 74.- Datos estadísticos del mantenimiento anual del control de planificador

Nº Actividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)
1	1	24,000	3,178
2	1	166,200	5,113
3	1	166,200	5,113
4	1	166,200	5,113
5	1	44,050	3,785
6	1	22,300	3,105
7	1	20,250	3,008
8	1	20,050	2,998
9	1	46,200	3,833
10	1	166,400	5,114
11	1	166,400	5,114
12	1	166,400	5,114
13	1	44,250	3,790
14	1	22,300	3,105
15	1	20,250	3,008
16	1	20,250	3,008
17	1	46,200	3,833
18	1	166,400	5,114
19	1	166,200	5,113
20	1	166,200	5,113
21	1	140,050	4,942
22	1	22,600	3,118
23	1	20,500	3,020
24	1	20,050	2,998
25	1	118,200	4,772
26	1	166,400	5,114
27	1	166,400	5,114
28	1	166,400	5,114
29	1	19,850	2,988
30	1	22,300	3,105
31	1	20,050	2,998
32	1	20,250	3,008
33	1	70,200	4,251
34	1	166,200	5,113
35	1	166,200	5,113
36	1	166,200	5,113
37	1	92,050	4,522
38	1	22,600	3,118
39	1	20,250	3,008
40	1	20,050	2,998

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)
41	1	22,200	3,100
42	1	142,400	4,959
43	1	166,400	5,114
44	1	166,400	5,114
45	1	140,050	4,942
46	1	22,600	3,118
47	1	20,250	3,008
48	1	20,050	2,998
49	1	118,400	4,774
50	1	166,200	5,113
51	1	166,200	5,113
52	1	190,200	5,248
53	1	20,050	2,998
54	1	22,300	3,105
55	1	20,250	3,008
56	1	20,050	2,998
57	1	46,200	3,833
58	1	166,200	5,113
59	1	166,200	5,113
60	1	166,200	5,113
61	1	116,050	4,754
62	1	22,300	3,105
63	1	20,250	3,008
64	1	20,050	2,998
65	1	142,400	4,959
66	1	166,400	5,114
67	1	166,400	5,114
68	1	142,400	4,959
69	1	20,250	3,008
70	1	22,600	3,118
71	1	20,500	3,020
72	1	20,500	3,020
73	1	94,200	4,545
74	1	166,400	5,114
75	1	166,400	5,114
76	1	214,400	5,368
77	1	20,250	3,008
78	1	22,600	3,118
79	1	20,500	3,020
80	1	20,500	3,020
81	1	22,400	3,109
82	1	166,000	5,112

Nº Actividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)
83	1	166,000	5,112
84	1	166,000	5,112
85	1	116,250	4,756
86	1	22,300	3,105
87	1	20,250	3,008
88	1	20,250	3,008
89	1	142,400	4,959
90	1	166,200	5,113
91	1	166,200	5,113
92	1	142,200	4,957
93	1	20,050	2,998
94	1	22,300	3,105
95	1	20,250	3,008
96	1	20,050	2,998
	96		292,268

Tenemos que para el molino de control del planificador $\bar{x}=3.0445$

Tabla 75.- Datos calculados del control del planificador

Nº Actividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)	$(Ln(TO)-\bar{x})^2$
1	1	24.000	3.178	0.018
2	1	166.200	5.113	4.280
3	1	166.200	5.113	4.280
4	1	166.200	5.113	4.280
5	1	44.050	3.785	0.549
6	1	22.300	3.105	0.004
7	1	20.250	3.008	0.001
8	1	20.050	2.998	0.002
9	1	46.200	3.833	0.622
10	1	166.400	5.114	4.285
11	1	166.400	5.114	4.285
12	1	166.400	5.114	4.285
13	1	44.250	3.790	0.556
14	1	22.300	3.105	0.004
15	1	20.250	3.008	0.001
16	1	20.250	3.008	0.001
17	1	46.200	3.833	0.622
18	1	166.400	5.114	4.285
19	1	166.200	5.113	4.280
20	1	166.200	5.113	4.280
21	1	140.050	4.942	3.601
22	1	22.600	3.118	0.005
23	1	20.500	3.020	0.001
24	1	20.050	2.998	0.002

Nº Actividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)-\bar{x})²
25	1	118.200	4.772	2.986
26	1	166.400	5.114	4.285
27	1	166.400	5.114	4.285
28	1	166.400	5.114	4.285
29	1	19.850	2.988	0.003
30	1	22.300	3.105	0.004
31	1	20.050	2.998	0.002
32	1	20.250	3.008	0.001
33	1	70.200	4.251	1.457
34	1	166.200	5.113	4.280
35	1	166.200	5.113	4.280
36	1	166.200	5.113	4.280
37	1	92.050	4.522	2.184
38	1	22.600	3.118	0.005
39	1	20.250	3.008	0.001
40	1	20.050	2.998	0.002
41	1	22.200	3.100	0.003
42	1	142.400	4.959	3.664
43	1	166.400	5.114	4.285
44	1	166.400	5.114	4.285
45	1	140.050	4.942	3.601
46	1	22.600	3.118	0.005
47	1	20.250	3.008	0.001
48	1	20.050	2.998	0.002
49	1	118.400	4.774	2.992
50	1	166.200	5.113	4.280
51	1	166.200	5.113	4.280
52	1	190.200	5.248	4.856
53	1	20.050	2.998	0.002
54	1	22.300	3.105	0.004
55	1	20.250	3.008	0.001
56	1	20.050	2.998	0.002
57	1	46.200	3.833	0.622
58	1	166.200	5.113	4.280
59	1	166.200	5.113	4.280
60	1	166.200	5.113	4.280
61	1	116.050	4.754	2.923
62	1	22.300	3.105	0.004
63	1	20.250	3.008	0.001
64	1	20.050	2.998	0.002
65	1	142.400	4.959	3.664

Nº Actividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{x}) ²
66	1	166.400	5.114	4.285
67	1	166.400	5.114	4.285
68	1	142.400	4.959	3.664
69	1	20.250	3.008	0.001
70	1	22.600	3.118	0.005
71	1	20.500	3.020	0.001
72	1	20.500	3.020	0.001
73	1	94.200	4.545	2.253
74	1	166.400	5.114	4.285
75	1	166.400	5.114	4.285
76	1	214.400	5.368	5.398
77	1	20.250	3.008	0.001
78	1	22.600	3.118	0.005
79	1	20.500	3.020	0.001
80	1	20.500	3.020	0.001
81	1	22.400	3.109	0.004
82	1	166.000	5.112	4.275
83	1	166.000	5.112	4.275
84	1	166.000	5.112	4.275
85	1	116.250	4.756	2.929
86	1	22.300	3.105	0.004
87	1	20.250	3.008	0.001
88	1	20.250	3.008	0.001
89	1	142.400	4.959	3.664
90	1	166.200	5.113	4.280
91	1	166.200	5.113	4.280
92	1	142.200	4.957	3.659
93	1	20.050	2.998	0.002
94	1	22.300	3.105	0.004
95	1	20.250	3.008	0.001
96	1	20.050	2.998	0.002
	96		292.268	141.421

Tabla 76.- Parámetros iniciales del control de planificador.

PARÁMETROS OBTENIDOS	
MEDIA \bar{x}	3.0445
VARIANZA S^2	210.5264
DESVIACIÓN S	14.510
BETA β	0,5304
ALPHA α	62.3488
GAMA γ	0

Tabla 77.- Tabla del cálculo de fiabilidad e infiabilidad del control del planificador

Nº Actividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{x}) ²	R(t)	R(t)%	F(t)	F(t)%
48	1	17.600	2.868	0.019	1.000	100%	0.0000	0.00%
49	1	117.800	4.769	3.111	1.000	100%	0.0000	0.00%
50	1	165.000	5.106	4.413	1.000	100%	0.0000	0.00%
51	1	165.000	5.106	4.413	1.000	100%	0.0000	0.00%
52	1	189.200	5.243	5.007	1.000	100%	0.0000	0.00%
53	1	19.200	2.955	0.003	1.000	100%	0.0000	0.00%
54	1	19.800	2.986	0.000	1.000	100%	0.0000	0.00%
55	1	18.000	2.890	0.013	1.000	100%	0.0000	0.00%
56	1	17.800	2.879	0.016	1.000	100%	0.0000	0.00%
57	1	45.800	3.824	0.671	1.000	100%	0.0000	0.00%
58	1	165.000	5.106	4.413	1.000	100%	0.0000	0.00%
59	1	165.000	5.106	4.413	1.000	100%	0.0000	0.00%
60	1	165.300	5.108	4.421	1.000	100%	0.0000	0.00%
61	1	114.800	4.743	3.021	1.000	100%	0.0000	0.00%
62	1	20.000	2.996	0.000	1.000	100%	0.0000	0.00%
63	1	18.000	2.890	0.013	1.000	100%	0.0000	0.00%
64	1	18.000	2.890	0.013	1.000	100%	0.0000	0.00%
65	1	141.800	4.954	3.799	1.000	100%	0.0000	0.00%
66	1	165.400	5.108	4.423	1.000	100%	0.0000	0.00%
67	1	165.400	5.108	4.423	1.000	100%	0.0000	0.00%
68	1	141.400	4.952	3.788	1.000	100%	0.0000	0.00%
69	1	19.600	2.976	0.001	1.000	100%	0.0000	0.00%
70	1	20.200	3.006	0.000	1.000	100%	0.0000	0.00%
71	1	18.200	2.901	0.011	1.000	100%	0.0000	0.00%
72	1	18.000	2.890	0.013	1.000	100%	0.0000	0.00%
73	1	94.000	4.543	2.366	1.000	100%	0.0000	0.00%
74	1	165.000	5.106	4.413	1.000	100%	0.0000	0.00%
75	1	165.000	5.106	4.413	1.000	100%	0.0000	0.00%
76	1	213.800	5.365	5.569	1.000	100%	0.0000	0.00%
77	1	19.200	2.955	0.003	1.000	100%	0.0000	0.00%
78	1	19.800	2.986	0.000	1.000	100%	0.0000	0.00%
79	1	17.800	2.879	0.016	1.000	100%	0.0000	0.00%
80	1	17.800	2.879	0.016	1.000	100%	0.0000	0.00%
81	1	21.800	3.082	0.006	1.000	100%	0.0000	0.00%
82	1	165.000	5.106	4.413	1.000	100%	0.0000	0.00%
83	1	165.000	5.106	4.413	1.000	100%	0.0000	0.00%
84	1	165.000	5.106	4.413	1.000	100%	0.0000	0.00%
85	1	115.000	4.745	3.027	1.000	100%	0.0000	0.00%
86	1	19.800	2.986	0.000	1.000	100%	0.0000	0.00%
87	1	18.000	2.890	0.013	1.000	100%	0.0000	0.00%
88	1	17.800	2.879	0.016	1.000	100%	0.0000	0.00%
89	1	141.600	4.953	3.794	1.000	100%	0.0000	0.00%
90	1	165.000	5.106	4.413	1.000	100%	0.0000	0.00%
91	1	165.000	5.106	4.413	1.000	100%	0.0000	0.00%
92	1	141.100	4.949	3.780	1.000	100%	0.0000	0.00%

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{x}) ²	R(t)	R(t)%	F(t)	F(t)%
92	1	141.100	4.949	3.780	1.000	100%	0.0000	0.00%
93	1	19.200	2.955	0.003	1.000	100%	0.0000	0.00%
94	1	19.800	2.986	0.000	1.000	100%	0.0000	0.00%
95	1	17.600	2.868	0.019	1.000	100%	0.0000	0.00%
96	1	17.600	2.868	0.019	1.000	100%	0.0000	0.00%

Modelo gráfico de Weibull para el planificador

$$F(i) = \frac{i-0.3}{n+0.4}$$

$$F(i) = \frac{1-0.3}{96+0.4}$$

$$F(i) = 0.0073 \quad F(\%) = 0.73\%$$

Tabla 78.- Tabla del cálculo de falla acumulativa del control del planificador.

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)
1	19,850	0,007	0,73%
2	20,050	0,018	1,76%
3	20,050	0,028	2,80%
4	20,050	0,038	3,84%
5	20,050	0,049	4,88%
6	20,050	0,059	5,91%
7	20,050	0,070	6,95%
8	20,050	0,080	7,99%
9	20,050	0,090	9,02%
10	20,050	0,101	10,06%
11	20,050	0,111	11,10%
12	20,250	0,121	12,14%
13	20,250	0,132	13,17%
14	20,250	0,142	14,21%
15	20,250	0,152	15,25%
16	20,250	0,163	16,29%
17	20,250	0,173	17,32%
18	20,250	0,184	18,36%
19	20,250	0,194	19,40%
20	20,250	0,204	20,44%
21	20,250	0,215	21,47%
22	20,250	0,225	22,51%
23	20,250	0,235	23,55%
24	20,250	0,246	24,59%
25	20,500	0,256	25,62%

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)
26	20,500	0,267	26,66%
27	20,500	0,277	27,70%
28	20,500	0,287	28,73%
29	20,500	0,298	29,77%
30	22,200	0,308	30,81%
31	22,300	0,318	31,85%
32	22,300	0,329	32,88%
33	22,300	0,339	33,92%
34	22,300	0,350	34,96%
35	22,300	0,360	36,00%
36	22,300	0,370	37,03%
37	22,300	0,381	38,07%
38	22,400	0,391	39,11%
39	22,600	0,401	40,15%
40	22,600	0,412	41,18%
41	22,600	0,422	42,22%
42	22,600	0,433	43,26%
43	22,600	0,443	44,29%
44	24,000	0,453	45,33%
45	44,050	0,464	46,37%
46	44,250	0,474	47,41%
47	46,200	0,484	48,44%
48	46,200	0,495	49,48%
49	46,200	0,505	50,52%
50	70,200	0,516	51,56%
51	92,050	0,526	52,59%
52	94,200	0,536	53,63%
53	116,050	0,547	54,67%
54	116,250	0,557	55,71%
55	118,200	0,567	56,74%
56	118,400	0,578	57,78%
57	140,050	0,588	58,82%
58	140,050	0,599	59,85%
59	142,200	0,609	60,89%
60	142,400	0,619	61,93%
61	142,400	0,630	62,97%
62	142,400	0,640	64,00%
63	142,400	0,650	65,04%
64	166,000	0,661	66,08%
65	166,000	0,671	67,12%
66	166,000	0,682	68,15%

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)
67	166,200	0,692	69,19%
68	166,200	0,702	70,23%
69	166,200	0,713	71,27%
70	166,200	0,723	72,30%
71	166,200	0,733	73,34%
72	166,200	0,744	74,38%
73	166,200	0,754	75,41%
74	166,200	0,765	76,45%
75	166,200	0,775	77,49%
76	166,200	0,785	78,53%
77	166,200	0,796	79,56%
78	166,200	0,806	80,60%
79	166,200	0,816	81,64%
80	166,200	0,827	82,68%
81	166,200	0,837	83,71%
82	166,400	0,848	84,75%
83	166,400	0,858	85,79%
84	166,400	0,868	86,83%
85	166,400	0,879	87,86%
86	166,400	0,889	88,90%
87	166,400	0,899	89,94%
88	166,400	0,910	90,98%
89	166,400	0,920	92,01%
90	166,400	0,930	93,05%
91	166,400	0,941	94,09%
92	166,400	0,951	95,12%
93	166,400	0,962	96,16%
94	166,400	0,972	97,20%
95	190,200	0,982	98,24%
96	214,400	0,993	99,27%

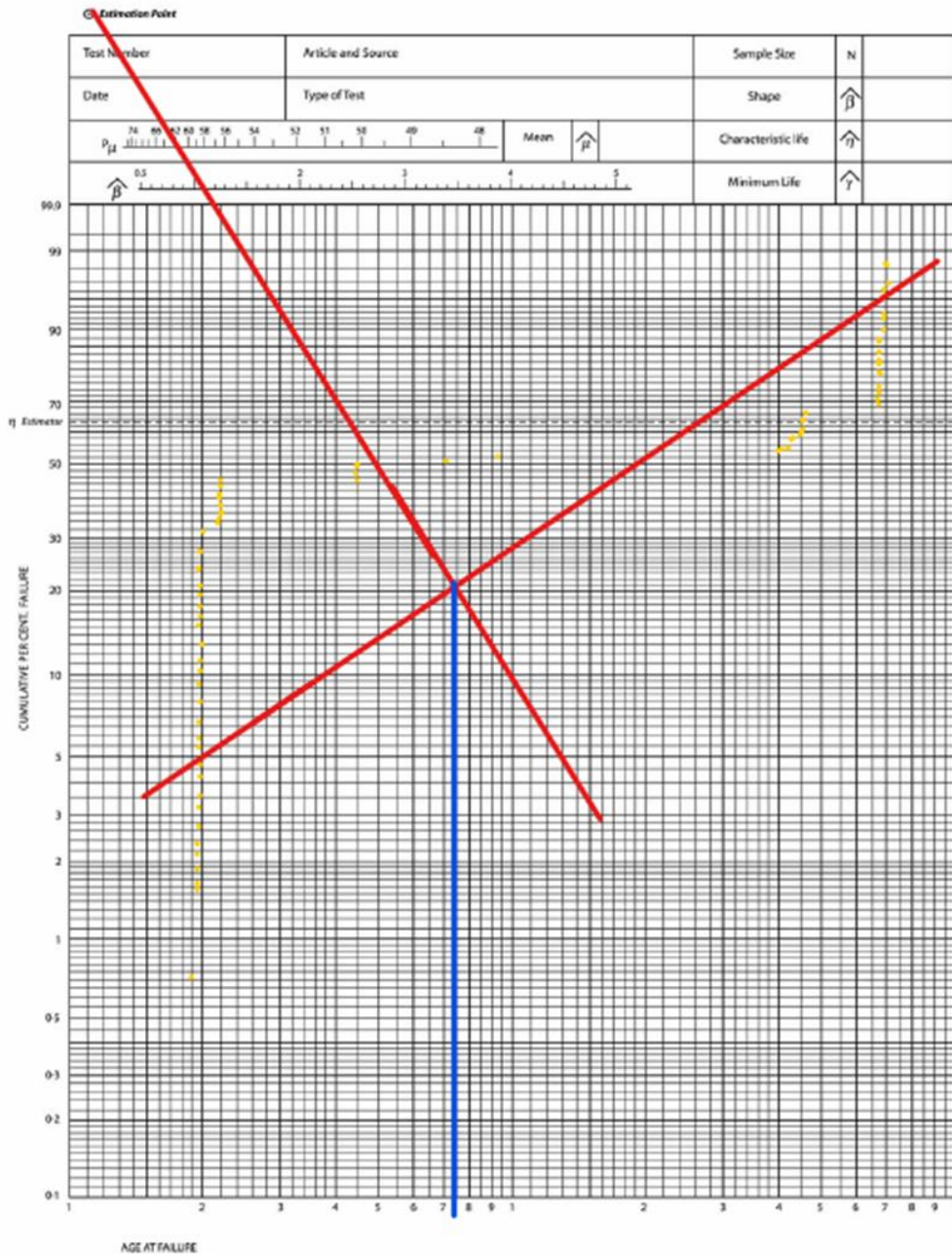


Figura 26.- Papel de Weibull del control del planificador.

En la figura 26 se observa la presencia de datos dispersos, los cuales ayudan a obtener la línea media entre los mismos y mediante la unión del punto de referencia con una línea perpendicular trazada, se obtiene que el valor del parámetro de forma es 72 y el parámetro calculado es 1.

Tabla 79.- Parámetros de fallas del control del planificador.

P_{μ}	62
β	1
η	72

Tabla 80.- Fiabilidad de Weibull del control del planificador.

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)	R(t)	R(t)%
1	17.400	0.007	0.73%	0.8747	87.47%
2	17.600	0.018	1.76%	0.8734	87.34%
3	17.600	0.028	2.80%	0.8734	87.34%
4	17.600	0.038	3.84%	0.8734	87.34%
5	17.600	0.049	4.88%	0.8734	87.34%
6	17.600	0.059	5.91%	0.8734	87.34%
7	17.800	0.070	6.95%	0.8720	87.20%
8	17.800	0.080	7.99%	0.8720	87.20%
9	17.800	0.090	9.02%	0.8720	87.20%
10	17.800	0.101	10.06%	0.8720	87.20%
11	17.800	0.111	11.10%	0.8720	87.20%
12	17.800	0.121	12.14%	0.8720	87.20%
13	17.800	0.132	13.17%	0.8720	87.20%
14	18.000	0.142	14.21%	0.8706	87.06%
15	18.000	0.152	15.25%	0.8706	87.06%
16	18.000	0.163	16.29%	0.8706	87.06%
17	18.000	0.173	17.32%	0.8706	87.06%
18	18.000	0.184	18.36%	0.8706	87.06%
19	18.000	0.194	19.40%	0.8706	87.06%
20	18.000	0.204	20.44%	0.8706	87.06%
21	18.000	0.215	21.47%	0.8706	87.06%
22	18.200	0.225	22.51%	0.8693	86.93%
23	18.200	0.235	23.55%	0.8693	86.93%
24	18.200	0.246	24.59%	0.8693	86.93%
25	18.800	0.256	25.62%	0.8652	86.52%
26	19.200	0.267	26.66%	0.8625	86.25%
27	19.200	0.277	27.70%	0.8625	86.25%
28	19.200	0.287	28.73%	0.8625	86.25%
29	19.600	0.298	29.77%	0.8598	85.98%
30	19.700	0.308	30.81%	0.8591	85.91%
31	19.800	0.318	31.85%	0.8584	85.84%
32	19.800	0.329	32.88%	0.8584	85.84%
33	19.800	0.339	33.92%	0.8584	85.84%
34	19.800	0.350	34.96%	0.8584	85.84%
35	19.800	0.360	36.00%	0.8584	85.84%
36	19.800	0.370	37.03%	0.8584	85.84%
37	20.000	0.381	38.07%	0.8571	85.71%
38	20.000	0.391	39.11%	0.8571	85.71%

N° fallas	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)	R(t)	R(t)%
39	20.000	0.401	40.15%	0.8571	85.71%
40	20.200	0.412	41.18%	0.8557	85.57%
41	20.200	0.422	42.22%	0.8557	85.57%
42	21.800	0.433	43.26%	0.8450	84.50%
43	22.000	0.443	44.29%	0.8437	84.37%
44	24.000	0.453	45.33%	0.8305	83.05%
45	42.600	0.464	46.37%	0.7164	71.64%
46	42.800	0.474	47.41%	0.7152	71.52%
47	45.400	0.484	48.44%	0.7005	70.05%
48	45.400	0.495	49.48%	0.7005	70.05%
49	45.800	0.505	50.52%	0.6983	69.83%
50	69.500	0.516	51.56%	0.5772	57.72%
51	90.800	0.526	52.59%	0.4859	48.59%
52	94.000	0.536	53.63%	0.4734	47.34%
53	114.800	0.547	54.67%	0.3998	39.98%
54	115.000	0.557	55.71%	0.3991	39.91%
55	117.600	0.567	56.74%	0.3908	39.08%
56	117.800	0.578	57.78%	0.3901	39.01%
57	138.800	0.588	58.82%	0.3287	32.87%
58	139.200	0.599	59.85%	0.3276	32.76%
59	141.000	0.609	60.89%	0.3228	32.28%
60	141.100	0.619	61.93%	0.3225	32.25%
61	141.400	0.630	62.97%	0.3217	32.17%
62	141.600	0.640	64.00%	0.3212	32.12%
63	141.800	0.650	65.04%	0.3207	32.07%
64	164.600	0.661	66.08%	0.2661	26.61%
65	164.600	0.671	67.12%	0.2661	26.61%
66	165.000	0.682	68.15%	0.2652	26.52%
67	165.000	0.692	69.19%	0.2652	26.52%
68	165.000	0.702	70.23%	0.2652	26.52%
69	165.000	0.713	71.27%	0.2652	26.52%
70	165.000	0.723	72.30%	0.2652	26.52%
71	165.000	0.733	73.34%	0.2652	26.52%
72	165.000	0.744	74.38%	0.2652	26.52%
73	165.000	0.754	75.41%	0.2652	26.52%
74	165.000	0.765	76.45%	0.2652	26.52%
75	165.000	0.775	77.49%	0.2652	26.52%
76	165.000	0.785	78.53%	0.2652	26.52%
77	165.000	0.796	79.56%	0.2652	26.52%
78	165.000	0.806	80.60%	0.2652	26.52%
79	165.000	0.816	81.64%	0.2652	26.52%
80	165.000	0.827	82.68%	0.2652	26.52%
81	165.000	0.837	83.71%	0.2652	26.52%
82	165.000	0.848	84.75%	0.2652	26.52%
83	165.000	0.858	85.79%	0.2652	26.52%
84	165.000	0.868	86.83%	0.2652	26.52%

N° fallas	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)	R(t)	R(t)%
85	165.000	0.879	87.86%	0.2652	26.52%
86	165.000	0.889	88.90%	0.2652	26.52%
87	165.300	0.899	89.94%	0.2645	26.45%
88	165.300	0.910	90.98%	0.2645	26.45%
89	165.300	0.920	92.01%	0.2645	26.45%
90	165.400	0.930	93.05%	0.2643	26.43%
91	165.400	0.941	94.09%	0.2643	26.43%
92	165.400	0.951	95.12%	0.2643	26.43%
93	165.600	0.962	96.16%	0.2639	26.39%
94	165.600	0.972	97.20%	0.2639	26.39%
95	189.200	0.982	98.24%	0.2174	21.74%
96	213.800	0.993	99.27%	0.1775	17.75%

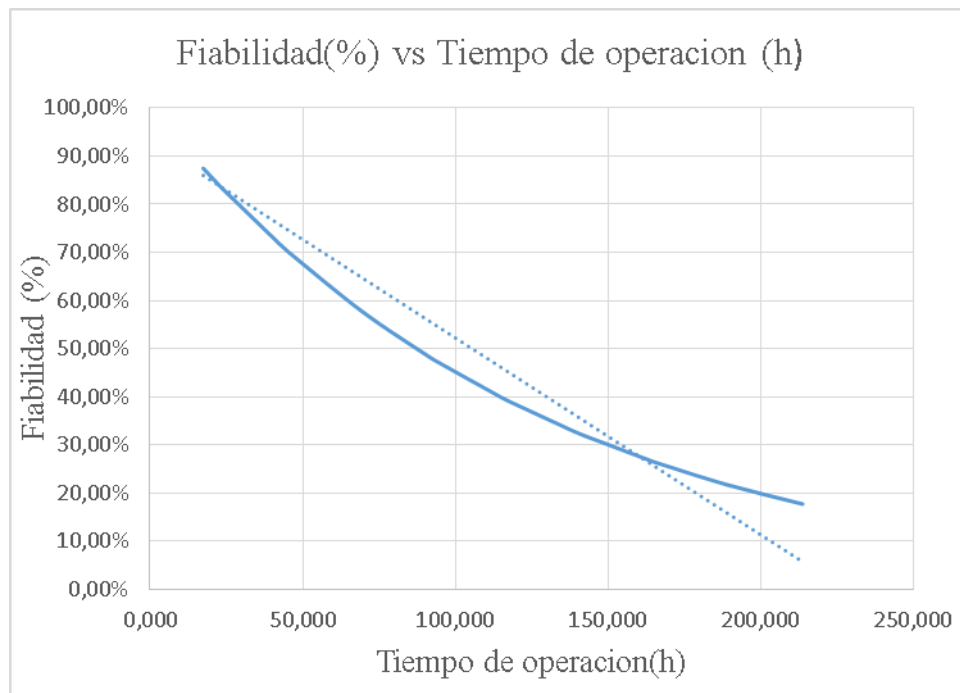


Figura 27.- Fiabilidad vs tiempo de operación del control del planificador

En la figura 27 se observa una trayectoria logarítmica ya que los datos se encuentran correlacionados generando una línea con tendencia decreciente, también se aprecia que existe una alta fiabilidad del control del planificador con relación a los tiempos de operación y posterior a su puesta en marcha esta decrece en función de su uso y posibles fallas que presenta en el desarrollo de sus funciones.

Gamas de mantenimiento

Tabla 81.- Frecuencia de mantenimiento del control del planificador del mes de Enero

Mes		ENERO																																
Máquina	Control de planificador	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y anclajes																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor vibratorio																																	
	Limpieza de tamiz																																	
	Limpieza de separadores																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de apriete de los pernos																																	
	Control de las gomas de impacto																																	
	Control de estabilidad de marco de tamiz																																	
	Control de estabilidad de la estructura																																	
	Control de sistema de contrapeso																																	
	Control de fijación de anclajes																																	
	Lubricación de soporte de apoyo																																	
	Hidratación de las banda																																	
	Hidratación de las gomas de impacto																																	

Tabla 82.- Frecuencia de mantenimiento del control del planificador del mes de Febrero.

Mes		FEBRERO																													
Máquina	Control de planificador	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y anclajes																														
	Limpieza zona del equipo																														
	Limpieza del cableado eléctrico																														
	Limpieza del interruptor de corriente																														
	Limpieza del área del motor vibratorio																														
	Limpieza de tamiz																														
	Limpieza de separadores																														
	Control de conexiones eléctricas																														
	Control de apriete de los pernos																														
	Control de las gomas de impacto																														
	Control de estabilidad de marco de tamiz																														
	Control de estabilidad de la estructura																														
	Control de sistema de contrapeso																														
	Control de fijación de anclajes																														
	Lubricación de soporte de apoyo																														
	Hidratación de las banda																														
	Hidratación de las gomas de impacto																														

Tabla 83.- Frecuencia de mantenimiento del control del planificador del mes de Marzo.

Mes		MARZO																																
Máquina	Control de planificador	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y anclajes																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor vibratorio																																	
	Limpieza de tamiz																																	
	Limpieza de separadores																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de apriete de los pernos																																	
	Control de las gomas de impacto																																	
	Control de estabilidad de marco de tamiz																																	
	Control de estabilidad de la estructura																																	
	Control de sistema de contrapeso																																	
	Control de fijación de anclajes																																	
	Lubricación de soporte de apoyo																																	
	Hidratación de las banda																																	
	Hidratación de las gomas de impacto																																	

Tabla 84.- Frecuencia de mantenimiento del control del planificador del mes de Abril.

Mes		ABRIL																													
Máquina	Control de planificador	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Preventivo	Limpieza de la carcasa y anclajes			■							■							■							■						
	Limpieza zona del equipo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Limpieza del cableado eléctrico			■								■							■						■						
	Limpieza del interruptor de corriente			■								■							■						■						
	Limpieza del área del motor vibratorio			■								■							■						■						
	Limpieza de tamiz			■								■							■						■						
	Limpieza de separadores			■								■							■						■						
	Control de conexiones eléctricas																													■	
	Control de apriete de los pernos																													■	
	Control de las gomas de impacto																													■	
	Control de estabilidad de marco de tamiz																													■	
	Control de estabilidad de la estructura																													■	
	Control de sistema de contrapeso																													■	
	Control de fijación de anclajes																													■	
	Lubricación de soporte de apoyo																													■	
	Hidratación de las banda																													■	
Hidratación de las gomas de impacto																													■		

Tabla 85.- Frecuencia de mantenimiento del control del planificador del mes de Mayo.

Mes		MAYO																															
Máquina	Control de planificador	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Preventivo	Limpieza de la carcasa y anclajes	■							■							■																	
	Limpieza zona del equipo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	Limpieza del cableado eléctrico	■								■																							
	Limpieza del interruptor de corriente	■								■																							
	Limpieza del área del motor vibratorio	■								■																							
	Limpieza de tamiz	■								■																							
	Limpieza de separadores	■								■																							
	Control de conexiones eléctricas																																
	Control de apriete de los pernos																																
	Control de las gomas de impacto																												■				
	Control de estabilidad de marco de tamiz																												■				
	Control de estabilidad de la estructura																													■			
	Control de sistema de contrapeso																													■			
	Control de fijación de anclajes																													■			
	Lubricación de soporte de apoyo																													■			
	Hidratación de las banda																														■		
	Hidratación de las gomas de impacto																															■	

Tabla 86.- Frecuencia de mantenimiento del control del planificador del mes de Junio.

Mes		JUNIO																															
Máquina	Control de planificador	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y anclajes																																
	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor vibratorio																																
	Limpieza de tamiz																																
	Limpieza de separadores																																
	Control de conexiones eléctricas																																
	Control de apriete de los pernos																																
	Control de las gomas de impacto																																
	Control de estabilidad de marco de tamiz																																
	Control de estabilidad de la estructura																																
	Control de sistema de contrapeso																																
	Control de fijación de anclajes																																
	Lubricación de soporte de apoyo																																
	Hidratación de las banda																																
Hidratación de las gomas de impacto																																	

Tabla 87.- Frecuencia de mantenimiento del control del planificador del mes de Julio.

Mes		JULIO																															
Máquina	Control de planificador	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y anclajes																																
	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor vibratorio																																
	Limpieza de tamiz																																
	Limpieza de separadores																																
	Control de conexiones eléctricas																																
	Control de apriete de los pernos																																
	Control de las gomas de impacto																																
	Control de estabilidad de marco de tamiz																																
	Control de estabilidad de la estructura																																
	Control de sistema de contrapeso																																
	Control de fijación de anclajes																																
	Lubricación de soporte de apoyo																																
	Hidratación de las banda																																
Hidratación de las gomas de impacto																																	

Tabla 88.- Frecuencia de mantenimiento del control del planificador del mes de Agosto.

Mes		AGOSTO																																
Máquina	Control de planificador	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y anclajes																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor vibratorio																																	
	Limpieza de tamiz																																	
	Limpieza de separadores																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de apriete de los pernos																																	
	Control de las gomas de impacto																																	
	Control de estabilidad de marco de tamiz																																	
	Control de estabilidad de la estructura																																	
	Control de sistema de contrapeso																																	
	Control de fijación de anclajes																																	
	Lubricación de soporte de apoyo																																	
	Hidratación de las banda																																	
	Hidratación de las gomas de impacto																																	

Tabla 89.- Frecuencia de mantenimiento del control del planificador del mes de Septiembre.

Mes		SEPTIEMBRE																															
Máquina	Control de planificador	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y anclajes				■							■							■							■							
	Limpieza zona del equipo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	Limpieza del cableado eléctrico				■							■								■							■						
	Limpieza del interruptor de corriente				■							■								■							■						
	Limpieza del área del motor vibratorio				■							■								■							■						
	Limpieza de tamiz				■							■								■							■						
	Limpieza de separadores				■							■								■							■						
	Control de conexiones eléctricas																												■				
	Control de apriete de los pernos																													■			
	Control de las gomas de impacto																													■			
	Control de estabilidad de marco de tamiz																														■		
	Control de estabilidad de la estructura																														■		
	Control de sistema de contrapeso																														■		
	Control de fijación de anclajes																														■		
	Lubricación de soporte de apoyo																														■		
	Hidratación de las banda																														■		
Hidratación de las gomas de impacto																														■			

Tabla 90.- Frecuencia de mantenimiento del control del planificador del mes de Octubre.

Mes		OCTUBRE																																
Máquina	Control de planificador	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y anclajes																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor vibratorio																																	
	Limpieza de tamiz																																	
	Limpieza de separadores																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de apriete de los pernos																																	
	Control de las gomas de impacto																																	
	Control de estabilidad de marco de tamiz																																	
	Control de estabilidad de la estructura																																	
	Control de sistema de contrapeso																																	
	Control de fijación de anclajes																																	
	Lubricación de soporte de apoyo																																	
	Hidratación de las banda																																	
	Hidratación de las gomas de impacto																																	

Tabla 91.- Frecuencia de mantenimiento del control del planificador del mes de Noviembre.

Mes		NOVIEMBRE																														
Máquina	Control de planificador	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Preventivo	Limpieza de la carcasa y anclajes																															
	Limpieza zona del equipo																															
	Limpieza del cableado eléctrico																															
	Limpieza del interruptor de corriente																															
	Limpieza del área del motor vibratorio																															
	Limpieza de tamiz																															
	Limpieza de separadores																															
	Control de conexiones eléctricas																															
	Control de apriete de los pernos																															
	Control de las gomas de impacto																															
	Control de estabilidad de marco de tamiz																															
	Control de estabilidad de la estructura																															
	Control de sistema de contrapeso																															
	Control de fijación de anclajes																															
	Lubricación de soporte de apoyo																															
	Hidratación de las banda																															
Hidratación de las gomas de impacto																																

Tabla 92.- Frecuencia de mantenimiento del control del planificador del mes de Diciembre.

Mes		DICIEMBRE																																
Máquina	Control de planificador	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y anclajes																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor vibratorio																																	
	Limpieza de tamiz																																	
	Limpieza de separadores																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de apriete de los pernos																																	
	Control de las gomas de impacto																																	
	Control de estabilidad de marco de tamiz																																	
	Control de estabilidad de la estructura																																	
	Control de sistema de contrapeso																																	
	Control de fijación de anclajes																																	
	Lubricación de soporte de apoyo																																	
	Hidratación de las banda																																	
Hidratación de las gomas de impacto																																		

3.1.5.4 Molino de martillos

Tabla 93.- Ficha técnica del molino de martillos.

				
MOLINOS MIRAFLORES S.A				
PLANTA SANTA ROSA				
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO				
		ÁREA:	MOLIENDA	
FICHA TÉCNICA	Nº:		4	
DATOS GENERALES				
NOMBRE DEL EQUIPO:		MOLINO DE MARTILLOS(HAMMER MILL)		
CÓDIGO:	MAM-00204			
MARCA:	ALAPALA			
MODELO:	TCDA 15			
COLOR:	BLANCO			
SERIAL:	201118			
AÑO DE FABRICACIÓN:	2020			
ORIGEN:	TURQUÍA			
FUNCIÓN DE EQUIPO:				
Moler la materia prima, permitiendo separar la cascara del grano.				
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			DIMENSIONES	
VOLTAJE:	460	voltios	ANCHO:	1381 mm
FRECUENCIA:	60	Hertz	LARGO:	824 mm
POTENCIA:	15	KW	ALTO:	1280 mm
RPM MOTOR:	3000	rpm	MANTENIMIENTO	
TEMPERATURA DE TRABAJO:	18°-21°	centígrados	CADA (X) HORAS DE TRABAJO:	✓
CAPACIDAD:	1	toneladas	SEMANAL:	-
LUBRICACIÓN:	grasa xm2, ep2		MENSUAL:	✓
VOLUMEN:	2,5	m ³	SEMESTRAL:	✓
PESO:	2770	kg	ANUAL:	✓

Componentes

Tabla 94.- Componentes del molino de martillos.

Nº:	Componente	Función
1	Motor eléctrico	Transformar la energía eléctrica en mecánica
2	Cableado eléctrico	Permitir el flujo de la corriente eléctrica hacia el
3	Interruptor de corriente	Abrir o cerrar el circuito eléctrico
4	Carcasa	Integrar los elementos que conforman la maquina
5	Rodamientos	Permitir el giro sin resistencia del eje dentro de la coraza del equipo
6	Cojinetes	Disminuir la fricción de elementos que se encuentran en contacto
7	Rodete	Transportar la materia prima de una sección a otra.
8	Base	Fijar la estructura al piso

Componentes sustituibles

Tabla 95.- Componentes sustituibles del molino de martillos.

Componente sustituible	Características	Cantidad
Pernos de sujeción	Pernos 1 pulgada	40
Cable de alimentación eléctrica	Calibre 10	1
Interruptor eléctrico	Componente plástico	1

Instrucciones de funcionamiento

- Verificar el estado de las conexiones eléctricas
- Verificar el estado de los pernos
- Verificar que no exista fuga de materia prima
- Verificar el tensión de las mallas
- Verificar el correcto acople de los marcos de tamiz junto a la malla
- Autorizar el funcionamiento

Normas de seguridad

- Evitar liberar polvos de harina cerca del equipo
- Prohibir la movilización del personal cerca de la máquina cuando está en funcionamiento
- Evitar abrir las puertas de los compartimentos cuando se encienda el equipo
- Manipular la máquina solo cuando esta se encuentre apagada

- Utilizar EPP siempre que la máquina se encuentre en funcionamiento

Instrucciones de mantenimiento

Las operaciones de limpieza, de mantenimiento y de lubricación se detallan a continuación mediante tablas.

Tabla 96.- Frecuencia de las acciones de limpieza del molino de martillos.

Acciones de Limpieza	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Limpieza zona del equipo		X			
Limpieza de la carcasa		X			
Limpieza del cableado eléctrico			X		
Limpieza del interruptor de corriente			X		
Limpieza del área del motor eléctrico			X		

Tabla 97.- Frecuencia de las acciones de mantenimiento del molino de martillos.

Acciones de Mantenimiento	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Control de conexiones eléctricas			X		
Control de apriete de los pernos			X		
Control de estabilidad de la base del motor			X		
Control de giro de rodete			X		
Control de estabilidad de la estructura			X		

Tabla 98.- Frecuencia de las acciones de molino de martillos.

Acciones de Lubricación	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Lubricación de cojinetes			X		

Tabla 99.- Estadístico de mantenimiento anual del molino de martillos.

Equipo	Molino de martillos				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	m	D(%)
ENERO	Inicio de actividades (Nuevo Año)						98,367	0,010	1,100	0,909	98,89%
	Limpieza zona del equipo	4/1/2021	24	0,6	0,6	1,2					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	11/1/2021	166,8	0,6	0,6	1,2					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	18/1/2021	166,8	0,6	0,6	1,2					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	25/1/2021	166,8	1,6	1,8	3,4					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico	27/1/2021	44,6	1	1,8	2,8					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor										
Control de giro de rodete	28/1/2021	21,2	2,2	2,4	4,6						
Control de estabilidad de la estructura											
Lubricación de cojinetes											
FEBRERO	Limpieza zona del equipo	1/2/2021	91,4	0,6	0,6	1,2	109,333	0,009	1,500	0,667	98,65%
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	8/2/2021	166,8	0,6	0,6	1,2					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	15/2/2021	166,8	0,8	0,6	1,4					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	22/2/2021	166,6	2	1,8	3,8					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico	24/2/2021	44,2	2	1,8	3,8					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor										
	Control de giro de rodete	25/2/2021	20,2	3	2,4	5,4					
Control de estabilidad de la estructura											
Lubricación de cojinetes											

Equipo	Molino de martillos				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	m	D(%)
MARZO	Limpieza zona del equipo	1/3/2021	90,6	1	0,6	1,6	133,100	0,008	1,600	0,625	98,81%
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	8/3/2021	166,4	0,8	0,6	1,4					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	15/3/2021	166,6	0,8	0,6	1,4					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	22/3/2021	166,6	2	1,8	3,8					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Control de conexiones eléctricas	30/3/2021	188,2	2	1,8	3,8					
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor	31/3/2021	20,2	3	2,4	5,4					
	Control de giro de rodete										
Control de estabilidad de la estructura											
Lubricación de cojinetes											
ABRIL	Limpieza zona del equipo	5/4/2021	114,6	1	0,6	1,6	113,333	0,009	1,233	0,811	98,92%
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	12/4/2021	166,4	0,8	0,6	1,4					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	19/4/2021	166,6	0,8	0,6	1,4					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	26/4/2021	166,6	1,6	1,8	3,4					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Control de conexiones eléctricas	28/4/2021	44,6	1	1,8	2,8					
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor	29/4/2021	21,2	2,2	2,4	4,6					
	Control de giro de rodete										
Control de estabilidad de la estructura											
Lubricación de cojinetes											

Equipo	Molino de martillos				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	m	D(%)
MAYO	Limpieza zona del equipo	3/5/2021	91,4	1	0,6	1,6	125,167	0,008	1,667	0,600	98,69%
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	10/5/2021	166,4	1	0,6	1,6					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	17/5/2021	166,4	1	0,6	1,6					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	24/5/2021	166,4	2	1,8	3,8					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Control de conexiones eléctricas	30/5/2021	140,2	2	1,8	3,8					
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor	31/5/2021	20,2	3	2,4	5,4					
	Control de giro de rodete										
Control de estabilidad de la estructura											
Lubricación de cojinetes											
JUNIO	Limpieza zona del equipo	7/6/2021	162,6	1	0,6	1,6	117,300	0,009	1,267	0,789	98,93%
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	14/6/2021	166,4	0,8	0,6	1,4					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	21/6/2021	166,6	1	0,6	1,6					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	27/6/2021	142,4	1,6	1,8	3,4					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Control de conexiones eléctricas	29/6/2021	44,6	1	1,8	2,8					
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor	30/6/2021	21,2	2,2	2,4	4,6					
	Control de giro de rodete										
Control de estabilidad de la estructura											
Lubricación de cojinetes											

Equipo	Molino de martillos				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	m	D(%)
JULIO	Limpieza zona del equipo	6/7/2021	139,4	0,4	0,6	1	121,500	0,008	1,233	0,811	99,00%
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	12/7/2021	143	0,4	0,6	1					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	19/7/2021	167	0,6	0,6	1,2					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	29/7/2021	238,8	1,6	1,8	3,4					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Control de conexiones eléctricas	30/7/2021	20,6	2	1,8	3,8					
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor	31/7/2021	20,2	2,4	2,4	4,8					
	Control de giro de rodete										
Control de estabilidad de la estructura											
Lubricación de cojinetes											
AGOSTO	Limpieza zona del equipo	2/8/2021	43,2	0,6	0,6	1,2	121,375	0,008	1,292	0,774	98,95%
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	9/8/2021	166,8	0,6	0,6	1,2					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	16/8/2021	166,8	0,7	0,6	1,3					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	23/8/2021	166,7	1,65	1,8	3,45					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Control de conexiones eléctricas	30/8/2021	164,55	2	1,8	3,8					
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor	31/8/2021	20,2	2,2	2,4	4,6					
	Control de giro de rodete										
Control de estabilidad de la estructura											
Lubricación de cojinetes											

Equipo	Molino de martillos				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	m	D(%)
SEPTIEMBRE	Limpieza zona del equipo	6/9/2021	139,4	1	0,6	1,6	117,133	0,009	1,700	0,588	98,57%
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	13/9/2021	166,4	0,8	0,6	1,4					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	20/9/2021	166,6	1,2	0,6	1,8					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	27/9/2021	166,2	2,2	1,8	4					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Control de conexiones eléctricas	29/9/2021	44	2	1,8	3,8					
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor	30/9/2021	20,2	3	2,4	5,4					
	Control de giro de rodete										
Control de estabilidad de la estructura											
Lubricación de cojinetes											
OCTUBRE	Limpieza zona del equipo	4/10/2021	90,6	1	0,6	1,6	121,117	0,008	1,483	0,674	98,79%
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	11/10/2021	166,4	0,7	0,6	1,3					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	18/10/2021	166,7	1	0,6	1,6					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	25/10/2021	166,4	1,8	1,8	3,6					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Control de conexiones eléctricas	30/10/2021	116,4	2	1,8	3,8					
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor	31/10/2021	20,2	2,4	2,4	4,8					
	Control de giro de rodete										
Control de estabilidad de la estructura											
Lubricación de cojinetes											

Equipo	Molino de martillos				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	m	D(%)
NOVIEMBRE	Limpieza zona del equipo	1/11/2021	19,2	1	0,6	1,6	117,233	0,009	1,433	0,698	98,79%
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	8/11/2021	166,4	1	0,6	1,6					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	15/11/2021	166,4	0,6	0,6	1,2					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	22/11/2021	166,8	2	1,8	3,8					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Control de conexiones eléctricas	29/11/2021	164,2	1,8	1,8	3,6					
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor	30/11/2021	20,4	2,2	2,4	4,6					
	Control de giro de rodete										
Control de estabilidad de la estructura											
Lubricación de cojinetes											
DICIEMBRE	Limpieza zona del equipo	6/12/2021	139,4	0,6	0,6	1,2	113,433	0,009	1,300	0,769	98,87%
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	13/12/2021	166,8	0,6	0,6	1,2					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	20/12/2021	166,8	0,6	0,6	1,2					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	27/12/2021	166,8	1,8	1,8	3,6					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Control de conexiones eléctricas	28/12/2021	20,4	1,8	1,8	3,6					
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor	29/12/2021	20,4	2,4	2,4	4,8					
	Control de giro de rodete										
Control de estabilidad de la estructura											
Lubricación de cojinetes											
TOTALES			8450,35	100,85	93,6	194,45	8450	0,0001	100,85	0,010	98,82%
PROMEDIOS			117,366	1,401	1,300	2,701	117,366	7,065	1,401	0,726	98,82%

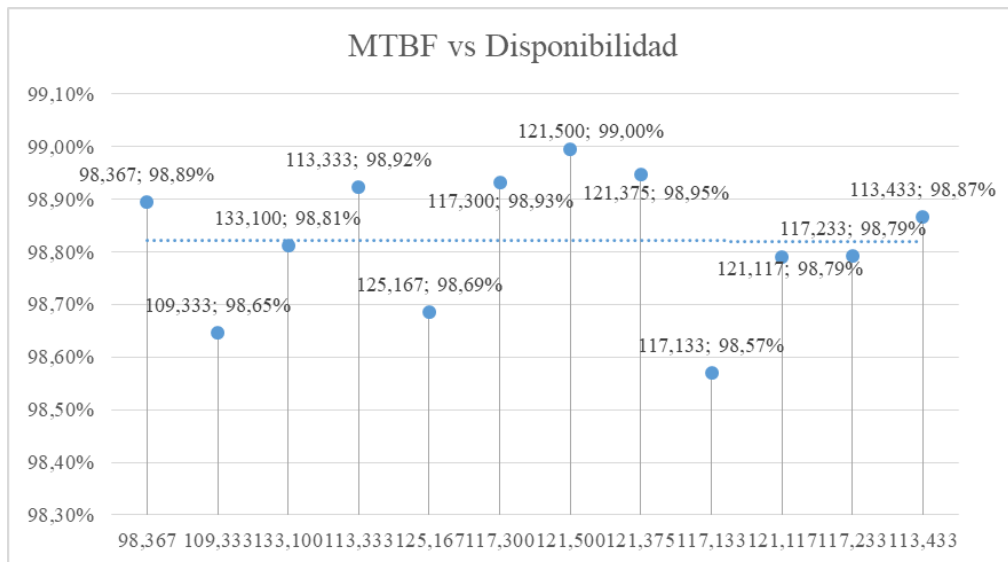


Figura 28.-Tiempo medio entre fallos vs Disponibilidad del molino de martillos.

En la figura 28 se logra apreciar que existe una disponibilidad máxima de un 98.25% acompañado de un MTBF de 109.35 horas, de igual manera se observa que la disponibilidad mínima es de 85.67% con un MTBF de 97.37 horas.

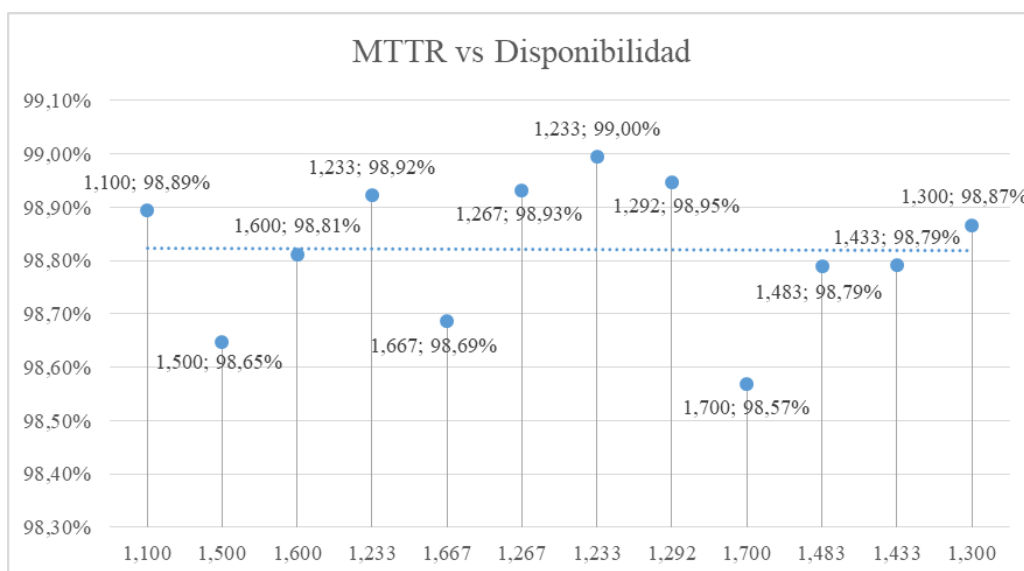


Figura 29.-Tiempo medio en reparación vs Disponibilidad del molino de martillos.

En la figura 29 se aprecia que el valor máximo de la disponibilidad es de 98.07%(MTTR=1.943 horas) y un mínimo de 97.37%(MTTR=2.314), seguido de un valor máximo de tiempo de reparación de 2.31 horas (D=97.37) y un mínimo de 1.94 horas (D=98.25%). Descartando la correlación múltiple ya que los datos analizados son dispersos.

Tabla 100.- Matriz AMFE del molino de martillos.

MATRIZ AMFE											
Área:		Molienda		Marca:	ALAPALA			Fecha Rea:		Hoja N°	1
Nombre del equipo:		Molino de martillo		Modelo:	KEKM 45/45			Fecha Rev:		De	1
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallo	Causa raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IDR	
1	Motor eléctrico	Transformar la energía eléctrica en mecánica	Paro de la maquina	Fundición de masa	Incorrecta manipulación	Parada del proceso inesperada	2	10	3	60	Evitar golpear el cuerpo y el eje
			Ausencia de ignición	Atascamiento	Impurezas acumuladas	Arranque detenido	3	9	2	54	Limpiar minuciosamente el equipo
2	Cableado eléctrico	Permitir el flujo de la corriente eléctrica hacia el motor	No enciende el led de verificación	Obstrucción	Mal montaje	Falta de señal eléctrica	2	9	6	108	Limpiar minuciosamente evitando humedad
			Segmentación del cableado	Rotura	Cortocircuito	Intermitencia de la energía	2	9	6	108	Limpiar minuciosamente evitando humedad
3	Interruptor de corriente	Abrir o cerrar el circuito eléctrico	Oxidación	Desgaste	Corrosión	Deterioro de la estructura	3	9	3	81	Recubrir las zonas expuestas
			Desprendimiento de partes	Rotura	Cortocircuito	Corte del paso de corriente	4	9	2	72	Limpiar minuciosamente evitando humedad
4	Carcasa	Integrar los elementos que conforman la maquina	Irregularidades en la superficie	Deformación	Incorrecta manipulación	Variación de la forma inicial	3	6	4	72	Enderezamiento de las zonas afectadas
			Oxidación de la superficie	Desgaste	Corrosión	Deterioro de la estructura	3	9	3	81	Recubrir las zonas expuestas
5	Rodamientos	Permitir el giro sin resistencia del eje dentro de la coraza del equipo	Rechinidos	Desgaste	Fricción	Sonidos extraños	3	4	7	84	Mejorar la lubricación
			Vibración	Desgaste	Lubricación pobre	Ralentización en los giros	4	7	4	112	Mejorar la lubricación
6	Cojinetes	Disminuir la fricción de elementos que se encuentran en contacto	Oxidación	Desgaste	Corrosión	Deterioro de la estructura	2	7	4	56	Recubrir las zonas expuestas
			Rechinidos en movimiento	Desgaste	Fricción	Sonidos extraños	3	5	7	105	Mejorar la lubricación y limpieza
7	Rodete	Transportar la materia prima de una sección a otra.	Se tambalea la máquina	Desalineación	Mal montaje	Giro de eje variante	2	7	5	70	Verificación del buen montaje
			Rotura de palas	Atascamiento	Impurezas en el eje	Ralentización en los giros	2	9	6	108	Limpiar minuciosamente el equipo
8	Base	Fijar la estructura al piso	Oxidación	Desgaste	Corrosión	Deterioro de la estructura	3	9	3	81	Recubrir las zonas expuestas
			Irregularidades en la superficie	Deformación	Incorrecta manipulación	Variación de la forma inicial	3	6	4	72	Enderezamiento de las zonas afectadas

Determinación de la fiabilidad del molino de martillos en función del modelo matemático de Weibull de dos parámetros.

Tabla 101.- Datos estadísticos del mantenimiento anual del molino de martillos.

Nº Actividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)
1	1	24,000	3,178
2	1	166,800	5,117
3	1	166,800	5,117
4	1	166,800	5,117
5	1	44,600	3,798
6	1	21,200	3,054
7	1	91,400	4,515
8	1	166,800	5,117
9	1	166,800	5,117
10	1	166,600	5,116
11	1	44,200	3,789
12	1	20,200	3,006
13	1	90,600	4,506
14	1	166,400	5,114
15	1	166,600	5,116
16	1	166,600	5,116
17	1	188,200	5,238
18	1	20,200	3,006
19	1	114,600	4,741
20	1	166,400	5,114
21	1	166,600	5,116
22	1	166,600	5,116
23	1	44,600	3,798
24	1	21,200	3,054
25	1	91,400	4,515
26	1	166,400	5,114
27	1	166,400	5,114
28	1	166,400	5,114
29	1	140,200	4,943
30	1	20,200	3,006
31	1	162,600	5,091
32	1	166,400	5,114
33	1	166,600	5,116
34	1	142,400	4,959
35	1	44,600	3,798
36	1	21,200	3,054
37	1	139,400	4,937
38	1	143,000	4,963

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)
39	1	167,000	5,118
40	1	238,800	5,476
41	1	20,600	3,025
42	1	20,200	3,006
43	1	43,200	3,766
44	1	166,800	5,117
45	1	166,800	5,117
46	1	166,700	5,116
47	1	164,550	5,103
48	1	20,200	3,006
49	1	139,400	4,937
50	1	166,400	5,114
51	1	166,600	5,116
52	1	166,200	5,113
53	1	44,000	3,784
54	1	20,200	3,006
55	1	90,600	4,506
56	1	166,400	5,114
57	1	166,700	5,116
58	1	166,400	5,114
59	1	116,400	4,757
60	1	20,200	3,006
61	1	19,200	2,955
62	1	166,400	5,114
63	1	166,400	5,114
64	1	166,800	5,117
65	1	164,200	5,101
66	1	20,400	3,016
67	1	139,400	4,937
68	1	166,800	5,117
69	1	166,800	5,117
70	1	166,800	5,117
71	1	20,400	3,016
72	1	20,400	3,016

Tenemos que para el molino de control del planificador $\bar{X}=3.4.4886$

Tabla 102.- Datos calculados del molino de martillos.

Nº Actividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{x}) ²
1	1	24.000	3.178	1.718
2	1	166.800	5.117	0.395
3	1	166.800	5.117	0.395
4	1	166.800	5.117	0.395
5	1	44.600	3.798	0.477
6	1	21.200	3.054	2.058
7	1	91.400	4.515	0.001
8	1	166.800	5.117	0.395
9	1	166.800	5.117	0.395
10	1	166.600	5.116	0.393
11	1	44.200	3.789	0.490
12	1	20.200	3.006	2.199
13	1	90.600	4.506	0.000
14	1	166.400	5.114	0.392
15	1	166.600	5.116	0.393
16	1	166.600	5.116	0.393
17	1	188.200	5.238	0.561
18	1	20.200	3.006	2.199
19	1	114.600	4.741	0.064
20	1	166.400	5.114	0.392
21	1	166.600	5.116	0.393
22	1	166.600	5.116	0.393
23	1	44.600	3.798	0.477
24	1	21.200	3.054	2.058
25	1	91.400	4.515	0.001
26	1	166.400	5.114	0.392
27	1	166.400	5.114	0.392
28	1	166.400	5.114	0.392
29	1	140.200	4.943	0.207
30	1	20.200	3.006	2.199
31	1	162.600	5.091	0.363
32	1	166.400	5.114	0.392
33	1	166.600	5.116	0.393
34	1	142.400	4.959	0.221
35	1	44.600	3.798	0.477
36	1	21.200	3.054	2.058
37	1	139.400	4.937	0.201
38	1	143.000	4.963	0.225
39	1	167.000	5.118	0.396
40	1	238.800	5.476	0.974

Nº Actividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{x}) ²
41	1	20.600	3.025	2.141
42	1	20.200	3.006	2.199
43	1	43.200	3.766	0.522
44	1	166.800	5.117	0.395
45	1	166.800	5.117	0.395
46	1	166.700	5.116	0.394
47	1	164.550	5.103	0.378
48	1	20.200	3.006	2.199
49	1	139.400	4.937	0.201
50	1	166.400	5.114	0.392
51	1	166.600	5.116	0.393
52	1	166.200	5.113	0.390
53	1	44.000	3.784	0.496
54	1	20.200	3.006	2.199
55	1	90.600	4.506	0.000
56	1	166.400	5.114	0.392
57	1	166.700	5.116	0.394
58	1	166.400	5.114	0.392
59	1	116.400	4.757	0.072
60	1	20.200	3.006	2.199
61	1	19.200	2.955	2.352
62	1	166.400	5.114	0.392
63	1	166.400	5.114	0.392
64	1	166.800	5.117	0.395
65	1	164.200	5.101	0.375
66	1	20.400	3.016	2.170
67	1	139.400	4.937	0.201
68	1	166.800	5.117	0.395
69	1	166.800	5.117	0.395
70	1	166.800	5.117	0.395
71	1	20.400	3.016	2.170
72	1	20.400	3.016	2.170
	72		323.182	54.249

Tabla 103.-Parámetros iniciales del molino de martillos.

PARÁMETROS OBTENIDOS	
MEDIA \bar{x}	4.4886
VARIANZA S^2	41.4500
DESVIACIÓN S	6.438
BETA β	0.1992
ALPHA α	1613.2514
GAMA γ	0

Tabla 104.- Tabla del cálculo de fiabilidad e infiabilidad del molino de martillos

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)	$(\ln(t)-X)^2$	R(t)	R(t)%	F(t)	F(t)%
1	1	24,000	3,178	1,718	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
2	1	166,800	5,117	0,395	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
3	1	166,800	5,117	0,395	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
4	1	166,800	5,117	0,395	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
5	1	44,600	3,798	0,477	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
6	1	21,200	3,054	2,058	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
7	1	91,400	4,515	0,001	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
8	1	166,800	5,117	0,395	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
9	1	166,800	5,117	0,395	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
10	1	166,600	5,116	0,393	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
11	1	44,200	3,789	0,490	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
12	1	20,200	3,006	2,199	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
13	1	90,600	4,506	0,000	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
14	1	166,400	5,114	0,392	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
15	1	166,600	5,116	0,393	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
16	1	166,600	5,116	0,393	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
17	1	188,200	5,238	0,561	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
18	1	20,200	3,006	2,199	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
19	1	114,600	4,741	0,064	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
20	1	166,400	5,114	0,392	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
21	1	166,600	5,116	0,393	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
22	1	166,600	5,116	0,393	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
23	1	44,600	3,798	0,477	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
24	1	21,200	3,054	2,058	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
25	1	91,400	4,515	0,001	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
26	1	166,400	5,114	0,392	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
27	1	166,400	5,114	0,392	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
28	1	166,400	5,114	0,392	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
29	1	140,200	4,943	0,207	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
30	1	20,200	3,006	2,199	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
31	1	162,600	5,091	0,363	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
32	1	166,400	5,114	0,392	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
33	1	166,600	5,116	0,393	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
34	1	142,400	4,959	0,221	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
35	1	44,600	3,798	0,477	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
36	1	21,200	3,054	2,058	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
37	1	139,400	4,937	0,201	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
38	1	143,000	4,963	0,225	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
39	1	167,000	5,118	0,396	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
40	1	238,800	5,476	0,974	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)	(ln(t)-X)^2	R(t)	R(t)%	F(t)	F(t)%
41	1	20,600	3,025	2,141	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
42	1	20,200	3,006	2,199	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
43	1	43,200	3,766	0,522	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
44	1	166,800	5,117	0,395	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
45	1	166,800	5,117	0,395	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
46	1	166,700	5,116	0,394	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
47	1	164,550	5,103	0,378	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
48	1	20,200	3,006	2,199	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
49	1	139,400	4,937	0,201	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
50	1	166,400	5,114	0,392	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
51	1	166,600	5,116	0,393	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
52	1	166,200	5,113	0,390	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
53	1	44,000	3,784	0,496	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
54	1	20,200	3,006	2,199	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
55	1	90,600	4,506	0,000	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
56	1	166,400	5,114	0,392	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
57	1	166,700	5,116	0,394	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
58	1	166,400	5,114	0,392	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
59	1	116,400	4,757	0,072	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
60	1	20,200	3,006	2,199	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
61	1	19,200	2,955	2,352	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
62	1	166,400	5,114	0,392	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
63	1	166,400	5,114	0,392	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
64	1	166,800	5,117	0,395	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
65	1	164,200	5,101	0,375	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
66	1	20,400	3,016	2,170	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
67	1	139,400	4,937	0,201	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
68	1	166,800	5,117	0,395	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
69	1	166,800	5,117	0,395	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
70	1	166,800	5,117	0,395	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
71	1	20,400	3,016	2,170	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
72	1	20,400	3,016	2,170	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%

Modelo gráfico de Weibull para el molino de martillos

$$F(i) = \frac{i-0.3}{n+0.4}$$

$$F(i) = \frac{1-0.3}{84+0.4}$$

$$F(i) = 0.0083$$

$$F(\%) = 0.83\%$$

Tabla 105.- Tabla del cálculo de falla acumulativa del molino de martillos.

Nº fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)
1	19,200	0,010	0,97%
2	20,200	0,023	2,35%
3	20,200	0,037	3,73%
4	20,200	0,051	5,11%
5	20,200	0,065	6,49%
6	20,200	0,079	7,87%
7	20,200	0,093	9,25%
8	20,200	0,106	10,64%
9	20,400	0,120	12,02%
10	20,400	0,134	13,40%
11	20,400	0,148	14,78%
12	20,600	0,162	16,16%
13	21,200	0,175	17,54%
14	21,200	0,189	18,92%
15	21,200	0,203	20,30%
16	24,000	0,217	21,69%
17	43,200	0,231	23,07%
18	44,000	0,244	24,45%
19	44,200	0,258	25,83%
20	44,600	0,272	27,21%
21	44,600	0,286	28,59%
22	44,600	0,300	29,97%
23	90,600	0,314	31,35%
24	90,600	0,327	32,73%
25	91,400	0,341	34,12%
26	91,400	0,355	35,50%
27	114,600	0,369	36,88%
28	116,400	0,383	38,26%
29	139,400	0,396	39,64%
30	139,400	0,410	41,02%
31	139,400	0,424	42,40%
32	140,200	0,438	43,78%
33	142,400	0,452	45,17%
34	143,000	0,465	46,55%
35	162,600	0,479	47,93%
36	164,200	0,493	49,31%
37	164,550	0,507	50,69%
38	166,200	0,521	52,07%
39	166,400	0,535	53,45%

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)
40	166,400	0,548	54,83%
41	166,400	0,562	56,22%
42	166,400	0,576	57,60%
43	166,400	0,590	58,98%
44	166,400	0,604	60,36%
45	166,400	0,617	61,74%
46	166,400	0,631	63,12%
47	166,400	0,645	64,50%
48	166,400	0,659	65,88%
49	166,400	0,673	67,27%
50	166,600	0,686	68,65%
51	166,600	0,700	70,03%
52	166,600	0,714	71,41%
53	166,600	0,728	72,79%
54	166,600	0,742	74,17%
55	166,600	0,756	75,55%
56	166,600	0,769	76,93%
57	166,700	0,783	78,31%
58	166,700	0,797	79,70%
59	166,800	0,811	81,08%
60	166,800	0,825	82,46%
61	166,800	0,838	83,84%
62	166,800	0,852	85,22%
63	166,800	0,866	86,60%
64	166,800	0,880	87,98%
65	166,800	0,894	89,36%
66	166,800	0,907	90,75%
67	166,800	0,921	92,13%
68	166,800	0,935	93,51%
69	166,800	0,949	94,89%
70	167,000	0,963	96,27%
71	188,200	0,977	97,65%
72	238,800	0,990	99,03%

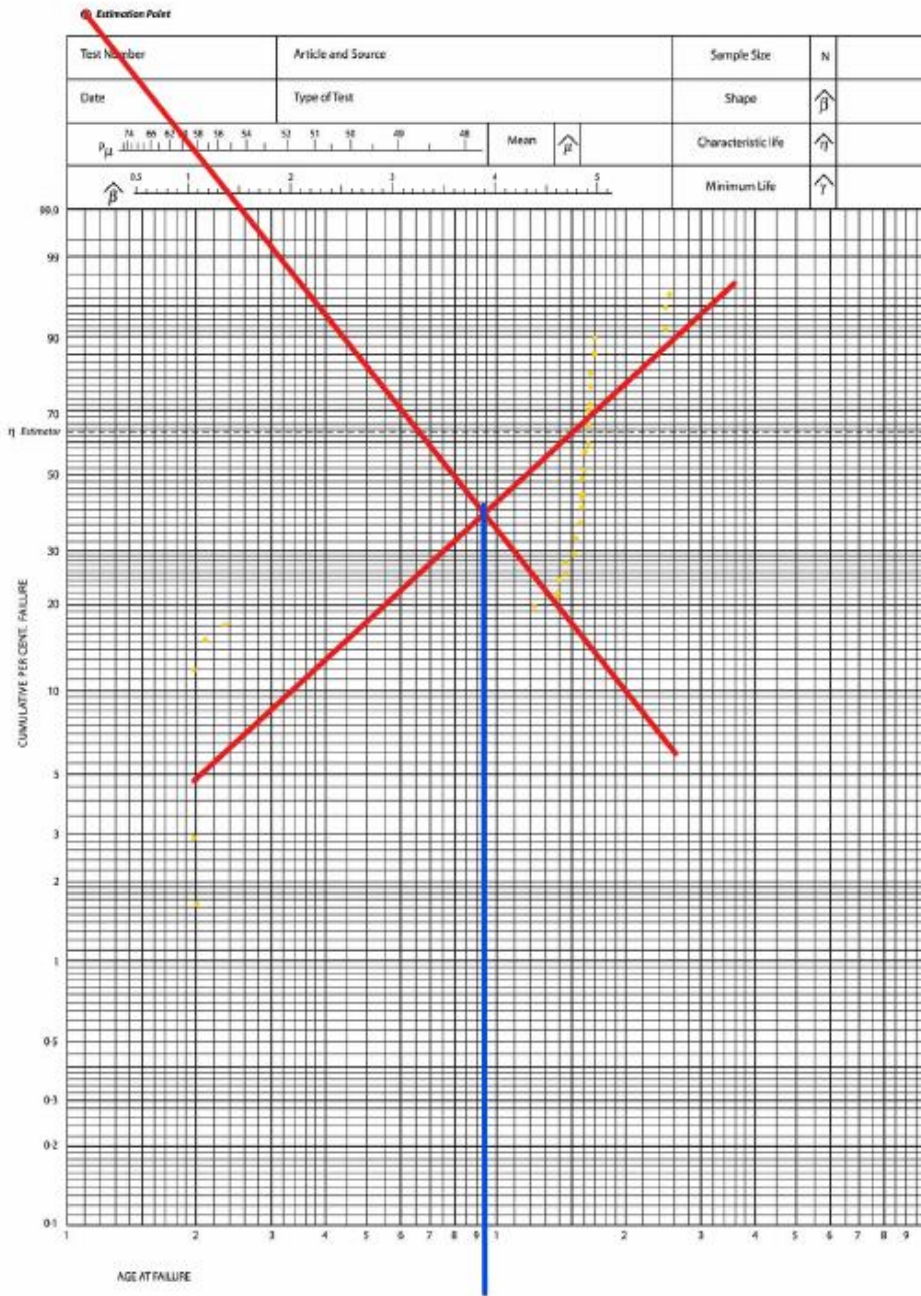


Figura 30.- Papel de Weibull del molino de martillos.

En la figura 30 se observa la presencia de datos dispersos, los cuales ayudan a obtener la línea media entre los mismos y mediante la unión del punto de referencia con una línea perpendicular trazada, se obtiene que el valor del parámetro de forma es 104 y el parámetro calculado es 1,25.

Tabla 106.- Parámetros de fallas del molino de martillos.

P_{μ}	60
β	104
η	1,25

Tabla 107.- Fiabilidad de Weibull del molino de martillos.

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)	R(t)	R(t)%
1	19,200	0,010	0,97%	0,9119	91,19%
2	20,200	0,023	2,35%	0,9066	90,66%
3	20,200	0,037	3,73%	0,9066	90,66%
4	20,200	0,051	5,11%	0,9066	90,66%
5	20,200	0,065	6,49%	0,9066	90,66%
6	20,200	0,079	7,87%	0,9066	90,66%
7	20,200	0,093	9,25%	0,9066	90,66%
8	20,200	0,106	10,64%	0,9066	90,66%
9	20,400	0,120	12,02%	0,9056	90,56%
10	20,400	0,134	13,40%	0,9056	90,56%
11	20,400	0,148	14,78%	0,9056	90,56%
12	20,600	0,162	16,16%	0,9045	90,45%
13	21,200	0,175	17,54%	0,9013	90,13%
14	21,200	0,189	18,92%	0,9013	90,13%
15	21,200	0,203	20,30%	0,9013	90,13%
16	24,000	0,217	21,69%	0,8864	88,64%
17	43,200	0,231	23,07%	0,7834	78,34%
18	44,000	0,244	24,45%	0,7792	77,92%
19	44,200	0,258	25,83%	0,7781	77,81%
20	44,600	0,272	27,21%	0,7760	77,60%
21	44,600	0,286	28,59%	0,7760	77,60%
22	44,600	0,300	29,97%	0,7760	77,60%
23	90,600	0,314	31,35%	0,5524	55,24%
24	90,600	0,327	32,73%	0,5524	55,24%
25	91,400	0,341	34,12%	0,5489	54,89%
26	91,400	0,355	35,50%	0,5489	54,89%
27	114,600	0,369	36,88%	0,4552	45,52%
28	116,400	0,383	38,26%	0,4485	44,85%
29	139,400	0,396	39,64%	0,3696	36,96%
30	139,400	0,410	41,02%	0,3696	36,96%
31	139,400	0,424	42,40%	0,3696	36,96%
32	140,200	0,438	43,78%	0,3670	36,70%
33	142,400	0,452	45,17%	0,3602	36,02%
34	143,000	0,465	46,55%	0,3583	35,83%
35	162,600	0,479	47,93%	0,3020	30,20%
36	164,200	0,493	49,31%	0,2977	29,77%
37	164,550	0,507	50,69%	0,2968	29,68%
38	166,200	0,521	52,07%	0,2925	29,25%
39	166,400	0,535	53,45%	0,2920	29,20%

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)	R(t)	R(t)%
40	166,400	0,548	54,83%	0,2920	29,20%
41	166,400	0,562	56,22%	0,2920	29,20%
42	166,400	0,576	57,60%	0,2920	29,20%
43	166,400	0,590	58,98%	0,2920	29,20%
44	166,400	0,604	60,36%	0,2920	29,20%
45	166,400	0,617	61,74%	0,2920	29,20%
46	166,400	0,631	63,12%	0,2920	29,20%
47	166,400	0,645	64,50%	0,2920	29,20%
48	166,400	0,659	65,88%	0,2920	29,20%
49	166,400	0,673	67,27%	0,2920	29,20%
50	166,600	0,686	68,65%	0,2915	29,15%
51	166,600	0,700	70,03%	0,2915	29,15%
52	166,600	0,714	71,41%	0,2915	29,15%
53	166,600	0,728	72,79%	0,2915	29,15%
54	166,600	0,742	74,17%	0,2915	29,15%
55	166,600	0,756	75,55%	0,2915	29,15%
56	166,600	0,769	76,93%	0,2915	29,15%
57	166,700	0,783	78,31%	0,2912	29,12%
58	166,700	0,797	79,70%	0,2912	29,12%
59	166,800	0,811	81,08%	0,2909	29,09%
60	166,800	0,825	82,46%	0,2909	29,09%
61	166,800	0,838	83,84%	0,2909	29,09%
62	166,800	0,852	85,22%	0,2909	29,09%
63	166,800	0,866	86,60%	0,2909	29,09%
64	166,800	0,880	87,98%	0,2909	29,09%
65	166,800	0,894	89,36%	0,2909	29,09%
66	166,800	0,907	90,75%	0,2909	29,09%
67	166,800	0,921	92,13%	0,2909	29,09%
68	166,800	0,935	93,51%	0,2909	29,09%
69	166,800	0,949	94,89%	0,2909	29,09%
70	167,000	0,963	96,27%	0,2904	29,04%
71	188,200	0,977	97,65%	0,2400	24,00%
72	238,800	0,990	99,03%	0,1497	14,97%

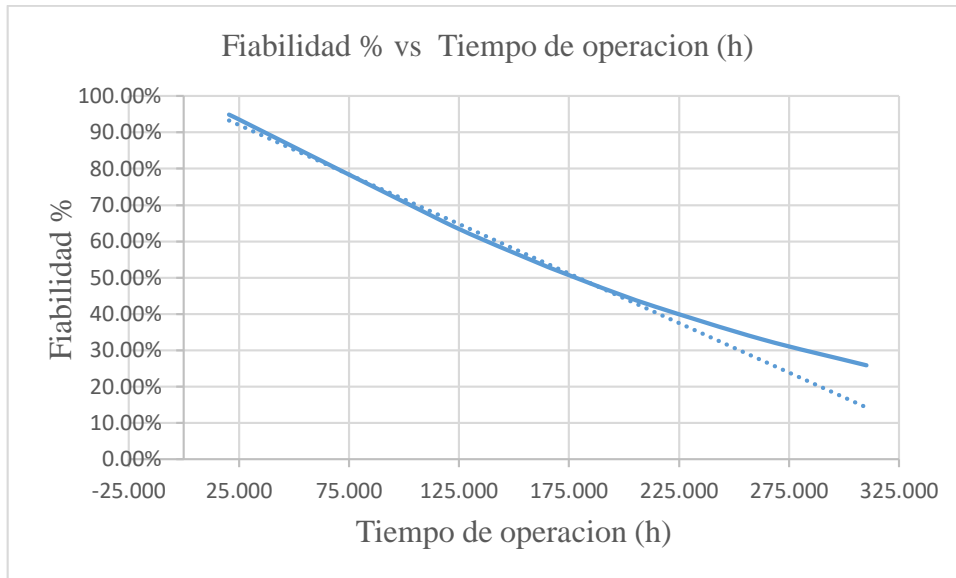


Figura 31.- Fiabilidad vs tiempo de operación del molino de martillos.

En la figura 31 se observa una trayectoria logarítmica ya que los datos se encuentran correlacionados generando una línea con tendencia decreciente, también se aprecia que existe una alta fiabilidad del molino de martillos con relación a los tiempos de operación y posterior a su puesta en marcha esta decrece en función de su uso y posibles fallas que presenta en el desarrollo de sus funciones.

Gamas de mantenimiento

Tabla 108.- Frecuencia de mantenimiento del molino de martillos del mes de Enero.

Mes		ENERO																																
Máquina	Molino de martillos	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la carcasa																																	
	Limpieza de banda y polea																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor eléctrico																																	
	Control de apriete de pernos																																	
	Control de estado de rodete																																	
	Control de banda y polea																																	
	Hidratación de las banda																																	
	Lubricación de rodamientos																																	

Tabla 109.- Frecuencia de mantenimiento del molino de martillos del mes de Febrero.

Mes		FEBRERO																															
Máquina	Molino de martillos	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES				
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28				
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de la carcasa																																
	Limpieza de banda y polea																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Control de apriete de pernos																																
	Control de estado de rodete																																
	Control de banda y polea																																
	Hidratación de las banda																																
	Lubricación de rodamientos																																

Tabla 110.- Frecuencia de mantenimiento del molino de martillos del mes de Marzo.

Mes		MARZO																																
Máquina	Molino de martillos	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la carcasa																																	
	Limpieza de banda y polea																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor eléctrico																																	
	Control de apriete de pernos																																	
	Control de estado de rodete																																	
	Control de banda y polea																																	
	Hidratación de las banda																																	
	Lubricación de rodamientos																																	

Tabla 111.- Frecuencia de mantenimiento del molino de martillos del mes de Abril.

Mes		ABRIL																															
Máquina	Molino de martillos	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de la carcasa																																
	Limpieza de banda y polea																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Control de apriete de pernos																																
	Control de estado de rodete																																
	Control de banda y polea																																
	Hidratación de las banda																																
	Lubricación de rodamientos																																

Tabla 112.- Frecuencia de mantenimiento del molino de martillos del mes de Mayo.

Mes		MAYO																															
Máquina	Molino de martillos	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Preventivo	Limpieza zona del equipo	■							■							■								■									
	Limpieza de la carcasa	■							■							■								■									
	Limpieza de banda y polea	■																															
	Limpieza del cableado eléctrico	■																															
	Limpieza del interruptor de corriente	■								■																							
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Control de apriete de pernos																																
	Control de estado de rodete																																
	Control de banda y polea																																
	Hidratación de las banda																																
	Lubricación de rodamientos																																

Tabla 113.- Frecuencia de mantenimiento del molino de martillos del mes de Junio.

Mes		JUNIO																														
Máquina	Molino de martillos	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Preventivo	Limpieza zona del equipo	■				■							■								■						■					
	Limpieza de la carcasa					■							■								■						■					
	Limpieza de banda y polea					■							■								■						■					
	Limpieza del cableado eléctrico					■							■								■						■					
	Limpieza del interruptor de corriente					■							■								■						■					
	Limpieza del área del motor eléctrico																															
	Control de apriete de pernos																															
	Control de estado de rodete																															
	Control de banda y polea																															
	Hidratación de las banda																															
	Lubricación de rodamientos																															

Tabla 114.- Frecuencia de mantenimiento del molino de martillos del mes de Julio.

Mes		JULIO																																
Máquina	Molino de martillos	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la carcasa																																	
	Limpieza de banda y polea																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor eléctrico																																	
	Control de apriete de pernos																																	
	Control de estado de rodete																																	
	Control de banda y polea																																	
	Hidratación de las banda																																	
	Lubricación de rodamientos																																	

Tabla 115.- Frecuencia de mantenimiento del molino de martillos del mes de Agosto.

Mes		AGOSTO																																	
Máquina	Molino de martillos	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES			
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																		
	Limpieza de la carcasa																																		
	Limpieza de banda y polea																																		
	Limpieza del cableado eléctrico																																		
	Limpieza del interruptor de corriente																																		
	Limpieza del área del motor eléctrico																																		
	Control de apriete de pernos																																		
	Control de estado de rodete																																		
	Control de banda y polea																																		
	Hidratación de las banda																																		
	Lubricación de rodamientos																																		

Tabla 116.- Frecuencia de mantenimiento del molino de martillos del mes de Septiembre.

Mes		SEPTIEMBRE																															
Máquina	Molino de martillos	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de la carcasa																																
	Limpieza de banda y polea																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Control de apriete de pernos																																
	Control de estado de rodete																																
	Control de banda y polea																																
	Hidratación de las banda																																
	Lubricación de rodamientos																																

Tabla 117.- Frecuencia de mantenimiento del molino de martillos del mes de Octubre.

Mes		OCTUBRE																															
Máquina	Molino de martillos	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de la carcasa																																
	Limpieza de banda y polea																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Control de apriete de pernos																																
	Control de estado de rodete																																
	Control de banda y polea																																
	Hidratación de las banda																																
	Lubricación de rodamientos																																

Tabla 118.- Frecuencia de mantenimiento del molino de martillos del mes de Noviembre.

Mes		NOVIEMBRE																														
Máquina	Molino de martillos	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Preventivo	Limpieza zona del equipo																															
	Limpieza de la carcasa																															
	Limpieza de banda y polea																															
	Limpieza del cableado eléctrico																															
	Limpieza del interruptor de corriente																															
	Limpieza del área del motor eléctrico																															
	Control de apriete de pernos																															
	Control de estado de rodete																															
	Control de banda y polea																															
	Hidratación de las banda																															
	Lubricación de rodamientos																															

Tabla 119.- Frecuencia de mantenimiento del molino de martillos del mes de Diciembre.

Mes		DICIEMBRE																														
Máquina	Molino de martillos	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Preventivo	Limpieza zona del equipo																															
	Limpieza de la carcasa																															
	Limpieza de banda y polea																															
	Limpieza del cableado eléctrico																															
	Limpieza del interruptor de corriente																															
	Limpieza del área del motor eléctrico																															
	Control de apriete de pernos																															
	Control de estado de rodete																															
	Control de banda y polea																															
	Hidratación de las banda																															
	Lubricación de rodamientos																															

3.1.5.5 Exclusa

Tabla 120.- Ficha técnica del exclusiva.

					
MOLINOS MIRAFLORES S.A					
PLANTA SANTA ROSA					
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO					
ÁREA:			MOLIENDA		
FICHA TÉCNICA		N°: 5			
DATOS GENERALES					
NOMBRE DEL EQUIPO:			EXCLUSA		
CÓDIGO:	MAM-00205				
MARCA:	ALAPALA				
MODELO:	KEKM 45/45				
COLOR:	BLANCO				
SERIAL:	201122				
AÑO DE FABRICACIÓN:	2020				
ORIGEN:	TURQUÍA				
FUNCIÓN DE EQUIPO:					
Alimentar los molinos de materia prima mediante una corriente de aire					
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			DIMENSIONES		
VOLTAJE:	460	voltios	ANCHO:	555	mm
FRECUENCIA:	60	Hertz	LARGO:	440	mm
POTENCIA:	15	KW	ALTO:	1620	mm
RPM MOTOR:	3000	rpm	MANTENIMIENTO		
TEMPERATURA DE TRABAJO:	18°-21°	centígrados	CADA (X) HORAS DE TRABAJO:	✓	
CAPACIDAD:	3,2	toneladas	SEMANAL:	-	
VOLUMEN:	0,6	m ³	MENSUAL:	✓	
PESO:	199	kg	SEMESTRAL:	✓	
LUBRICACIÓN:	grasa xm2, ep2		ANUAL:	✓	

Componentes

Tabla 121.- Componentes de la exclusiva.

Nº:	Componente	Función
1	Motor eléctrico	Transformar la energía eléctrica en mecánica
2	Rodamientos	Permitir el giro sin resistencia del eje dentro de la coraza del equipo
3	Cojinetes	Disminuir la fricción de elementos que se encuentran en contacto
4	Rodete	Transportar la materia prima de una sección a otra.
5	Banda	Transferir el movimiento del motor aleje conductor
6	Polea	Guiar la polea para su correcto giro continuo
7	Carcasa	Integrar los elementos que conforman la máquina
8	Cableado eléctrico	Permitir el flujo de la corriente eléctrica hacia el motor
9	Interruptor de corriente	Abrir o cerrar el circuito eléctrico
10	Protector de banda	Evitar que agentes externos interfieran con el funcionamiento de la banda

Componentes sustituibles

Tabla 122.- Componentes sustituibles de la exclusiva.

Componente sustituible	Características	Cantidad
Pernos de sujeción	Pernos 1 pulgada	42
Cable de alimentación eléctrica	Calibre 10	1
Interruptor eléctrico	Componente plástico	1
Banda trapezoidal	300 longitud x 15 alto x 18 ancho	1

Instrucciones de funcionamiento

- Verificar el estado de las conexiones eléctricas
- Verificar el estado de los pernos
- Verificar que no exista fuga de materia prima
- Autorizar el funcionamiento

Normas de seguridad

- Evitar liberar polvos de harina cerca del equipo
- Prohibir la movilización del personal cerca de la máquina cuando está en funcionamiento
- Manipular la máquina solo cuando esta se encuentre apagada

- Utilizar EPP siempre que la máquina se encuentre en funcionamiento

Instrucciones de mantenimiento

Las operaciones de limpieza, de mantenimiento y de lubricación se detallan a continuación mediante tablas.

Tabla 123.- Frecuencia de las acciones de limpieza de la exclusiva.

Acciones de Limpieza	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Limpieza zona del equipo		X			
Limpieza de la carcasa		X			
Limpieza de banda y polea			X		
Limpieza del cableado eléctrico			X		
Limpieza del interruptor de corriente			X		
Limpieza del área del motor eléctrico			X		

Tabla 124.- Frecuencia de las acciones de mantenimiento de la exclusiva.

Acciones de Mantenimiento	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Control de apriete de pernos			X		
Control de estado de rodete			X		
Control de banda y polea			X		

Tabla 125.- Frecuencia de las acciones de la exclusiva.

Acciones de Lubricación	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Hidratación de las banda			X		
Lubricación de rodamientos			X		

Tabla 126.- Estadístico de mantenimiento anual de la exclusiva.

Equipo	Exclusa				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	m	D(%)
ENERO	Inicio de actividades (Nuevo Año)						98,733	0,010	0,900	1,111	99,10%
	Limpieza zona del equipo	4/1/2021	24	0,6	0,4	1					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	11/1/2021	167	0,6	0,4	1					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	18/1/2021	167	0,6	0,4	1					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	25/1/2021	167	1,8	1,8	3,6					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza de banda y polea										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico	27/1/2021	44,4	0,6	0,4	1					
	Control de apriete de pernos										
	Control de estado de rodete	28/1/2021	23	1,2	1,2	2,4					
Control de banda y polea											
Hidratación de las banda											
Lubricación de rodamientos											
FEBRERO	Limpieza zona del equipo	1/2/2021	93,6	0,6	0,4	1	110,400	0,009	0,833	1,200	99,25%
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	8/2/2021	167	0,6	0,4	1					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	15/2/2021	167	0,4	0,4	0,8					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	22/2/2021	167,2	1,8	1,8	3,6					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza de banda y polea										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico	24/2/2021	44,4	0,4	0,4	0,8					
	Control de apriete de pernos										
	Control de estado de rodete	25/2/2021	23,2	1,2	1,2	2,4					
	Control de banda y polea										
Hidratación de las banda											
Lubricación de rodamientos											

Equipo	Exclusa				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
MARZO	Limpieza zona del equipo	1/3/2021	93,6	0,4	0,4	0,8	134,433	0,007	0,850	1,176	99,37%
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	8/3/2021	167,2	0,4	0,4	0,8					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	15/3/2021	167,2	0,4	0,4	0,8					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	22/3/2021	167,2	1,8	1,8	3,6					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza de banda y polea										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico	30/3/2021	188,4	0,6	0,4	1					
	Control de apriete de pernos										
	Control de estado de rodete										
	Control de banda y polea	31/3/2021	23	1,5	1,2	2,7					
Hidratación de las banda											
Lubricación de rodamientos											
ABRIL	Limpieza zona del equipo	5/4/2021	117,3	0,6	0,4	1	114,350	0,009	0,883	1,132	99,23%
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	12/4/2021	167	0,6	0,4	1					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	19/4/2021	167	0,4	0,4	0,8					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	26/4/2021	167,2	1,8	1,8	3,6					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza de banda y polea										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico	28/4/2021	44,4	0,4	0,4	0,8					
	Control de apriete de pernos										
	Control de estado de rodete										
	Control de banda y polea	29/4/2021	23,2	1,5	1,2	2,7					
Hidratación de las banda											
Lubricación de rodamientos											

Equipo	Exclusa				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
MAYO	Limpieza zona del equipo	3/5/2021	93,3	0,3	0,4	0,7	126,350	0,008	0,883	1,132	99,31%
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	10/5/2021	167,3	0,6	0,4	1					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	17/5/2021	167	0,3	0,4	0,7					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	24/5/2021	167,3	2	1,8	3,8					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza de banda y polea	30/5/2021	140,2	0,6	0,4	1					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente	31/5/2021	23	1,5	1,2	2,7					
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Control de apriete de pernos	31/5/2021	23	1,5	1,2	2,7					
	Control de estado de rodete										
	Control de banda y polea	31/5/2021	23	1,5	1,2	2,7					
Hidratación de las banda											
Lubricación de rodamientos	31/5/2021	23	1,5	1,2	2,7						
Lubricación de rodamientos											
JUNIO	Limpieza zona del equipo	7/6/2021	165,3	0,6	0,4	1	118,300	0,008	0,933	1,071	99,22%
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	14/6/2021	167	0,6	0,4	1					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	21/6/2021	167	0,6	0,4	1					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	27/6/2021	143	2	1,8	3,8					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza de banda y polea	29/6/2021	44,2	0,3	0,4	0,7					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente	30/6/2021	23,3	1,5	1,2	2,7					
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Control de apriete de pernos	30/6/2021	23,3	1,5	1,2	2,7					
	Control de estado de rodete										
	Control de banda y polea	30/6/2021	23,3	1,5	1,2	2,7					
Hidratación de las banda											
Lubricación de rodamientos	30/6/2021	23,3	1,5	1,2	2,7						
Lubricación de rodamientos											

Equipo	Exclusa				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
JULIO	Limpieza zona del equipo	6/7/2021	141,3	0,4	0,4	0,8	122,350	0,008	0,833	1,200	99,32%
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	12/7/2021	143,2	0,4	0,4	0,8					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	19/7/2021	167,2	0,6	0,4	1					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	29/7/2021	239	2	1,8	3,8					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza de banda y polea										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico	30/7/2021	20,2	0,4	0,4	0,8					
	Control de apriete de pernos										
	Control de estado de rodete	31/7/2021	23,2	1,2	1,2	2,4					
	Control de banda y polea										
Hidratación de las banda											
Lubricación de rodamientos											
AGOSTO	Limpieza zona del equipo	2/8/2021	45,6	0,4	0,4	0,8	122,433	0,008	0,800	1,250	99,35%
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	9/8/2021	167,2	0,4	0,4	0,8					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	16/8/2021	167,2	0,4	0,4	0,8					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	23/8/2021	167,2	2	1,8	3,8					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza de banda y polea										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico	30/8/2021	164,2	0,4	0,4	0,8					
	Control de apriete de pernos										
	Control de estado de rodete	31/8/2021	23,2	1,2	1,2	2,4					
	Control de banda y polea										
Hidratación de las banda											
Lubricación de rodamientos											

Equipo	Exclusa				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
SEPTIEMBRE	Limpieza zona del equipo	6/9/2021	141,6	0,6	0,4	1	118,367	0,008	0,867	1,154	99,27%
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	13/9/2021	167	0,5	0,4	0,9					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	20/9/2021	167,1	0,5	0,4	0,9					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	27/9/2021	167,1	1,8	1,8	3,6					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza de banda y polea										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico	29/9/2021	44,4	0,6	0,4	1					
	Control de apriete de pernos										
	Control de estado de rodete	30/9/2021	23	1,2	1,2	2,4					
	Control de banda y polea										
Hidratación de las banda											
Lubricación de rodamientos											
OCTUBRE	Limpieza zona del equipo	4/10/2021	93,6	0,6	0,4	1	122,300	0,008	0,983	1,017	99,20%
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	11/10/2021	167	0,6	0,4	1					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	18/10/2021	167	0,6	0,4	1					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	25/10/2021	167	2	1,8	3,8					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza de banda y polea										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico	30/10/2021	116,2	0,6	0,4	1					
	Control de apriete de pernos										
	Control de estado de rodete	31/10/2021	23	1,5	1,2	2,7					
	Control de banda y polea										
Hidratación de las banda											
Lubricación de rodamientos											

Equipo	Exclusa				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
NOVIEMBRE	Limpieza zona del equipo	1/11/2021	21,3	0,5	0,4	0,9	118,350	0,008	0,883	1,132	99,26%
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	8/11/2021	167,1	0,5	0,4	0,9					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	15/11/2021	167,1	0,6	0,4	1					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	22/11/2021	167	1,8	1,8	3,6					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza de banda y polea										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico	29/11/2021	164,4	0,4	0,4	0,8					
	Control de apriete de pernos										
	Control de estado de rodete	30/11/2021	23,2	1,5	1,2	2,7					
	Control de banda y polea										
Hidratación de las banda											
Lubricación de rodamientos											
DICIEMBRE	Limpieza zona del equipo	6/12/2021	141,3	0,6	0,4	1	114,300	0,009	0,883	1,132	99,23%
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	13/12/2021	167	0,4	0,4	0,8					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	20/12/2021	167,2	0,6	0,4	1					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza zona del equipo	27/12/2021	167	2	1,8	3,8					
	Limpieza de la carcasa										
	Limpieza de banda y polea										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico	28/12/2021	20,2	0,5	0,4	0,9					
	Control de apriete de pernos										
	Control de estado de rodete	29/12/2021	23,1	1,2	1,2	2,4					
	Control de banda y polea										
Hidratación de las banda											
Lubricación de rodamientos											
TOTALES			8524	63,2	55,2	118,4	8524	0,0001	63,2	0,016	99,26%
PROMEDIOS			118,389	0,878	0,767	1,644	118,389	7,065	0,878	1,142	99,26%

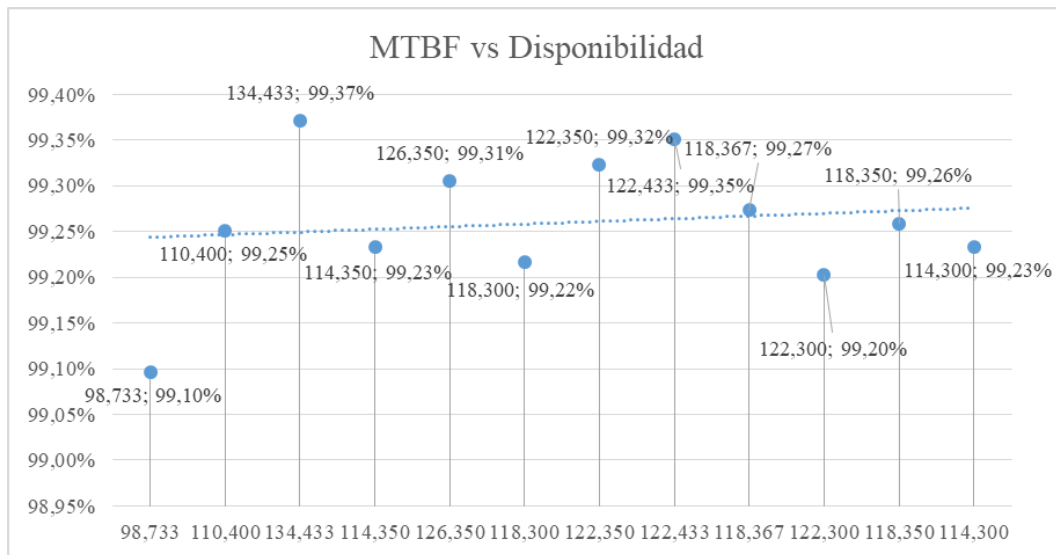


Figura 32.-Tiempo medio entre fallos vs Disponibilidad de la exclusiva.

En la figura 32 se aprecia que existe una disponibilidad máxima de un 99.37% acompañado de un MTBF de 134.43 horas, de igual manera se observa que la disponibilidad mínima es de 99.10% con un MTBF de 98.73horas.

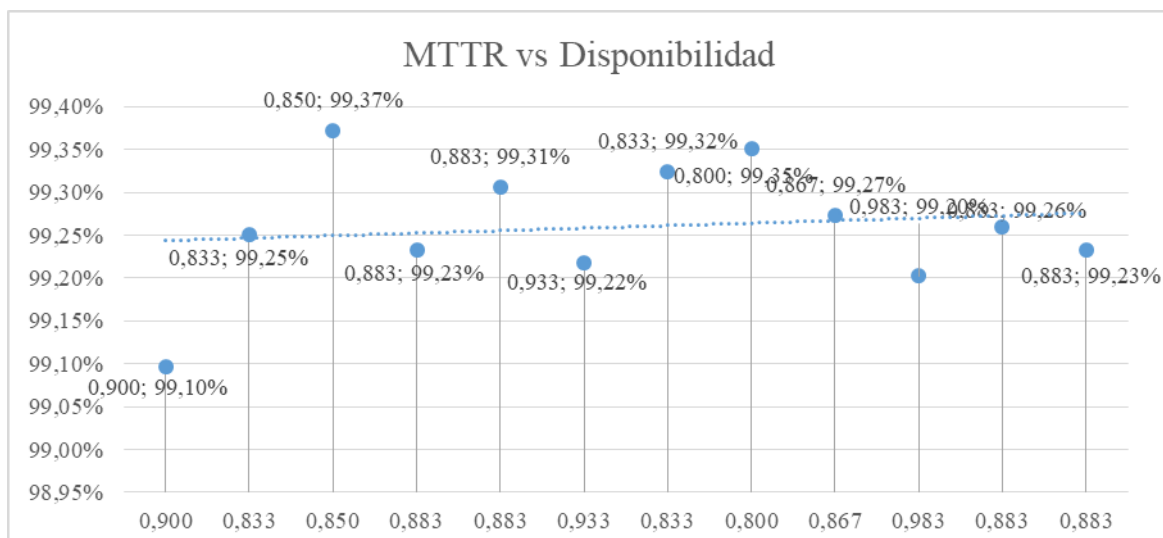


Figura 33.-Tiempo medio en reparación vs Disponibilidad de la exclusiva.

En la figura 33 se aprecia que el valor máximo de la disponibilidad es de 99.37%(MTTR=0.85 horas) y un mínimo de 99.10%(MTTR=0.9), seguido de un valor máximo de tiempo de reparación de 0.983horas (D=99.22) y un mínimo de 0.80 horas (D=99.35%). Descartando la correlación múltiple ya que los datos analizados son dispersos.

Tabla 127.- Matriz AMFE de la exclusiva.

MATRIZ AMFE											
Área:		Molienda		Marca:	ALAPALA		Fecha Rea:			Hoja N°	1
Nombre del equipo:		Exclusa		Modelo:	KEKM 45/45		Fecha Rev:			De	1
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallo	Causa raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IDR	
1	Motor eléctrico	Transformar la energía eléctrica en mecánica	Paro de la maquina	Fundición de masa	Incorrecta manipulación	Parada del proceso inesperada	2	10	2	40	Evitar golpear el cuerpo y el eje
			Ausencia de ignición	Atascamiento	Impurezas acumuladas	Arranque detenido	3	9	2	54	Limpiar minuciosamente el equipo
2	Rodamientos	Permitir el giro sin resistencia del eje dentro de la coraza del equipo	Rechinidos	Desgaste	Fricción	Sonidos extraños	3	4	7	84	Mejorar la lubricación
			Vibración	Desgaste	Lubricación pobre	Ralentización en los giros	5	6	6	180	Mejorar la lubricación
3	Cojinetes	Disminuir la fricción de elementos que se encuentran en contacto	Oxidación	Desgaste	Corrosión	Deterioro de la estructura	2	7	4	56	Recubrir las zonas expuestas
			Rechinidos en movimiento	Desgaste	Fricción	Sonidos extraños	3	5	7	105	Mejorar la lubricación y limpieza
4	Rodete	Transportar la materia prima de una sección a otra.	Se tambalea la máquina	Desalineación	Mal montaje	Giro de eje variante	2	9	5	90	Verificación del buen montaje
			Rotura de palas	Atascamiento	Impurezas en el eje	Ralentización en los giros	2	10	4	80	Limpiar minuciosamente el equipo
5	Banda	Transferir el moviento del motor aleje conductor	Desprendimiento de pedazos	Agrietamiento	Lubricación pobre	Banda pierde porciones	2	8	4	64	Mejorar la lubricación
			Se secciona su unión	Rotura	Incorrecta manipulación	No hay transmisión de movimiento	2	9	4	72	Verificar la correcta tensión de la banda
6	Polea	Guiar la polea para su correcto giro continuo	Incorrecto acople con a banda	Desalineación	Mal montaje	Giro de eje variante	2	7	5	70	Verificar el correcto giro previo al acople de la chaveta
			Separación del eje motriz	Desprendimiento	Incorrecta manipulación	Para del proceso	2	9	5	90	Verificar el correcto apriete de la chaveta

7	Carcasa	Integrar los elementos que conforman la maquina	Irregularidades en la superficie	Deformación	Incorrecta manipulación	Variación de la forma inicial	3	6	4	72	Enderezamiento de las zonas afectadas
			Oxidación de la superficie	Desgaste	Corrosión	Deterioro de la estructura	3	9	3	81	Recubrir las zonas expuestas
8	Cableado eléctrico	Permitir el flujo de la corriente eléctrica hacia el motor	No enciende el led de verificación	Obstrucción	Mal montaje	Falta de señal eléctrica	3	10	2	60	Limpiar minuciosamente evitando humedad
			Segmentación del cableado	Rotura	Cortocircuito	Intermitencia de la energía	2	10	3	60	Limpiar minuciosamente evitando humedad
9	Interruptor de corriente	Abrir o cerrar el circuito eléctrico	Oxidación	Desgaste	Corrosión	Deterioro de la estructura	3	9	3	81	Recubrir las zonas expuestas
			Desprendimiento de partes	Rotura	Cortocircuito	Corte del paso de corriente	4	9	2	72	Limpiar minuciosamente evitando humedad
10	Protector de banda	Evitar que agentes externos interfieran con el funcionamiento de la banda	Rotura de los soportes	Rotura	Incorrecta manipulación	Exposición de la banda	3	8	3	72	Ajuste adecuado al ensamblar
			Oxidación	Desgaste	Corrosión	Deterioro del protector	3	9	2	54	Recubrir las zonas expuestas

Determinación de la fiabilidad de la exclusiva en función del modelo matemático de Weibull de dos parámetros.

Tabla 128.- Datos estadísticos del mantenimiento anual de la exclusiva.

Nº Actividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)
1	1	24,000	3,178
2	1	167,000	5,118
3	1	167,000	5,118
4	1	167,000	5,118
5	1	44,400	3,793
6	1	23,000	3,135
7	1	93,600	4,539
8	1	167,000	5,118
9	1	167,000	5,118
10	1	167,200	5,119
11	1	44,400	3,793
12	1	23,200	3,144
13	1	93,600	4,539
14	1	167,200	5,119
15	1	167,200	5,119
16	1	167,200	5,119
17	1	188,400	5,239
18	1	23,000	3,135
19	1	117,300	4,765
20	1	167,000	5,118
21	1	167,000	5,118
22	1	167,200	5,119
23	1	44,400	3,793
24	1	23,200	3,144
25	1	93,300	4,536
26	1	167,300	5,120
27	1	167,000	5,118
28	1	167,300	5,120
29	1	140,200	4,943
30	1	23,000	3,135
31	1	165,300	5,108
32	1	167,000	5,118
33	1	167,000	5,118
34	1	143,000	4,963
35	1	44,200	3,789
36	1	23,300	3,148
37	1	141,300	4,951
38	1	143,200	4,964

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)
39	1	167,200	5,119
40	1	239,000	5,476
41	1	20,200	3,006
42	1	23,200	3,144
43	1	45,600	3,820
44	1	167,200	5,119
45	1	167,200	5,119
46	1	167,200	5,119
47	1	164,200	5,101
48	1	23,200	3,144
49	1	141,600	4,953
50	1	167,000	5,118
51	1	167,100	5,119
52	1	167,100	5,119
53	1	44,400	3,793
54	1	23,000	3,135
55	1	93,600	4,539
56	1	167,000	5,118
57	1	167,000	5,118
58	1	167,000	5,118
59	1	116,200	4,755
60	1	23,000	3,135
61	1	21,300	3,059
62	1	167,100	5,119
63	1	167,100	5,119
64	1	167,000	5,118
65	1	164,400	5,102
66	1	23,200	3,144
67	1	141,300	4,951
68	1	167,000	5,118
69	1	167,200	5,119
70	1	167,000	5,118
71	1	20,200	3,006
72	1	23,100	3,140

Tabla 129.- Datos calculados de la exclusiva.

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)	$(\ln(t)-X)^2$
1	1	24,000	3,178	1,786
2	1	167,000	5,118	0,364
3	1	167,000	5,118	0,364
4	1	167,000	5,118	0,364
5	1	44,400	3,793	0,520
6	1	23,000	3,135	1,902
7	1	93,600	4,539	0,001
8	1	167,000	5,118	0,364

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)	(ln(t)-X)^2
9	1	167,000	5,118	0,364
10	1	167,200	5,119	0,366
11	1	44,400	3,793	0,520
12	1	23,200	3,144	1,878
13	1	93,600	4,539	0,001
14	1	167,200	5,119	0,366
15	1	167,200	5,119	0,366
16	1	167,200	5,119	0,366
17	1	188,400	5,239	0,524
18	1	23,000	3,135	1,902
19	1	117,300	4,765	0,063
20	1	167,000	5,118	0,364
21	1	167,000	5,118	0,364
22	1	167,200	5,119	0,366
23	1	44,400	3,793	0,520
24	1	23,200	3,144	1,878
25	1	93,300	4,536	0,000
26	1	167,300	5,120	0,366
27	1	167,000	5,118	0,364
28	1	167,300	5,120	0,366
29	1	140,200	4,943	0,184
30	1	23,000	3,135	1,902
31	1	165,300	5,108	0,352
32	1	167,000	5,118	0,364
33	1	167,000	5,118	0,364
34	1	143,000	4,963	0,201
35	1	44,200	3,789	0,527
36	1	23,300	3,148	1,866
37	1	141,300	4,951	0,190
38	1	143,200	4,964	0,202
39	1	167,200	5,119	0,366
40	1	239,000	5,476	0,925
41	1	20,200	3,006	2,277
42	1	23,200	3,144	1,878
43	1	45,600	3,820	0,483
44	1	167,200	5,119	0,366
45	1	167,200	5,119	0,366
46	1	167,200	5,119	0,366
47	1	164,200	5,101	0,344
48	1	23,200	3,144	1,878
49	1	141,600	4,953	0,192
50	1	167,000	5,118	0,364
51	1	167,100	5,119	0,365
52	1	167,100	5,119	0,365

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)	(ln(t)-X)^2
53	1	44,400	3,793	0,520
54	1	23,000	3,135	1,902
55	1	93,600	4,539	0,001
56	1	167,000	5,118	0,364
57	1	167,000	5,118	0,364
58	1	167,000	5,118	0,364
59	1	116,200	4,755	0,058
60	1	23,000	3,135	1,902
61	1	21,300	3,059	2,120
62	1	167,100	5,119	0,365
63	1	167,100	5,119	0,365
64	1	167,000	5,118	0,364
65	1	164,400	5,102	0,345
66	1	23,200	3,144	1,878
67	1	141,300	4,951	0,190
68	1	167,000	5,118	0,364
69	1	167,200	5,119	0,366
70	1	167,000	5,118	0,364
71	1	20,200	3,006	2,277
72	1	23,100	3,140	1,890

Tabla 130.- Parámetros iniciales de la exclusiva.

PARÁMETROS OBTENIDOS	
MEDIA \bar{x}	4.4886
VARIANZA S^2	41.4500
DESVIACIÓN S	6.438
BETA β	0.1992
ALPHA α	1613.2514
GAMA γ	0

Tabla 131.- Tabla del cálculo de fiabilidad e infiabilidad del molino de martillos.

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{X}) ²	R(t)	R(t)%	F(t)	F(t)%
1	1	24.000	3.178	1.718	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
2	1	166.800	5.117	0.395	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
3	1	166.800	5.117	0.395	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
4	1	166.800	5.117	0.395	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
5	1	44.600	3.798	0.477	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
6	1	21.200	3.054	2.058	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
7	1	91.400	4.515	0.001	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
8	1	166.800	5.117	0.395	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
9	1	166.800	5.117	0.395	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
10	1	166.600	5.116	0.393	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{X}) ²	R(t)	R(t)%	F(t)	F(t)%
11	1	44.200	3.789	0.490	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
12	1	20.200	3.006	2.199	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
13	1	90.600	4.506	0.000	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
14	1	166.400	5.114	0.392	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
15	1	166.600	5.116	0.393	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
16	1	166.600	5.116	0.393	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
17	1	188.200	5.238	0.561	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
18	1	20.200	3.006	2.199	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
19	1	114.600	4.741	0.064	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
20	1	166.400	5.114	0.392	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
21	1	166.600	5.116	0.393	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
22	1	166.600	5.116	0.393	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
23	1	44.600	3.798	0.477	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
24	1	21.200	3.054	2.058	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
25	1	91.400	4.515	0.001	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
26	1	166.400	5.114	0.392	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
27	1	166.400	5.114	0.392	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
28	1	166.400	5.114	0.392	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
29	1	140.200	4.943	0.207	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
30	1	20.200	3.006	2.199	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
31	1	162.600	5.091	0.363	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
32	1	166.400	5.114	0.392	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
33	1	166.600	5.116	0.393	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
34	1	142.400	4.959	0.221	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
35	1	44.600	3.798	0.477	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
36	1	21.200	3.054	2.058	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
37	1	139.400	4.937	0.201	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
38	1	143.000	4.963	0.225	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
39	1	167.000	5.118	0.396	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
40	1	238.800	5.476	0.974	0.9999	99.99%	0.0001	0.01%
41	1	20.600	3.025	2.141	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
42	1	20.200	3.006	2.199	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
43	1	43.200	3.766	0.522	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
44	1	166.800	5.117	0.395	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
45	1	166.800	5.117	0.395	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
46	1	166.700	5.116	0.394	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
47	1	164.550	5.103	0.378	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
48	1	20.200	3.006	2.199	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
49	1	139.400	4.937	0.201	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
50	1	166.400	5.114	0.392	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
51	1	166.600	5.116	0.393	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
52	1	166.200	5.113	0.390	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
53	1	44.000	3.784	0.496	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
54	1	20.200	3.006	2.199	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
55	1	90.600	4.506	0.000	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{X}) ²	R(t)	R(t)%	F(t)	F(t)%
56	1	166.400	5.114	0.392	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
57	1	166.700	5.116	0.394	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
58	1	166.400	5.114	0.392	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
59	1	116.400	4.757	0.072	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
60	1	20.200	3.006	2.199	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
61	1	19.200	2.955	2.352	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
62	1	166.400	5.114	0.392	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
63	1	166.400	5.114	0.392	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
64	1	166.800	5.117	0.395	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
65	1	164.200	5.101	0.375	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
66	1	20.400	3.016	2.170	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
67	1	139.400	4.937	0.201	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
68	1	166.800	5.117	0.395	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
69	1	166.800	5.117	0.395	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
70	1	166.800	5.117	0.395	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
71	1	20.400	3.016	2.170	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%
72	1	20.400	3.016	2.170	1.0000	100.00%	0.0000	0.00%

Modelo gráfico de Weibull para de la exclusiva

$$F(i) = \frac{i-0.3}{n+0.4}$$

$$F(i) = \frac{1-0.3}{72+0.4}$$

$$F(i) = 0.0097$$

$$F(\%) = 0.97\%$$

Tabla 132.- Tabla del cálculo de falla acumulativa de la exclusiva.

N° fallas	TO(h)	Rango medio	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)
1	20,200	0,010	0,97%
2	20,200	0,023	2,35%
3	21,300	0,037	3,73%
4	23,000	0,051	5,11%
5	23,000	0,065	6,49%
6	23,000	0,079	7,87%
7	23,000	0,093	9,25%
8	23,000	0,106	10,64%
9	23,100	0,120	12,02%
10	23,200	0,134	13,40%

N° fallas	TO(h)	Rango medio	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)
10	23,200	0,134	13,40%
11	23,200	0,148	14,78%
12	23,200	0,162	16,16%
13	23,200	0,175	17,54%
14	23,200	0,189	18,92%
15	23,300	0,203	20,30%
16	24,000	0,217	21,69%
17	44,200	0,231	23,07%
18	44,400	0,244	24,45%
19	44,400	0,258	25,83%
20	44,400	0,272	27,21%
21	44,400	0,286	28,59%
22	45,600	0,300	29,97%
23	93,300	0,314	31,35%
24	93,600	0,327	32,73%
25	93,600	0,341	34,12%
26	93,600	0,355	35,50%
27	116,200	0,369	36,88%
28	117,300	0,383	38,26%
29	140,200	0,396	39,64%
30	141,300	0,410	41,02%
31	141,300	0,424	42,40%
32	141,600	0,438	43,78%
33	143,000	0,452	45,17%
34	143,200	0,465	46,55%
35	164,200	0,479	47,93%
36	164,400	0,493	49,31%
37	165,300	0,507	50,69%
38	167,000	0,521	52,07%
39	167,000	0,535	53,45%
40	167,000	0,548	54,83%
41	167,000	0,562	56,22%
42	167,000	0,576	57,60%
43	167,000	0,590	58,98%
44	167,000	0,604	60,36%
45	167,000	0,617	61,74%

N° fallas	TO(h)	Rango medio	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)
46	167,000	0,631	63,12%
47	167,000	0,645	64,50%
48	167,000	0,659	65,88%
49	167,000	0,673	67,27%
50	167,000	0,686	68,65%
51	167,000	0,700	70,03%
52	167,000	0,714	71,41%
53	167,000	0,728	72,79%
54	167,000	0,742	74,17%
55	167,100	0,756	75,55%
56	167,100	0,769	76,93%
57	167,100	0,783	78,31%
58	167,100	0,797	79,70%
59	167,200	0,811	81,08%
60	167,200	0,825	82,46%
61	167,200	0,838	83,84%
62	167,200	0,852	85,22%
63	167,200	0,866	86,60%
64	167,200	0,880	87,98%
65	167,200	0,894	89,36%
66	167,200	0,907	90,75%
67	167,200	0,921	92,13%
68	167,200	0,935	93,51%
69	167,300	0,949	94,89%
70	167,300	0,963	96,27%
71	188,400	0,977	97,65%
72	239,000	0,990	99,03%

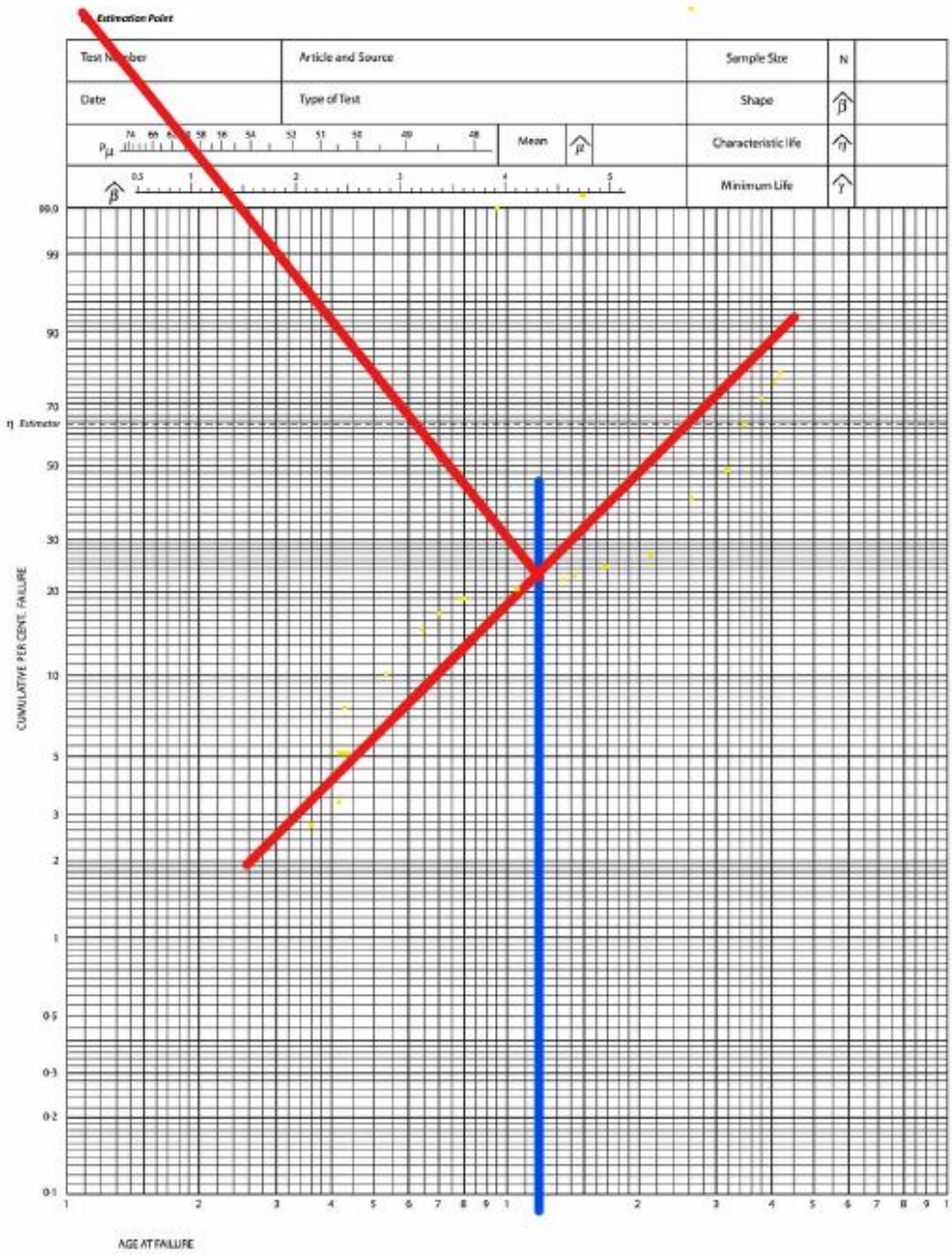


Figura 34.- Papel de Weibull de la exclusiva.

En la figura 34 se observa la presencia de datos dispersos, los cuales ayudan a obtener la línea media entre los mismos y mediante la unión del punto de referencia con una línea perpendicular trazada, se obtiene que el valor del parámetro de forma es 135 y el parámetro calculado es 1,35.

Tabla 133.- Parámetros de fallas de la exclusiva.

P_{μ}	62
β	1,35
η	103.9

Tabla 134.- Fiabilidad de Weibull de la exclusiva.

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)	R(t)	R(t)%
1	20,200	0,010	0,97%	0,9236	92,36%
2	20,200	0,023	2,35%	0,9236	92,36%
3	21,300	0,037	3,73%	0,9184	91,84%
4	23,000	0,051	5,11%	0,9102	91,02%
5	23,000	0,065	6,49%	0,9102	91,02%
6	23,000	0,079	7,87%	0,9102	91,02%
7	23,000	0,093	9,25%	0,9102	91,02%
8	23,000	0,106	10,64%	0,9102	91,02%
9	23,100	0,120	12,02%	0,9097	90,97%
10	23,200	0,134	13,40%	0,9092	90,92%
11	23,200	0,148	14,78%	0,9092	90,92%
12	23,200	0,162	16,16%	0,9092	90,92%
13	23,200	0,175	17,54%	0,9092	90,92%
14	23,200	0,189	18,92%	0,9092	90,92%
15	23,300	0,203	20,30%	0,9087	90,87%
16	24,000	0,217	21,69%	0,9053	90,53%
17	44,200	0,231	23,07%	0,8020	80,20%
18	44,400	0,244	24,45%	0,8010	80,10%
19	44,400	0,258	25,83%	0,8010	80,10%
20	44,400	0,272	27,21%	0,8010	80,10%
21	44,400	0,286	28,59%	0,8010	80,10%
22	45,600	0,300	29,97%	0,7947	79,47%
23	93,300	0,314	31,35%	0,5574	55,74%
24	93,600	0,327	32,73%	0,5561	55,61%
25	93,600	0,341	34,12%	0,5561	55,61%
26	93,600	0,355	35,50%	0,5561	55,61%
27	116,200	0,369	36,88%	0,4593	45,93%
28	117,300	0,383	38,26%	0,4549	45,49%
29	140,200	0,396	39,64%	0,3702	37,02%
30	141,300	0,410	41,02%	0,3664	36,64%
31	141,300	0,424	42,40%	0,3664	36,64%
32	141,600	0,438	43,78%	0,3654	36,54%
33	143,000	0,452	45,17%	0,3607	36,07%
34	143,200	0,465	46,55%	0,3600	36,00%
35	164,200	0,479	47,93%	0,2949	29,49%
36	164,400	0,493	49,31%	0,2943	29,43%
37	165,300	0,507	50,69%	0,2918	29,18%
38	167,000	0,521	52,07%	0,2870	28,70%
39	167,000	0,535	53,45%	0,2870	28,70%

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)	R(t)	R(t)%
40	167,000	0,548	54,83%	0,2870	28,70%
41	167,000	0,562	56,22%	0,2870	28,70%
42	167,000	0,576	57,60%	0,2870	28,70%
43	167,000	0,590	58,98%	0,2870	28,70%
44	167,000	0,604	60,36%	0,2870	28,70%
45	167,000	0,617	61,74%	0,2870	28,70%
46	167,000	0,631	63,12%	0,2870	28,70%
47	167,000	0,645	64,50%	0,2870	28,70%
48	167,000	0,659	65,88%	0,2870	28,70%
49	167,000	0,673	67,27%	0,2870	28,70%
50	167,000	0,686	68,65%	0,2870	28,70%
51	167,000	0,700	70,03%	0,2870	28,70%
52	167,000	0,714	71,41%	0,2870	28,70%
53	167,000	0,728	72,79%	0,2870	28,70%
54	167,000	0,742	74,17%	0,2870	28,70%
55	167,100	0,756	75,55%	0,2867	28,67%
56	167,100	0,769	76,93%	0,2867	28,67%
57	167,100	0,783	78,31%	0,2867	28,67%
58	167,100	0,797	79,70%	0,2867	28,67%
59	167,200	0,811	81,08%	0,2864	28,64%
60	167,200	0,825	82,46%	0,2864	28,64%
61	167,200	0,838	83,84%	0,2864	28,64%
62	167,200	0,852	85,22%	0,2864	28,64%
63	167,200	0,866	86,60%	0,2864	28,64%
64	167,200	0,880	87,98%	0,2864	28,64%
65	167,200	0,894	89,36%	0,2864	28,64%
66	167,200	0,907	90,75%	0,2864	28,64%
67	167,200	0,921	92,13%	0,2864	28,64%
68	167,200	0,935	93,51%	0,2864	28,64%
69	167,300	0,949	94,89%	0,2861	28,61%
70	167,300	0,963	96,27%	0,2861	28,61%
71	188,400	0,977	97,65%	0,2320	23,20%
72	239,000	0,990	99,03%	0,1364	13,64%

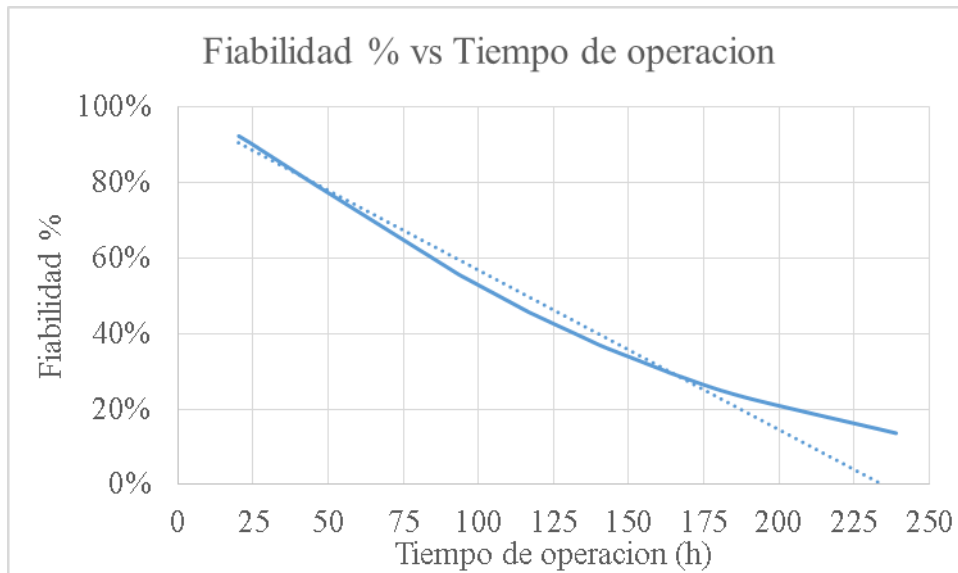


Figura 35.- Fiabilidad vs tiempo de operación de la exclusiva.

En la figura 65 se observa una trayectoria logarítmica ya que los datos se encuentran correlacionados generando una línea con tendencia decreciente, también se aprecia que existe una alta fiabilidad de la exclusiva con relación a los tiempos de operación y posterior a su puesta en marcha esta decrece en función de su uso y posibles fallas que presenta en el desarrollo de sus funciones.

Gamas de mantenimiento

Tabla 135.- Frecuencia de mantenimiento de la exclusiva del mes de Enero.

Mes		ENERO																																
Máquina	Exclusa	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la carcasa																																	
	Limpieza de banda y polea																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor eléctrico																																	
	Control de apriete de pernos																																	
	Control de estado de rodete																																	
	Control de banda y polea																																	
	Hidratación de las banda																																	
	Lubricación de rodamientos																																	

Tabla 136.- Frecuencia de mantenimiento de la exclusiva del mes de Febrero.

Mes		FEBRERO																															
Máquina	Exclusa	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES				
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28				
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de la carcasa																																
	Limpieza de banda y polea																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Control de apriete de pernos																																
	Control de estado de rodete																																
	Control de banda y polea																																
	Hidratación de las banda																																
	Lubricación de rodamientos																																

Tabla 137.- Frecuencia de mantenimiento de la exclusiva del mes de Marzo.

Mes		MARZO																																
Máquina	Exclusa	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la carcasa																																	
	Limpieza de banda y polea																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor eléctrico																																	
	Control de apriete de pernos																																	
	Control de estado de rodete																																	
	Control de banda y polea																																	
	Hidratación de las banda																																	
Lubricación de rodamientos																																		

Tabla 138.- Frecuencia de mantenimiento de la exclusiva del mes de Abril.

Mes		ABRIL																															
Máquina	Exclusa	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de la carcasa																																
	Limpieza de banda y polea																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Control de apriete de pernos																																
	Control de estado de rodete																																
	Control de banda y polea																																
	Hidratación de las banda																																
Lubricación de rodamientos																																	

Tabla 139.- Frecuencia de mantenimiento de la exclusiva del mes de Mayo.

Mes		MAYO																															
Máquina	Exclusa	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Preventivo	Limpieza zona del equipo	■							■							■																	
	Limpieza de la carcasa	■							■							■																	
	Limpieza de banda y polea	■							■							■																	
	Limpieza del cableado eléctrico	■							■							■																	
	Limpieza del interruptor de corriente	■							■							■																	
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Control de apriete de pernos																																
	Control de estado de rodete																																
	Control de banda y polea																																
	Hidratación de las banda																																
	Lubricación de rodamientos																																

Tabla 140.- Frecuencia de mantenimiento de la exclusiva del mes de Junio.

Mes		JUNIO																															
Máquina	Exclusa	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Preventivo	Limpieza zona del equipo	■				■																											
	Limpieza de la carcasa					■																											
	Limpieza de banda y polea					■																											
	Limpieza del cableado eléctrico					■																											
	Limpieza del interruptor de corriente					■																											
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Control de apriete de pernos																																
	Control de estado de rodete																																
	Control de banda y polea																																
	Hidratación de las banda																																
	Lubricación de rodamientos																																

Tabla 141.- Frecuencia de mantenimiento de la exclusiva del mes de Julio.

Mes		JULIO																																
Máquina	Exclusa	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la carcasa																																	
	Limpieza de banda y polea																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor eléctrico																																	
	Control de apriete de pernos																																	
	Control de estado de rodete																																	
	Control de banda y polea																																	
	Hidratación de las banda																																	
	Lubricación de rodamientos																																	

Tabla 142.- Frecuencia de mantenimiento de la exclusiva del mes de Agosto.

Mes		AGOSTO																																	
Máquina	Exclusa	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES			
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																		
	Limpieza de la carcasa																																		
	Limpieza de banda y polea																																		
	Limpieza del cableado eléctrico																																		
	Limpieza del interruptor de corriente																																		
	Limpieza del área del motor eléctrico																																		
	Control de apriete de pernos																																		
	Control de estado de rodete																																		
	Control de banda y polea																																		
	Hidratación de las banda																																		
	Lubricación de rodamientos																																		

Tabla 143.- Frecuencia de mantenimiento de la exclusiva del mes de Septiembre.

Mes		SEPTIEMBRE																															
Máquina	Exclusa	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de la carcasa																																
	Limpieza de banda y polea																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Control de apriete de pernos																																
	Control de estado de rodete																																
	Control de banda y polea																																
	Hidratación de las banda																																
	Lubricación de rodamientos																																

Tabla 144.- Frecuencia de mantenimiento de la exclusiva del mes de Octubre.

Mes		OCTUBRE																															
Máquina	Exclusa	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de la carcasa																																
	Limpieza de banda y polea																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Control de apriete de pernos																																
	Control de estado de rodete																																
	Control de banda y polea																																
	Hidratación de las banda																																
	Lubricación de rodamientos																																

Tabla 145.- Frecuencia de mantenimiento de la exclusiva del mes de Noviembre.

Mes		NOVIEMBRE																														
Máquina	Exclusa	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Preventivo	Limpieza zona del equipo																															
	Limpieza de la carcasa																															
	Limpieza de banda y polea																															
	Limpieza del cableado eléctrico																															
	Limpieza del interruptor de corriente																															
	Limpieza del área del motor eléctrico																															
	Control de apriete de pernos																															
	Control de estado de rodete																															
	Control de banda y polea																															
	Hidratación de las banda																															
Lubricación de rodamientos																																

Tabla 146.- Frecuencia de mantenimiento de la exclusiva del mes de Diciembre.

Mes		DICIEMBRE																															
Máquina	Exclusa	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de la carcasa																																
	Limpieza de banda y polea																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Control de apriete de pernos																																
	Control de estado de rodete																																
	Control de banda y polea																																
	Hidratación de las banda																																
Lubricación de rodamientos																																	

3.1.5.6 Molino de rodillo simple

Tabla 147.- Ficha técnica del molino de rodillo simple.

					
MOLINOS MIRAFLORES S.A					
PLANTA SANTA ROSA					
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO					
			ÁREA: MOLIENDA		
FICHA TÉCNICA			Nº: 6		
DATOS GENERALES					
NOMBRE DEL EQUIPO:			MOLINO DE RODILLO SIMPLE (ROLLER MILL)		
CÓDIGO:	MAM-00206				
MARCA:	ALAPALA				
MODELO:	DAVG 250/1250				
COLOR:	BLANCO				
SERIAL:	201124				
AÑO DE FABRICACIÓN:	2020				
ORIGEN:	TURQUÍA				
FUNCIÓN DE EQUIPO:					
Pulverizar los granos mediante la presión ejercida entre dos rodillos con estrías					
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			DIMENSIONES		
VOLTAJE:	460	voltios	ANCHO:	1866	mm
FRECUENCIA:	60	Hertz	LARGO:	1424	mm
AMPERAJE:	2,6	amperios	ALTO:	1400	mm
POTENCIA:	15	KW	VOLUMEN:	2,5	m ³
RPM MOTOR:	3000	rpm	PESO:	688	kg
TEMPERATURA DE TRABAJO:	0°-50°	centígrados			
CAPACIDAD:	1,6	toneladas			
MANTENIMIENTO					
CADA (X) HORAS DE TRABAJO:		✓			
SEMANAL:		-			
MENSUAL:		✓			
SEMESTRAL:		✓			
ANUAL:		✓			

Componentes

Tabla 148.- Componentes del molino de rodillo simple.

Nº:	Componente	Función
1	Motor eléctrico	Transformar la energía eléctrica en mecánica
2	Sistema de dosificación	Controlar la cantidad de materia prima que ingresa a los rodillos lisos
3	Tolva	Recibir la materia prima de los conductos de transporte asia el dosificador
4	Poleas	Guiar la polea para su correcto giro continuo
5	Bandas	Transferir el moviento del motor aleje conductor
6	Tapas	Proteger la zona de poleas y bandas para evitar manipulaciones
7	Perillas de calibración	Controlar la distancia entre los rodillos
8	Rodillos lisos	Triturar los granos de trigo
9	Rodillos estriados	Pulverizar los granos triturados
10	Pantalla de control	Configurar los parámetros de funcionamiento de la maquina
11	Cableado eléctrico	Permitir el flujo de la corriente eléctrica hacia el motor

Componentes sustituibles

Tabla 149.- Componentes sustituibles del molino de rodillo simple.

Componente sustituible	Características	Cantidad
Pernos de sujeción	Pernos 1 pulgada	60
Cable de alimentación eléctrica	Calibre 10	1
Interruptor eléctrico	Componente plástico	1
Banda trapezoidal	1200 longitud x 15 alto x 18 ancho	4

Instrucciones de funcionamiento

- Verificar el estado de las conexiones eléctricas
- Verificar el estado de los pernos
- Verificar que no exista fuga de materia prima
- Autorizar el funcionamiento

Normas de seguridad

- Evitar liberar polvos de harina cerca del equipo

- Prohibir la movilización del personal cerca de la máquina cuando está en funcionamiento
- Manipular la máquina solo cuando esta se encuentre apagada
- Utilizar EPP siempre que la máquina se encuentre en funcionamiento

Instrucciones de mantenimiento

Las operaciones de limpieza, de mantenimiento y de lubricación se detallan a continuación mediante tablas.

Tabla 150.- Frecuencia de las acciones del molino de rodillo simple.

Acciones de Limpieza	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Limpieza zona del equipo			X		
Limpieza de la carcasa y tapas			X		
Limpieza de la tolva del equipo			X		
Limpieza del cableado eléctrico			X		
Limpieza del interruptor de corriente			X		
Limpieza del área del motor eléctrico			X		
Limpieza de bandas y poleas			X		

Tabla 151.- Frecuencia de las acciones del molino de rodillo simple.

Acciones de Mantenimiento	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Control de rodillos lisos			X		
Control de rodillos estriado			X		
Control de rodillos rugoso			X		
Control de pantalla de control			X		
Control de la fijación de la tolva			X		
Control de estabilidad de la estructura			X		
Control de conexiones eléctricas			X		
Control de bandas y poleas			X		

Tabla 152.- Frecuencia del molino de rodillo simple.

Acciones de Lubricación	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Lubricación de bisagras de la puerta			X		
Hidratación de las banda			X		

Tabla 153.- Estadístico de mantenimiento anual del molino de rodillo simple.

Equipo	Molino simple					Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)	
ENERO	Inicio de actividades (Nuevo Año)						98,133	0,010	1,317	0,759	98,68%	
	Limpieza zona del equipo	4/1/2021	24	1	0,9	1,9						
	Limpieza de la carcasa y tapas											
	Limpieza de bandas y poleas	11/1/2021	166,1	0,9	0,9	1,8						
	Limpieza de la tolva del equipo											
	Limpieza del cableado eléctrico	18/1/2021	166,2	0,9	0,9	1,8						
	Limpieza del interruptor de corriente											
	Limpieza del área del motor eléctrico	25/1/2021	166,2	2,2	2	4,2						
	Control de rodillos lisos											
	Control de rodillos estriado											
	Control de rodillos rugoso											
	Control de pantalla de control	27/1/2021	43,8	0,9	0,6	1,5						
	Control de la fijación de la tolva											
	Control de estabilidad de la estructura											
	Control de conexiones eléctricas	28/1/2021	22,5	2	1,5	3,5						
	Control de bandas y poleas											
Lubricación de bisagras de la puerta												
Hidratación de las banda												

Equipo	Molino simple				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
FEBRERO	Limpieza zona del equipo	1/2/2021	92,5	1	0,9	1,9	109,567	0,009	1,300	0,769	98,83%
	Limpieza de la carcasa y tapas										
	Limpieza de bandas y poleas	8/2/2021	166,1	0,9	0,9	1,8					
	Limpieza de la tolva del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico	15/2/2021	166,2	0,9	0,9	1,8					
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico	22/2/2021	166,2	2,2	2	4,2					
	Control de rodillos lisos										
	Control de rodillos estriado										
	Control de rodillos rugoso										
	Control de pantalla de control										
	Control de la fijación de la tolva	24/2/2021	43,8	0,8	0,6	1,4					
	Control de estabilidad de la estructura										
	Control de conexiones eléctricas	25/2/2021	22,6	2	1,5	3,5					
	Control de bandas y poleas										
Lubricación de bisagras de la puerta											
Hidratación de las banda											

Equipo	Molino simple				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
MARZO	Limpieza zona del equipo	1/3/2021	92,5	0,9	0,9	1,8	133,550	0,007	1,317	0,759	99,02%
	Limpieza de la carcasa y tapas										
	Limpieza de bandas y poleas	8/3/2021	166,2	1	0,9	1,9					
	Limpieza de la tolva del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico	15/3/2021	166,1	1	0,9	1,9					
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico	22/3/2021	166,1	2,2	2	4,2					
	Control de rodillos lisos										
	Control de rodillos estriado										
	Control de rodillos rugoso										
	Control de pantalla de control										
	Control de la fijación de la tolva	30/3/2021	187,8	0,8	0,6	1,4					
	Control de estabilidad de la estructura										
	Control de conexiones eléctricas	31/3/2021	22,6	2	1,5	3,5					
	Control de bandas y poleas										
Lubricación de bisagras de la puerta											
Hidratación de las banda											

Equipo	Molino simple				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
ABRIL	Limpieza zona del equipo	5/4/2021	116,5	0,9	0,9	1,8	113,583	0,009	1,283	0,779	98,88%
	Limpieza de la carcasa y tapas										
	Limpieza de bandas y poleas	12/4/2021	166,2	0,9	0,9	1,8					
	Limpieza de la tolva del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico	19/4/2021	166,2	0,9	0,9	1,8					
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico	26/4/2021	166,2	2,2	2	4,2					
	Control de rodillos lisos										
	Control de rodillos estriado										
	Control de rodillos rugoso										
	Control de pantalla de control										
	Control de la fijación de la tolva	28/4/2021	43,8	0,8	0,6	1,4					
	Control de estabilidad de la estructura										
	Control de conexiones eléctricas	29/4/2021	22,6	2	1,5	3,5					
	Control de bandas y poleas										
Lubricación de bisagras de la puerta											
Hidratación de las banda											

Equipo	Molino simple				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
MAYO	Limpieza zona del equipo	3/5/2021	92,5	1	0,9	1,9	125,533	0,008	1,250	0,800	99,01%
	Limpieza de la carcasa y tapas										
	Limpieza de bandas y poleas	10/5/2021	166,1	1,1	0,9	2					
	Limpieza de la tolva del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico	17/5/2021	166	1,1	0,9	2					
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico	24/5/2021	166	2,2	2	4,2					
	Control de rodillos lisos										
	Control de rodillos estriado										
	Control de rodillos rugoso										
	Control de pantalla de control										
	Control de la fijación de la tolva	30/5/2021	139,8	0,6	0,6	1,2					
	Control de estabilidad de la estructura										
	Control de conexiones eléctricas	31/5/2021	22,8	1,5	1,5	3					
	Control de bandas y poleas										
Lubricación de bisagras de la puerta											
Hidratación de las banda											

Equipo	Molino simple				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
JUNIO	Limpieza zona del equipo	7/6/2021	165	1,1	0,9	2	117,617	0,009	1,250	0,800	98,95%
	Limpieza de la carcasa y tapas										
	Limpieza de bandas y poleas	14/6/2021	166	1,1	0,9	2					
	Limpieza de la tolva del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico	21/6/2021	166	1	0,9	1,9					
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico	27/6/2021	142,1	2	2	4					
	Control de rodillos lisos										
	Control de rodillos estriado										
	Control de rodillos rugoso										
	Control de pantalla de control										
	Control de la fijación de la tolva	29/6/2021	44	0,8	0,6	1,4					
	Control de estabilidad de la estructura										
	Control de conexiones eléctricas	30/6/2021	22,6	1,5	1,5	3					
	Control de bandas y poleas										
Lubricación de bisagras de la puerta											
Hidratación de las banda											

Equipo	Molino simple				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
JULIO	Limpieza zona del equipo	6/7/2021	141	1	0,9	1,9	121,667	0,008	1,200	0,833	99,02%
	Limpieza de la carcasa y tapas										
	Limpieza de bandas y poleas	12/7/2021	142,1	1	0,9	1,9					
	Limpieza de la tolva del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico	19/7/2021	166,1	0,9	0,9	1,8					
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico	29/7/2021	238,2	2,2	2	4,2					
	Control de rodillos lisos										
	Control de rodillos estriado										
	Control de rodillos rugoso										
	Control de pantalla de control										
	Control de la fijación de la tolva	30/7/2021	19,8	0,6	0,6	1,2					
	Control de estabilidad de la estructura										
	Control de conexiones eléctricas	31/7/2021	22,8	1,5	1,5	3					
	Control de bandas y poleas										
Lubricación de bisagras de la puerta											
Hidratación de las banda											

Equipo	Molino simple				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
AGOSTO	Limpieza zona del equipo	2/8/2021	45	1	0,9	1,9	121,683	0,008	1,200	0,833	99,02%
	Limpieza de la carcasa y tapas										
	Limpieza de bandas y poleas	9/8/2021	166,1	1	0,9	1,9					
	Limpieza de la tolva del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico	16/8/2021	166,1	1	0,9	1,9					
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico	23/8/2021	166,1	2	2	4					
	Control de rodillos lisos										
	Control de rodillos estriado										
	Control de rodillos rugoso										
	Control de pantalla de control										
	Control de la fijación de la tolva	30/8/2021	164	0,6	0,6	1,2					
	Control de estabilidad de la estructura										
	Control de conexiones eléctricas	31/8/2021	22,8	1,6	1,5	3,1					
	Control de bandas y poleas										
Lubricación de bisagras de la puerta											
Hidratación de las banda											

Equipo	Molino simple				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
SEPTIEMBRE	Limpieza zona del equipo	6/9/2021	140,9	0,9	0,9	1,8	117,717	0,008	1,183	0,845	99,00%
	Limpieza de la carcasa y tapas										
	Limpieza de bandas y poleas	13/9/2021	166,2	0,9	0,9	1,8					
	Limpieza de la tolva del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico	20/9/2021	166,2	0,9	0,9	1,8					
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico	27/9/2021	166,2	1,8	2	3,8					
	Control de rodillos lisos										
	Control de rodillos estriado										
	Control de rodillos rugoso										
	Control de pantalla de control										
	Control de la fijación de la tolva	29/9/2021	44,2	0,8	0,6	1,4					
	Control de estabilidad de la estructura										
	Control de conexiones eléctricas	30/9/2021	22,6	1,8	1,5	3,3					
	Control de bandas y poleas										
Lubricación de bisagras de la puerta											
Hidratación de las banda											

Equipo	Molino simple				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
OCTUBRE	Limpieza zona del equipo	4/10/2021	92,7	1	0,9	1,9	121,633	0,008	1,183	0,845	99,04%
	Limpieza de la carcasa y tapas										
	Limpieza de bandas y poleas	11/10/2021	166,1	1	0,9	1,9					
	Limpieza de la tolva del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico	18/10/2021	166,1	1	0,9	1,9					
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico	25/10/2021	166,1	2	2	4					
	Control de rodillos lisos										
	Control de rodillos estriado										
	Control de rodillos rugoso										
	Control de pantalla de control	30/10/2021	116	0,6	0,6	1,2					
	Control de la fijación de la tolva										
	Control de estabilidad de la estructura										
	Control de conexiones eléctricas	31/10/2021	22,8	1,5	1,5	3					
Control de bandas y poleas											
Lubricación de bisagras de la puerta											
Hidratación de las banda											

Equipo	Molino simple				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
NOVIEMBRE	Limpieza zona del equipo	1/11/2021	21	0,8	0,9	1,7	117,750	0,008	1,067	0,938	99,10%
	Limpieza de la carcasa y tapas										
	Limpieza de bandas y poleas	8/11/2021	166,3	0,8	0,9	1,7					
	Limpieza de la tolva del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico	15/11/2021	166,3	0,8	0,9	1,7					
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico	22/11/2021	166,3	2,2	2	4,2					
	Control de rodillos lisos										
	Control de rodillos estriado										
	Control de rodillos rugoso										
	Control de pantalla de control										
	Control de la fijación de la tolva	29/11/2021	163,8	0,6	0,6	1,2					
	Control de estabilidad de la estructura										
	Control de conexiones eléctricas	30/11/2021	22,8	1,2	1,5	2,7					
	Control de bandas y poleas										
Lubricación de bisagras de la puerta											
Hidratación de las banda											

Equipo	Molino simple				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
DICIEMBRE	Limpieza zona del equipo	6/12/2021	141,3	0,75	0,9	1,65	113,825	0,009	1,108	0,902	99,04%
	Limpieza de la carcasa y tapas										
	Limpieza de bandas y poleas	13/12/2021	166,35	0,75	0,9	1,65					
	Limpieza de la tolva del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico	20/12/2021	166,35	0,75	0,9	1,65					
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico	27/12/2021	166,35	2	2	4					
	Control de rodillos lisos										
	Control de rodillos estriado										
	Control de rodillos rugoso										
	Control de pantalla de control										
	Control de la fijación de la tolva	28/12/2021	20	0,8	0,6	1,4					
	Control de estabilidad de la estructura										
	Control de conexiones eléctricas	29/12/2021	22,6	1,6	1,5	3,1					
	Control de bandas y poleas										
Lubricación de bisagras de la puerta											
Hidratación de las banda											
TOTALES			8473,6	87,95	81,6	169,6	8474	0,0001	87,95	0,011	98,97%
PROMEDIOS			117,688	1,222	1,133	2,355	117,688	11,483	1,222	0,822	98,97%

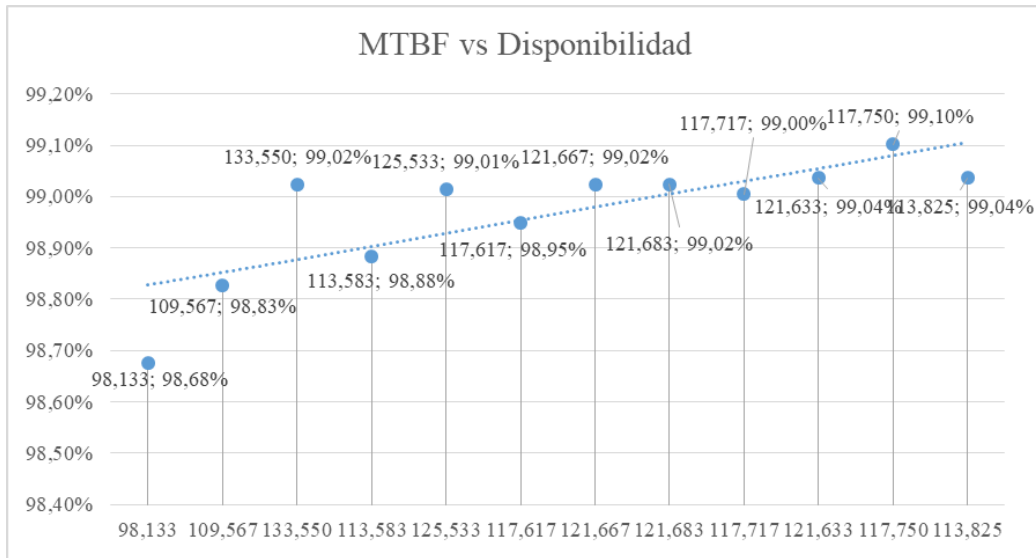


Figura 36.-Tiempo medio entre fallos vs Disponibilidad del molino de rodillo simple.

En la presente figura 36 se logra apreciar que existe una disponibilidad máxima de un 99.10% acompañado de un MTBF de 117.75 horas, de igual manera se observa que la disponibilidad mínima es de 98.68% con un MTBF de 98.13 horas.

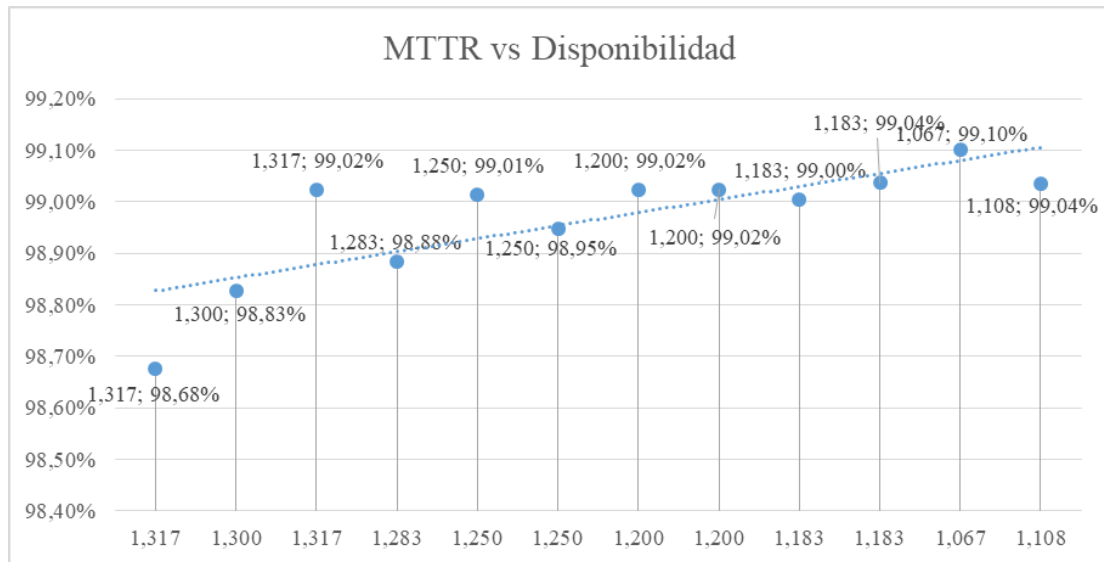


Figura 37.-Tiempo medio en reparación vs Disponibilidad del molino de rodillo simple.

En la figura 37 se aprecia que el valor máximo de la disponibilidad es de 99.4%(MTTR=1.183 horas) y un mínimo de 98.68%(MTTR=1.317), seguido de un valor máximo de tiempo de reparación de 1.317 horas y un mínimo de 1.06 horas. Apreciando una notoria repetición del MTTR=1.317 horas y una dispersión de puntos.

Tabla 154.- Matriz AMFE del molino de rodillo simple.

MATRIZ AMFE											
Área:		Molienda		Marca:	ALAPALA		Fecha Rea:			Hoja N°	1
Nombre del		Molino simple		Modelo:	DAVG 250/1250		Fecha Rev:			De	1
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallo	Causa raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IDR	
1	Motor eléctrico	Transformar la energía eléctrica en mecánica	Paro de la maquina	Fundición de masa	Incorrecta manipulación	Parada del proceso inesperada	2	10	2	40	Evitar golpear el cuerpo y el eje
			Ausencia de ignición	Atascamiento	Impurezas acumuladas	Arranque detenido	3	9	2	54	Limpiar minuciosamente el equipo
2	Sistema de dosificación	Controlar la cantidad de materia prima que ingresa a los rodillos lisos	Ceja de salida atorada	Desgaste	Fricción	Dosificación variante	2	7	5	70	Mejorar la lubricación
			Vibración	Desgaste	Lubricación pobre	Dosificación inexacta	3	8	4	96	Mejorar la lubricación
3	Tolva	Recibir la materia prima de los conductos de transporte asia el dosificador	Oxidación	Desgaste	Corrosión	Deterioro de la estructura	3	9	3	81	Recubrir las zonas expuestas
			Incorrecto acople de la tolva	Desalineación	Mal montaje	Perdida de materia prima	2	6	5	60	Verificación de la no existencia de separaciones y fugas
4	Poleas	Guiar la polea para su correcto giro continuo	Incorrecto acople con a banda	Desalineación	Mal montaje	Giro de eje variante	2	7	5	70	Verificar el correcto giro previo al acople de la chaveta
			Separación del eje motriz	Desprendimiento	Incorrecta manipulación	Para del proceso	2	9	5	90	Verificar el correcto apriete de la chaveta
5	Bandas	Transferir el moviomento del motor aleje conductor	Desprendimiento de pedazos	Agrietamiento	Lubricación pobre	Banda pierde porciones	2	7	8	112	Mejorar la lubricación
			Se secciona su unión	Rotura	Incorrecta manipulación	No hay transmisión de movimiento	2	9	9	162	Verificar la correcta tensión de la banda

6	Tapas	Evitar que agentes externos interfieran con el funcionamiento de la banda	Rotura de los soportes	Rotura	Incorrecta manipulación	Exposición de la banda	2	8	2	32	Ajuste adecuado al ensamblar
			Oxidación	Desgaste	Corrosión	Deterioro del protector	2	9	4	72	Recubrir las zonas expuestas
7	Perillas de calibración	Controlar la distancia entre los rodillos	Desajuste de los rodillos	Desgaste	Fricción	Granulometría variante	2	6	8	96	Enderezamiento de las zonas afectadas
			Desprendimiento de la perilla	Desprendimiento	Incorrecta manipulación	Limitación del control de la distancia de rodillos	3	9	3	81	Recubrir las zonas expuestas
8	Rodillos lisos	Triturar los granos de trigo	Separación de los rodillos	Desalineación	Mal montaje	Trituración aleatoria	2	7	6	84	Verificar el correcto ensamble
			Choque de rodillos	Obstrucción	Mal montaje	Acumulación de granos	2	8	6	96	Verificar la separación establecida por el fabricante
9	Rodillos estriados	Pulverizar los granos triturados	Separación de los rodillos	Desalineación	Mal montaje	Pulverización no homogénea	2	7	6	84	Verificar el correcto ensamble
			Choque de rodillos	Obstrucción	Mal montaje	Acumulación de grano triturado	2	8	6	96	Verificar la separación establecida por el fabricante
10	Pantalla de control	Configurar los parámetros de funcionamiento de la máquina	Pantalla apagada	Desconfiguración	Conexiones inestables	Limitación de uso de la máquina	2	10	1	20	Verificar las conexiones en los mantenimientos
			Inexactitud de comandos táctiles	Descalibración	Incorrecto mantenimiento	Limitación de uso de la máquina	3	9	4	108	Calibrar la pantalla
11	Cableado eléctrico	Permitir el flujo de la corriente eléctrica hacia el motor	No enciende el led de verificación	Obstrucción	Mal montaje	Falta de señal eléctrica	3	10	2	60	Limpiar minuciosamente evitando humedad
			Segmentación del cableado	Rotura	Cortocircuito	Intermitencia de la energía	2	10	3	60	Limpiar minuciosamente evitando humedad

Determinación de la fiabilidad del molino de rodillo simple en función del modelo matemático de Weibull de dos parámetros.

Tabla 155.- Datos estadísticos del mantenimiento anual de la exclusiva.

Nº Actividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)
1	1	24,000	3,178
2	1	166,100	5,113
3	1	166,200	5,113
4	1	166,200	5,113
5	1	43,800	3,780
6	1	22,500	3,114
7	1	92,500	4,527
8	1	166,100	5,113
9	1	166,200	5,113
10	1	166,200	5,113
11	1	43,800	3,780
12	1	22,600	3,118
13	1	92,500	4,527
14	1	166,200	5,113
15	1	166,100	5,113
16	1	166,100	5,113
17	1	187,800	5,235
18	1	22,600	3,118
19	1	116,500	4,758
20	1	166,200	5,113
21	1	166,200	5,113
22	1	166,200	5,113
23	1	43,800	3,780
24	1	22,600	3,118
25	1	92,500	4,527
26	1	166,100	5,113
27	1	166,000	5,112
28	1	166,000	5,112
29	1	139,800	4,940
30	1	22,800	3,127
31	1	165,000	5,106
32	1	166,000	5,112
33	1	166,000	5,112
34	1	142,100	4,957
35	1	44,000	3,784
36	1	22,600	3,118
37	1	141,000	4,949
38	1	142,100	4,957

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)
39	1	166,100	5,113
40	1	238,200	5,473
41	1	19,800	2,986
42	1	22,800	3,127
43	1	45,000	3,807
44	1	166,100	5,113
45	1	166,100	5,113
46	1	166,100	5,113
47	1	164,000	5,100
48	1	22,800	3,127
49	1	140,900	4,948
50	1	166,200	5,113
51	1	166,200	5,113
52	1	166,200	5,113
53	1	44,200	3,789
54	1	22,600	3,118
55	1	92,700	4,529
56	1	166,100	5,113
57	1	166,100	5,113
58	1	166,100	5,113
59	1	116,000	4,754
60	1	22,800	3,127
61	1	21,000	3,045
62	1	166,300	5,114
63	1	166,300	5,114
64	1	166,300	5,114
65	1	163,800	5,099
66	1	22,800	3,127
67	1	141,300	4,951
68	1	166,350	5,114
69	1	166,350	5,114
70	1	166,350	5,114
71	1	20,000	2,996
72	1	22,600	3,118

Tabla 156.- Datos calculados de la exclusiva.

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)	$(\ln(t)-X)^2$
1	1	24,000	3,178	1,764
2	1	166,100	5,113	0,368
3	1	166,200	5,113	0,369
4	1	166,200	5,113	0,369
5	1	43,800	3,780	0,528
6	1	22,500	3,114	1,939

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)	(ln(t)-X)^2
7	1	92,500	4,527	0,000
8	1	166,100	5,113	0,368
9	1	166,200	5,113	0,369
10	1	166,200	5,113	0,369
11	1	43,800	3,780	0,528
12	1	22,600	3,118	1,927
13	1	92,500	4,527	0,000
14	1	166,200	5,113	0,369
15	1	166,100	5,113	0,368
16	1	166,100	5,113	0,368
17	1	187,800	5,235	0,532
18	1	22,600	3,118	1,927
19	1	116,500	4,758	0,063
20	1	166,200	5,113	0,369
21	1	166,200	5,113	0,369
22	1	166,200	5,113	0,369
23	1	43,800	3,780	0,528
24	1	22,600	3,118	1,927
25	1	92,500	4,527	0,000
26	1	166,100	5,113	0,368
27	1	166,000	5,112	0,367
28	1	166,000	5,112	0,367
29	1	139,800	4,940	0,188
30	1	22,800	3,127	1,903
31	1	165,000	5,106	0,360
32	1	166,000	5,112	0,367
33	1	166,000	5,112	0,367
34	1	142,100	4,957	0,203
35	1	44,000	3,784	0,521
36	1	22,600	3,118	1,927
37	1	141,000	4,949	0,196
38	1	142,100	4,957	0,203
39	1	166,100	5,113	0,368
40	1	238,200	5,473	0,935
41	1	19,800	2,986	2,312
42	1	22,800	3,127	1,903
43	1	45,000	3,807	0,489
44	1	166,100	5,113	0,368
45	1	166,100	5,113	0,368
46	1	166,100	5,113	0,368
47	1	164,000	5,100	0,353
48	1	22,800	3,127	1,903

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)	(ln(t)-X)^2
49	1	140,900	4,948	0,195
50	1	166,200	5,113	0,369
51	1	166,200	5,113	0,369
52	1	166,200	5,113	0,369
53	1	44,200	3,789	0,515
54	1	22,600	3,118	1,927
55	1	92,700	4,529	0,001
56	1	166,100	5,113	0,368
57	1	166,100	5,113	0,368
58	1	166,100	5,113	0,368
59	1	116,000	4,754	0,061
60	1	22,800	3,127	1,903
61	1	21,000	3,045	2,136
62	1	166,300	5,114	0,369
63	1	166,300	5,114	0,369
64	1	166,300	5,114	0,369
65	1	163,800	5,099	0,351
66	1	22,800	3,127	1,903
67	1	141,300	4,951	0,198
68	1	166,350	5,114	0,370
69	1	166,350	5,114	0,370
70	1	166,350	5,114	0,370
71	1	20,000	2,996	2,281
72	1	22,600	3,118	1,927

Tabla 157.- Parámetros iniciales del molino de rodillo simple.

PARÁMETROS OBTENIDOS	
MEDIA \bar{x}	4.5061
VARIANZA S^2	3600738
DESVIACIÓN S	6.066
BETA β	0.2135
ALPHA α	1351.6535
GAMA γ	0

Tabla 158.- Tabla del cálculo de fiabilidad e in fiabilidad del molino de rodillo simple.

Nº Actividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{X}) ²	R(t)	R(t)%	F(t)	F(t)%
1	1	24.000	3.178	1.764	0.99999999	100.00%	0.0000	0.00%
2	1	166.100	5.113	0.368	0.99994554	99.99%	0.0001	0.01%
3	1	166.200	5.113	0.369	0.99994539	99.99%	0.0001	0.01%
4	1	166.200	5.113	0.369	0.99994539	99.99%	0.0001	0.01%
5	1	43.800	3.780	0.528	0.99999989	100.00%	0.0000	0.00%
6	1	22.500	3.114	1.939	1.00000000	100.00%	0.0000	0.00%
7	1	92.500	4.527	0.000	0.99999649	100.00%	0.0000	0.00%
8	1	166.100	5.113	0.368	0.99994554	99.99%	0.0001	0.01%
9	1	166.200	5.113	0.369	0.99994539	99.99%	0.0001	0.01%
10	1	166.200	5.113	0.369	0.99994539	99.99%	0.0001	0.01%
11	1	43.800	3.780	0.528	0.99999989	100.00%	0.0000	0.00%
12	1	22.600	3.118	1.927	1.00000000	100.00%	0.0000	0.00%
13	1	92.500	4.527	0.000	0.99999649	100.00%	0.0000	0.00%
14	1	166.200	5.113	0.369	0.99994539	99.99%	0.0001	0.01%
15	1	166.100	5.113	0.368	0.99994554	99.99%	0.0001	0.01%
16	1	166.100	5.113	0.368	0.99994554	99.99%	0.0001	0.01%
17	1	187.800	5.235	0.532	0.99990323	99.99%	0.0001	0.01%
18	1	22.600	3.118	1.927	1.00000000	100.00%	0.0000	0.00%
19	1	116.500	4.758	0.063	0.99998966	100.00%	0.0000	0.00%
20	1	166.200	5.113	0.369	0.99994539	99.99%	0.0001	0.01%
21	1	166.200	5.113	0.369	0.99994539	99.99%	0.0001	0.01%
22	1	166.200	5.113	0.369	0.99994539	99.99%	0.0001	0.01%
23	1	43.800	3.780	0.528	0.99999989	100.00%	0.0000	0.00%
24	1	22.600	3.118	1.927	1.00000000	100.00%	0.0000	0.00%
25	1	92.500	4.527	0.000	0.99999649	100.00%	0.0000	0.00%
26	1	166.100	5.113	0.368	0.99994554	99.99%	0.0001	0.01%
27	1	166.000	5.112	0.367	0.99994570	99.99%	0.0001	0.01%
28	1	166.000	5.112	0.367	0.99994570	99.99%	0.0001	0.01%
29	1	139.800	4.940	0.188	0.99997571	100.00%	0.0000	0.00%
30	1	22.800	3.127	1.903	1.00000000	100.00%	0.0000	0.00%
31	1	165.000	5.106	0.360	0.99994721	99.99%	0.0001	0.01%
32	1	166.000	5.112	0.367	0.99994570	99.99%	0.0001	0.01%
33	1	166.000	5.112	0.367	0.99994570	99.99%	0.0001	0.01%
34	1	142.100	4.957	0.203	0.99997378	100.00%	0.0000	0.00%
35	1	44.000	3.784	0.521	0.99999989	100.00%	0.0000	0.00%
36	1	22.600	3.118	1.927	1.00000000	100.00%	0.0000	0.00%
37	1	141.000	4.949	0.196	0.99997472	100.00%	0.0000	0.00%
38	1	142.100	4.957	0.203	0.99997378	100.00%	0.0000	0.00%
39	1	166.100	5.113	0.368	0.99994554	99.99%	0.0001	0.01%
40	1	238.200	5.473	0.935	0.99970542	99.97%	0.0003	0.03%
41	1	19.800	2.986	2.312	1.00000000	100.00%	0.0000	0.00%
42	1	22.800	3.127	1.903	1.00000000	100.00%	0.0000	0.00%

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{x}) ²	R(t)	R(t)%	F(t)	F(t)%
43	1	45.000	3.807	0.489	0.99999988	100.00%	0.0000	0.00%
44	1	166.100	5.113	0.368	0.99994554	99.99%	0.0001	0.01%
45	1	166.100	5.113	0.368	0.99994554	99.99%	0.0001	0.01%
46	1	166.100	5.113	0.368	0.99994554	99.99%	0.0001	0.01%
47	1	164.000	5.100	0.353	0.99994869	99.99%	0.0001	0.01%
48	1	22.800	3.127	1.903	1.00000000	100.00%	0.0000	0.00%
49	1	140.900	4.948	0.195	0.99997480	100.00%	0.0000	0.00%
50	1	166.200	5.113	0.369	0.99994539	99.99%	0.0001	0.01%
51	1	166.200	5.113	0.369	0.99994539	99.99%	0.0001	0.01%
52	1	166.200	5.113	0.369	0.99994539	99.99%	0.0001	0.01%
53	1	44.200	3.789	0.515	0.99999989	100.00%	0.0000	0.00%
54	1	22.600	3.118	1.927	1.00000000	100.00%	0.0000	0.00%
55	1	92.700	4.529	0.001	0.99999645	100.00%	0.0000	0.00%
56	1	166.100	5.113	0.368	0.99994554	99.99%	0.0001	0.01%
57	1	166.100	5.113	0.368	0.99994554	99.99%	0.0001	0.01%
58	1	166.100	5.113	0.368	0.99994554	99.99%	0.0001	0.01%
59	1	116.000	4.754	0.061	0.99998986	100.00%	0.0000	0.00%
60	1	22.800	3.127	1.903	1.00000000	100.00%	0.0000	0.00%
61	1	21.000	3.045	2.136	1.00000000	100.00%	0.0000	0.00%
62	1	166.300	5.114	0.369	0.99994524	99.99%	0.0001	0.01%
63	1	166.300	5.114	0.369	0.99994524	99.99%	0.0001	0.01%
64	1	166.300	5.114	0.369	0.99994524	99.99%	0.0001	0.01%
65	1	163.800	5.099	0.351	0.99994899	99.99%	0.0001	0.01%
66	1	22.800	3.127	1.903	1.00000000	100.00%	0.0000	0.00%
67	1	141.300	4.951	0.198	0.99997446	100.00%	0.0000	0.00%
68	1	166.350	5.114	0.370	0.99994516	99.99%	0.0001	0.01%
69	1	166.350	5.114	0.370	0.99994516	99.99%	0.0001	0.01%
70	1	166.350	5.114	0.370	0.99994516	99.99%	0.0001	0.01%
71	1	20.000	2.996	2.281	1.00000000	100.00%	0.0000	0.00%
72	1	22.600	3.118	1.927	1.00000000	100.00%	0.0000	0.00%

Modelo gráfico de Weibull para el molino de rodillo simple

$$F(i) = \frac{i-0.3}{n+0.4}$$

$$F(i) = \frac{1-0.3}{72+0.4}$$

$$F(i) = 0.0097$$

$$F(\%) = 0.97\%$$

Tabla 184. Tabla del cálculo de falla acumulativa del molino de rodillo simple.

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)
1	19,800	0,010	0,97%
2	20,000	0,023	2,35%
3	21,000	0,037	3,73%
4	22,500	0,051	5,11%
5	22,600	0,065	6,49%
6	22,600	0,079	7,87%
7	22,600	0,093	9,25%
8	22,600	0,106	10,64%
9	22,600	0,120	12,02%
10	22,600	0,134	13,40%
11	22,800	0,148	14,78%
12	22,800	0,162	16,16%
13	22,800	0,175	17,54%
14	22,800	0,189	18,92%
15	22,800	0,203	20,30%
16	24,000	0,217	21,69%
17	43,800	0,231	23,07%
18	43,800	0,244	24,45%
19	43,800	0,258	25,83%
20	44,000	0,272	27,21%
21	44,200	0,286	28,59%
22	45,000	0,300	29,97%
23	92,500	0,314	31,35%
24	92,500	0,327	32,73%
25	92,500	0,341	34,12%
26	92,700	0,355	35,50%
27	116,000	0,369	36,88%
28	116,500	0,383	38,26%
29	139,800	0,396	39,64%
30	140,900	0,410	41,02%
31	141,000	0,424	42,40%
32	141,300	0,438	43,78%
33	142,100	0,452	45,17%
34	142,100	0,465	46,55%
35	163,800	0,479	47,93%
36	164,000	0,493	49,31%
37	165,000	0,507	50,69%
38	166,000	0,521	52,07%
39	166,000	0,535	53,45%
40	166,000	0,548	54,83%

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)
41	166,000	0,562	56,22%
42	166,100	0,576	57,60%
43	166,100	0,590	58,98%
44	166,100	0,604	60,36%
45	166,100	0,617	61,74%
46	166,100	0,631	63,12%
47	166,100	0,645	64,50%
48	166,100	0,659	65,88%
49	166,100	0,673	67,27%
50	166,100	0,686	68,65%
51	166,100	0,700	70,03%
52	166,100	0,714	71,41%
53	166,100	0,728	72,79%
54	166,200	0,742	74,17%
55	166,200	0,756	75,55%
56	166,200	0,769	76,93%
57	166,200	0,783	78,31%
58	166,200	0,797	79,70%
59	166,200	0,811	81,08%
60	166,200	0,825	82,46%
61	166,200	0,838	83,84%
62	166,200	0,852	85,22%
63	166,200	0,866	86,60%
64	166,200	0,880	87,98%
65	166,300	0,894	89,36%
66	166,300	0,907	90,75%
67	166,300	0,921	92,13%
68	166,350	0,935	93,51%
69	166,350	0,949	94,89%
70	166,350	0,963	96,27%
71	187,800	0,977	97,65%
72	238,200	0,990	99,03%

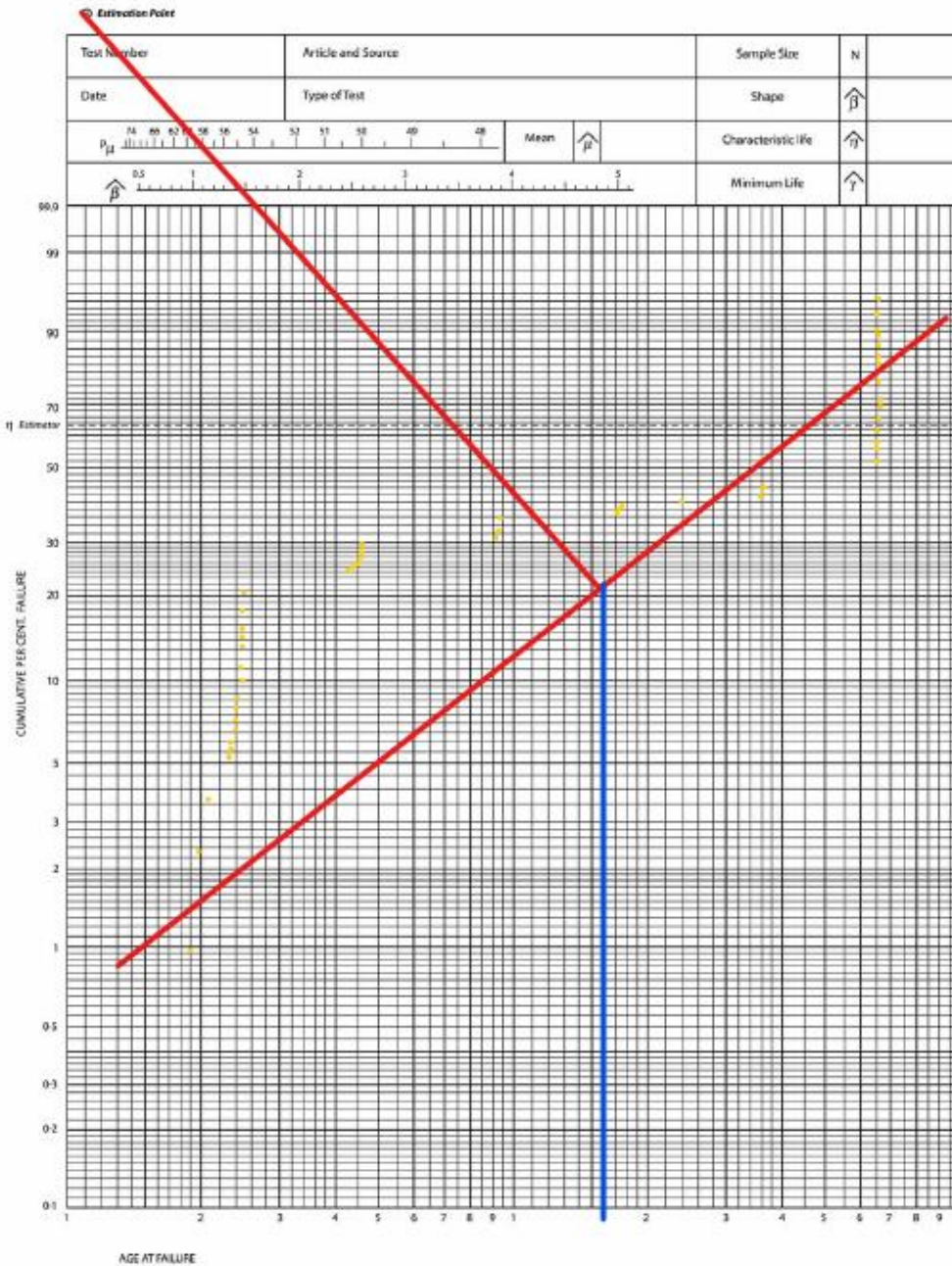


Figura 38.- Papel de Weibull del molino de rodillo simple.

En la figura 38 se observa la presencia de datos dispersos, los cuales ayudan a obtener la línea media entre los mismos y mediante la unión del punto de referencia con una línea perpendicular trazada, se obtiene que el valor del parámetro de forma es 116 y el parámetro calculado es 1,4.

Tabla 159.- Parámetros de fallas del molino de rodillo simple.

P_{μ}	58
β	1,4
η	116

Tabla 160.- Fiabilidad de Weibull del molino de rodillo.

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)	R(t)	R(t)%
1	19,800	0,010	0,97%	0,9240	92,40%
2	20,000	0,023	2,35%	0,9230	92,30%
3	21,000	0,037	3,73%	0,9190	91,90%
4	22,500	0,051	5,11%	0,9110	91,10%
5	22,600	0,065	6,49%	0,9110	91,10%
6	22,600	0,079	7,87%	0,9110	91,10%
7	22,600	0,093	9,25%	0,9110	91,10%
8	22,600	0,106	10,64%	0,9110	91,10%
9	22,600	0,120	12,02%	0,9110	91,10%
10	22,600	0,134	13,40%	0,9110	91,10%
11	22,800	0,148	14,78%	0,9100	91,00%
12	22,800	0,162	16,16%	0,9100	91,00%
13	22,800	0,175	17,54%	0,9100	91,00%
14	22,800	0,189	18,92%	0,9100	91,00%
15	22,800	0,203	20,30%	0,9100	91,00%
16	24,000	0,217	21,69%	0,9040	90,40%
17	43,800	0,231	23,07%	0,8020	80,20%
18	43,800	0,244	24,45%	0,8020	80,20%
19	43,800	0,258	25,83%	0,8020	80,20%
20	44,000	0,272	27,21%	0,8010	80,10%
21	44,200	0,286	28,59%	0,8000	80,00%
22	45,000	0,300	29,97%	0,7960	79,60%
23	92,500	0,314	31,35%	0,5580	55,80%
24	92,500	0,327	32,73%	0,5580	55,80%
25	92,500	0,341	34,12%	0,5580	55,80%
26	92,700	0,355	35,50%	0,5570	55,70%
27	116,000	0,369	36,88%	0,4570	45,70%
28	116,500	0,383	38,26%	0,4550	45,50%
29	139,800	0,396	39,64%	0,3690	36,90%
30	140,900	0,410	41,02%	0,3650	36,50%
31	141,000	0,424	42,40%	0,3650	36,50%
32	141,300	0,438	43,78%	0,3640	36,40%
33	142,100	0,452	45,17%	0,3610	36,10%
34	142,100	0,465	46,55%	0,3610	36,10%
35	163,800	0,479	47,93%	0,2940	29,40%
36	164,000	0,493	49,31%	0,2930	29,30%
37	165,000	0,507	50,69%	0,2900	29,00%
38	166,000	0,521	52,07%	0,2870	28,70%

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)	R(t)	R(t)%
39	166,000	0,535	53,45%	0,2870	28,70%
40	166,000	0,548	54,83%	0,2870	28,70%
41	166,000	0,562	56,22%	0,2870	28,70%
42	166,100	0,576	57,60%	0,2870	28,70%
43	166,100	0,590	58,98%	0,2870	28,70%
44	166,100	0,604	60,36%	0,2870	28,70%
45	166,100	0,617	61,74%	0,2870	28,70%
46	166,100	0,631	63,12%	0,2870	28,70%
47	166,100	0,645	64,50%	0,2870	28,70%
48	166,100	0,659	65,88%	0,2870	28,70%
49	166,100	0,673	67,27%	0,2870	28,70%
50	166,100	0,686	68,65%	0,2870	28,70%
51	166,100	0,700	70,03%	0,2870	28,70%
52	166,100	0,714	71,41%	0,2870	28,70%
53	166,100	0,728	72,79%	0,2870	28,70%
54	166,200	0,742	74,17%	0,2870	28,70%
55	166,200	0,756	75,55%	0,2870	28,70%
56	166,200	0,769	76,93%	0,2870	28,70%
57	166,200	0,783	78,31%	0,2870	28,70%
58	166,200	0,797	79,70%	0,2870	28,70%
59	166,200	0,811	81,08%	0,2870	28,70%
60	166,200	0,825	82,46%	0,2870	28,70%
61	166,200	0,838	83,84%	0,2870	28,70%
62	166,200	0,852	85,22%	0,2870	28,70%
63	166,200	0,866	86,60%	0,2870	28,70%
64	166,200	0,880	87,98%	0,2870	28,70%
65	166,300	0,894	89,36%	0,2870	28,70%
66	166,300	0,907	90,75%	0,2870	28,70%
67	166,300	0,921	92,13%	0,2870	28,70%
68	166,350	0,935	93,51%	0,2860	28,60%
69	166,350	0,949	94,89%	0,2860	28,60%
70	166,350	0,963	96,27%	0,2860	28,60%
71	187,800	0,977	97,65%	0,2310	23,10%
72	238,200	0,990	99,03%	0,1360	13,60%

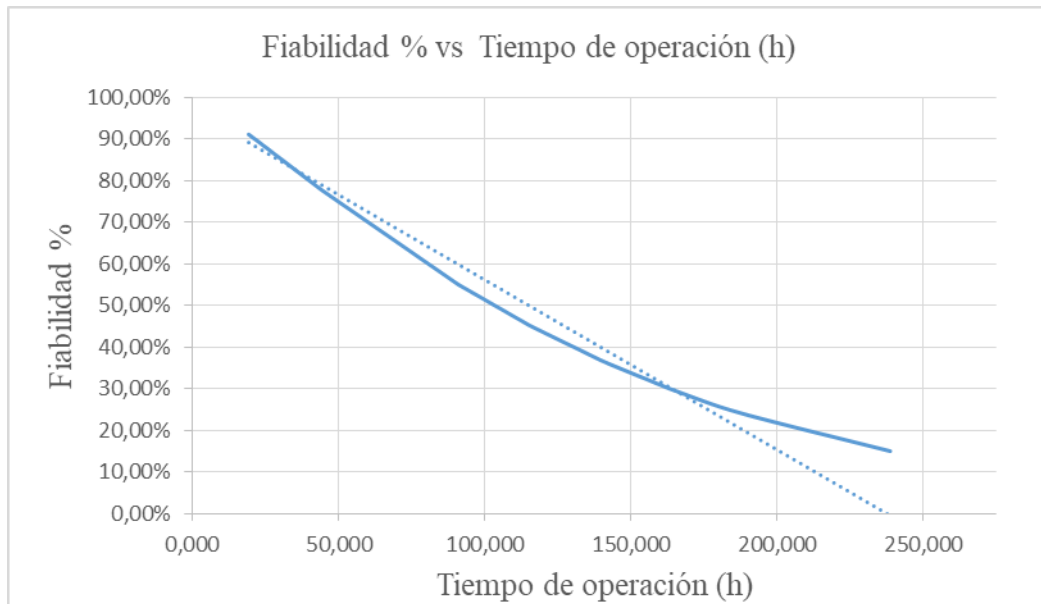


Figura 39.- Fiabilidad vs tiempo de operación del molino de rodillo simple.

En la figura 39 se observa una trayectoria logarítmica ya que los datos se encuentran correlacionados generando una línea con tendencia decreciente, también se aprecia que existe una alta fiabilidad del rodillo simple con relación a los tiempos de operación y posterior a su puesta en marcha esta decrece en función de su uso y posibles fallas que presenta en el desarrollo de sus funciones.

Gamas de mantenimiento

Tabla 161.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo simple del mes de Enero.

Mes		ENERO																																
Máquina	Molino de rodillo simple	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y tapas																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la tolva del equipo																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor eléctrico																																	
	Limpieza de bandas y poleas																																	
	Control de rodillos lisos																																	
	Control de rodillos estriado																																	
	Control de rodillos rugoso																																	
	Control de pantalla de control																																	
	Control de la fijación de la tolva																																	
	Control de estabilidad de la estructura																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de bandas y poleas																																	
	Lubricación de visagras de la puerta																																	
	Hidratación de las banda																																	

Tabla 162.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo simple del mes de Febrero.

Mes		FEBRERO																													
Máquina	Molino de rodillo simple	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y tapas																														
	Limpieza zona del equipo																														
	Limpieza de la tolva del equipo																														
	Limpieza del cableado eléctrico																														
	Limpieza del interruptor de corriente																														
	Limpieza del área del motor eléctrico																														
	Limpieza de bandas y poleas																														
	Control de rodillos lisos																														
	Control de rodillos estriado																														
	Control de rodillos rugoso																														
	Control de pantalla de control																														
	Control de la fijación de la tolva																														
	Control de estabilidad de la estructura																														
	Control de conexiones eléctricas																														
	Control de bandas y poleas																														
	Lubricación de visagras de la puerta																														
	Hidratación de las banda																														

Tabla 163.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo simple del mes de Marzo.

Mes		MARZO																															
Máquina	Molino de rodillo simple	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Preventivo	Limpieza de la carcasa y tapas																																
	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de la tolva del equipo																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Limpieza de bandas y poleas																																
	Control de rodillos lisos																																
	Control de rodillos estriado																																
	Control de rodillos rugoso																																
	Control de pantalla de control																																
	Control de la fijación de la tolva																																
	Control de estabilidad de la estructura																																
	Control de conexiones eléctricas																																
	Control de bandas y poleas																																
	Lubricación de visagras de la puerta																																
	Hidratación de las banda																																

Tabla 164.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo simple del mes de Abril.

Mes		ABRIL																													
Máquina	Molino de rodillo simple	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Preventivo	Limpieza de la carcasa y tapas																														
	Limpieza zona del equipo																														
	Limpieza de la tolva del equipo																														
	Limpieza del cableado eléctrico																														
	Limpieza del interruptor de corriente																														
	Limpieza del área del motor eléctrico																														
	Limpieza de bandas y poleas																														
	Control de rodillos lisos																														
	Control de rodillos estriado																														
	Control de rodillos rugoso																														
	Control de pantalla de control																														
	Control de la fijación de la tolva																														
	Control de estabilidad de la estructura																														
	Control de conexiones eléctricas																														
	Control de bandas y poleas																														
	Lubricación de visagras de la puerta																														
Hidratación de las banda																															

Tabla 165.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo simple del mes de Mayo.

Mes		MAYO																														
Máquina	Molino de rodillo simple	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Preventivo	Limpieza de la carcasa y tapas	■							■							■							■									
	Limpieza zona del equipo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	Limpieza de la tolva del equipo	■							■							■							■									
	Limpieza del cableado eléctrico	■							■							■							■									
	Limpieza del interruptor de corriente	■							■							■							■									
	Limpieza del área del motor eléctrico	■							■							■							■									
	Limpieza de bandas y poleas	■							■							■							■									
	Control de rodillos lisos																												■			
	Control de rodillos estriado																												■			
	Control de rodillos rugoso																												■			
	Control de pantalla de control																												■			
	Control de la fijación de la tolva																												■			
	Control de estabilidad de la estructura																												■			
	Control de conexiones eléctricas																												■			
	Control de bandas y poleas																												■			
	Lubricación de visagras de la puerta																												■			
	Hidratación de las banda																												■			

Tabla 166.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo simple del mes de Junio.

Mes		JUNIO																													
Máquina	Molino de rodillo simple	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Preventivo	Limpieza de la carcasa y tapas																														
	Limpieza zona del equipo																														
	Limpieza de la tolva del equipo																														
	Limpieza del cableado eléctrico																														
	Limpieza del interruptor de corriente																														
	Limpieza del área del motor eléctrico																														
	Limpieza de bandas y poleas																														
	Control de rodillos lisos																														
	Control de rodillos estriado																														
	Control de rodillos rugoso																														
	Control de pantalla de control																														
	Control de la fijación de la tolva																														
	Control de estabilidad de la estructura																														
	Control de conexiones eléctricas																														
	Control de bandas y poleas																														
	Lubricación de visagras de la puerta																														
	Hidratación de las banda																														

Tabla 167.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo simple del mes de Julio.

Mes		JULIO																														
Máquina	Molino de rodillo simple	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Preventivo	Limpieza de la carcasa y tapas																															
	Limpieza zona del equipo																															
	Limpieza de la tolva del equipo																															
	Limpieza del cableado eléctrico																															
	Limpieza del interruptor de corriente																															
	Limpieza del área del motor eléctrico																															
	Limpieza de bandas y poleas																															
	Control de rodillos lisos																															
	Control de rodillos estriado																															
	Control de rodillos rugoso																															
	Control de pantalla de control																															
	Control de la fijación de la tolva																															
	Control de estabilidad de la estructura																															
	Control de conexiones eléctricas																															
	Control de bandas y poleas																															
	Lubricación de visagras de la puerta																															
	Hidratación de las banda																															

Tabla 168.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo simple del mes de Agosto.

Mes		AGOSTO																																
Máquina	Molino de rodillo simple	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y tapas																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la tolva del equipo																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor eléctrico																																	
	Limpieza de bandas y poleas																																	
	Control de rodillos lisos																																	
	Control de rodillos estriado																																	
	Control de rodillos rugoso																																	
	Control de pantalla de control																																	
	Control de la fijación de la tolva																																	
	Control de estabilidad de la estructura																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de bandas y poleas																																	
	Lubricación de visagras de la puerta																																	
	Hidratación de las banda																																	

Tabla 169.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo simple del mes de Septiembre.

Mes		SEPTIEMBRE																															
Máquina	Molino de rodillo simple	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y tapas																																
	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de la tolva del equipo																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Limpieza de bandas y poleas																																
	Control de rodillos lisos																																
	Control de rodillos estriado																																
	Control de rodillos rugoso																																
	Control de pantalla de control																																
	Control de la fijación de la tolva																																
	Control de estabilidad de la estructura																																
	Control de conexiones eléctricas																																
	Control de bandas y poleas																																
	Lubricación de visagras de la puerta																																
	Hidratación de las banda																																

Tabla 170.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo simple del mes de Octubre.

Mes		OCTUBRE																																
Máquina	Molino de rodillo simple	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y tapas																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la tolva del equipo																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor eléctrico																																	
	Limpieza de bandas y poleas																																	
	Control de rodillos lisos																																	
	Control de rodillos estriado																																	
	Control de rodillos rugoso																																	
	Control de pantalla de control																																	
	Control de la fijación de la tolva																																	
	Control de estabilidad de la estructura																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de bandas y poleas																																	
	Lubricación de visagras de la puerta																																	
	Hidratación de las banda																																	

Tabla 171.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo simple del mes de Noviembre.

Mes		NOVIEMBRE																														
Máquina	Molino de rodillo simple	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Preventivo	Limpieza de la carcasa y tapas																															
	Limpieza zona del equipo																															
	Limpieza de la tolva del equipo																															
	Limpieza del cableado eléctrico																															
	Limpieza del interruptor de corriente																															
	Limpieza del área del motor eléctrico																															
	Limpieza de bandas y poleas																															
	Control de rodillos lisos																															
	Control de rodillos estriado																															
	Control de rodillos rugoso																															
	Control de pantalla de control																															
	Control de la fijación de la tolva																															
	Control de estabilidad de la estructura																															
	Control de conexiones eléctricas																															
	Control de bandas y poleas																															
	Lubricación de visagras de la puerta																															
	Hidratación de las banda																															

Tabla 172.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo simple del mes de Diciembre.

Mes		DICIEMBRE																																			
Máquina	Molino de rodillo simple	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO					
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31					
Preventivo	Limpieza de la carcasa y tapas				■							■							■							■											
	Limpieza zona del equipo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
	Limpieza de la tolva del equipo				■							■							■							■											
	Limpieza del cableado eléctrico				■							■							■							■											
	Limpieza del interruptor de corriente				■							■							■							■											
	Limpieza del área del motor eléctrico				■							■							■							■											
	Limpieza de bandas y poleas				■							■							■							■											
	Control de rodillos lisos																																				
	Control de rodillos estriado																																				
	Control de rodillos rugoso																																				
	Control de pantalla de control																																				
	Control de la fijación de la tolva																																				
	Control de estabilidad de la estructura																																				
	Control de conexiones eléctricas																																				
	Control de bandas y poleas																																				
	Lubricación de visagras de la puerta																																				
	Hidratación de las banda																																				

3.1.5.7 Molino de rodillo doble

Tabla 173.- Ficha técnica del molino de rodillo doble.

				
MOLINOS MIRAFLORES S.A				
PLANTA SANTA ROSA				
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO				
ÁREA: MOLIENDA				
FICHA TÉCNICA		Nº: 7		
DATOS GENERALES				
NOMBRE DEL EQUIPO:		MOLINO DE RODILLO DOBLE (ROLLER MILL)		
CÓDIGO:	MAM-00207			
MARCA:	ALAPALA			
MODELO:	DAVG-Q 250/1250			
COLOR:	BLANCO			
SERIAL:	201126			
AÑO DE FABRICACIÓN:	2020			
ORIGEN:	TURQUÍA			
FUNCIÓN DE EQUIPO:				
Pulverizar los granos mediante la presión ejercida entre cuatro rodillos con estrías				
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			DIMENSIONES	
VOLTAJE:	460	voltios	ANCHO:	1866 mm
FRECUENCIA:	60	Hertz	LARGO:	1424 mm
AMPERAJE:	2,6	amperios	ALTO:	1807 mm
POTENCIA:	15	KW	VOLUMEN:	2,5 m ³
RPM MOTOR:	3000	rpm	PESO:	744 kg
TEMPERATURA DE TRABAJO:	0°-50°	centígrados		
CAPACIDAD:	1,6	toneladas		
MANTENIMIENTO				
CADA (X) HORAS DE TRABAJO:		✓		
SEMANAL:		-		
MENSUAL:		✓		
SEMESTRAL:		✓		
ANUAL:		✓		

Componentes

Tabla 174.- Componentes del molino de rodillo doble.

Nº:	Componente	Función
1	Tolva	Recibir la materia prima de los conductos de transporte asia el dosificador
2	Sistema de dosificación	Controlar la cantidad de materia prima que ingresa a los rodillos lisos
3	Motor eléctrico	Transformar la energía eléctrica en mecánica
4	Poleas	Guiar la polea para su correcto giro continuo
5	Bandas	Transferir el moviento del motor aleje conductor
6	Tapas	Proteger la zona de poleas y bandas para evitar manipulaciones
7	Perillas de calibración	Controlar la distancia entre los rodillos
8	Rodillos lisos	Triturar los granos de trigo
9	Rodillos estriados	Pulverizar los granos triturados
10	Rodillos rugosos	Disminuir el volumen de los polvo de harina
11	Pantalla de control	Configurar los parámetros de funcionamiento de la maquina
12	Cableado eléctrico	Permitir el flujo de la corriente eléctrica hacia el motor

Componentes sustituibles

Tabla 175.- Componentes sustituibles del molino de rodillo doble.

Componente sustituible	Características	Cantidad
Pernos de sujeción	Pernos 1 pulgada	60
Cable de alimentación eléctrica	Calibre 10	1
Interruptor eléctrico	Componente plástico	1
Banda trapecial	1200 longitud x 15 alto x 18	4
Banda trapecial	400 longitud x 15 alto x 18 ancho	2

Instrucciones de funcionamiento

- Verificar el estado de las conexiones eléctricas
- Verificar el estado de los pernos
- Verificar que no exista fuga de materia prima
- Autorizar el funcionamiento

Normas de seguridad

- Evitar liberar polvos de harina cerca del equipo

- Prohibir la movilización del personal cerca de la máquina cuando está en funcionamiento
- Manipular la máquina solo cuando esta se encuentre apagada
- Utilizar EPP siempre que la máquina se encuentre en funcionamiento

Instrucciones de mantenimiento

Las operaciones de limpieza, de mantenimiento y de lubricación se detallan a continuación mediante tablas.

Tabla 176.- Frecuencia de las acciones del molino de rodillo doble.

Acciones de Limpieza	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Limpieza zona del equipo			X		
Limpieza de la carcasa y tapas			X		
Limpieza de bandas y poleas			X		
Limpieza de la tolva del equipo			X		
Limpieza del cableado eléctrico			X		
Limpieza del interruptor de corriente			X		
Limpieza del área del motor eléctrico			X		

Tabla 177.- Frecuencia de las acciones del molino de rodillo doble.

Acciones de Mantenimiento	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Control de rodillos lisos			X		
Control de rodillos estriado			X		
Control de rodillos rugoso			X		
Control de pantalla de control			X		
Control de la fijación de la tolva			X		
Control de estabilidad de la estructura			X		
Control de conexiones eléctricas			X		
Control de bandas y poleas			X		

Tabla 178.- Frecuencia del molino de rodillo doble.

Acciones de Lubricación	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Lubricación de bisagras de la puerta			X		
Hidratación de las banda			X		

Tabla 179.- Estadístico de mantenimiento anual del molino de rodillo doble.

Equipo	Molino doble				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
ENERO	Inicio de actividades (Nuevo Año)						97,717	0,010	1,492	0,670	98,50%
	Limpieza zona del equipo	4/1/2021	24	1	1	2					
	Limpieza de la carcasa y tapas										
	Limpieza de bandas y poleas	11/1/2021	166	1	1	2					
	Limpieza de la tolva del equipo										
	Limpieza del cableado electrico	18/1/2021	166	1	1	2					
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del area del motor electrico	25/1/2021	166	3,2	3	6,2					
	Control de rodillos lisos										
	Control de rodillos estriado										
	Control de rodillos rugoso										
	Control de pantalla de control	27/1/2021	41,8	0,75	0,75	1,5					
	Control de la fijacion de la tolva										
	Control de estabilidad de la estructura										
	Control de conexiones electricas										
	Control de bandas y poleas	28/1/2021	22,5	2	2	4					
Lubricación de visagras de la puerta											
Hidratacion de las banda											

Equipo	Molino doble				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
FEBRERO	Limpieza zona del equipo	1/2/2021	92	1,2	1	2,2	108,967	0,009	1,608	0,622	98,55%
	Limpieza de la carcasa y tapas										
	Limpieza de bandas y poleas	8/2/2021	165,8	1,2	1	2,2					
	Limpieza de la tolva del equipo										
	Limpieza del cableado electrico	15/2/2021	165,8	1,2	1	2,2					
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del area del motor electrico	22/2/2021	165,8	3,1	3	6,1					
	Control de rodillos lisos										
	Control de rodillos estriado										
	Control de rodillos rugoso										
	Control de pantalla de control										
	Control de la fijacion de la tolva	24/2/2021	41,9	0,75	0,75	1,5					
	Control de estabilidad de la estructura										
	Control de conexiones electricas	25/2/2021	22,5	2,2	2	4,2					
	Control de bandas y poleas										
Lubricación de visagras de la puerta											
Hidratacion de las banda											

Equipo	Molino doble				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
MARZO	Limpieza zona del equipo	1/3/2021	91,8	1,2	1	2,2	132,992	0,008	1,483	0,674	98,90%
	Limpieza de la carcasa y tapas										
	Limpieza de bandas y poleas	8/3/2021	165,8	1,2	1	2,2					
	Limpieza de la tolva del equipo										
	Limpieza del cableado electrico	15/3/2021	165,8	1,2	1	2,2					
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del area del motor electrico	22/3/2021	165,8	2,5	3	5,5					
	Control de rodillos lisos										
	Control de rodillos estriado										
	Control de rodillos rugoso										
	Control de pantalla de control										
	Control de la fijacion de la tolva	30/3/2021	186,5	1	0,75	1,75					
	Control de estabilidad de la estructura										
	Control de conexiones electricas	31/3/2021	22,25	1,8	2	3,8					
	Control de bandas y poleas										
Lubricación de visagras de la puerta											
Hidratacion de las banda											

Equipo	Molino doble				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
ABRIL	Limpieza zona del equipo	5/4/2021	116,2	1,2	1	2,2	112,975	0,009	1,600	0,625	98,60%
	Limpieza de la carcasa y tapas										
	Limpieza de bandas y poleas	12/4/2021	165,8	1,2	1	2,2					
	Limpieza de la tolva del equipo										
	Limpieza del cableado electrico	19/4/2021	165,8	1,2	1	2,2					
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del area del motor electrico	26/4/2021	165,8	3,2	3	6,2					
	Control de rodillos lisos										
	Control de rodillos estriado										
	Control de rodillos rugoso										
	Control de pantalla de control										
	Control de la fijacion de la tolva	28/4/2021	41,8	0,8	0,75	1,55					
	Control de estabilidad de la estructura										
	Control de conexiones electricas	29/4/2021	22,45	2	2	4					
	Control de bandas y poleas										
Lubricación de visagras de la puerta											
Hidratacion de las banda											

Equipo	Molino doble				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
MAYO	Limpieza zona del equipo	3/5/2021	92	0,9	1	1,9	125,125	0,008	1,417	0,706	98,88%
	Limpieza de la carcasa y tapas										
	Limpieza de bandas y poleas	10/5/2021	166,1	0,9	1	1,9					
	Limpieza de la tolva del equipo										
	Limpieza del cableado electrico	17/5/2021	166,1	0,9	1	1,9					
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del area del motor electrico	24/5/2021	166,1	3	3	6					
	Control de rodillos lisos										
	Control de rodillos estriado										
	Control de rodillos rugoso										
	Control de pantalla de control										
	Control de la fijacion de la tolva	30/5/2021	138	0,8	0,75	1,55					
	Control de estabilidad de la estructura										
	Control de conexiones electricas	31/5/2021	22,45	2	2	4					
	Control de bandas y poleas										
Lubricación de visagras de la puerta											
Hidratacion de las banda											

Equipo	Molino doble				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
JUNIO	Limpieza zona del equipo	7/6/2021	164	1	1	2	117,058	0,009	1,567	0,638	98,68%
	Limpieza de la carcasa y tapas										
	Limpieza de bandas y poleas	14/6/2021	166	1	1	2					
	Limpieza de la tolva del equipo										
	Limpieza del cableado electrico	21/6/2021	166	1	1	2					
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del area del motor electrico	27/6/2021	142	3	3	6					
	Control de rodillos lisos										
	Control de rodillos estriado										
	Control de rodillos rugoso										
	Control de pantalla de control										
	Control de la fijacion de la tolva	29/6/2021	42	0,9	0,75	1,65					
	Control de estabilidad de la estructura										
	Control de conexiones electricas	30/6/2021	22,35	2,5	2	4,5					
	Control de bandas y poleas										
Lubricación de visagras de la puerta											
Hidratacion de las banda											

Equipo	Molino doble				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
JULIO	Limpieza zona del equipo	6/7/2021	139,5	1,2	1	2,2	120,958	0,008	1,533	0,652	98,75%
	Limpieza de la carcasa y tapas										
	Limpieza de bandas y poleas	12/7/2021	141,8	1,2	1	2,2					
	Limpieza de la tolva del equipo										
	Limpieza del cableado electrico	19/7/2021	165,8	1,2	1	2,2					
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del area del motor electrico	29/7/2021	237,8	2,8	3	5,8					
	Control de rodillos lisos										
	Control de rodillos estriado										
	Control de rodillos rugoso										
	Control de pantalla de control										
	Control de la fijacion de la tolva	30/7/2021	18,2	0,6	0,75	1,35					
	Control de estabilidad de la estructura										
	Control de conexiones electricas	31/7/2021	22,65	2,2	2	4,2					
	Control de bandas y poleas										
Lubricación de visagras de la puerta											
Hidratacion de las banda											

Equipo	Molino doble				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
AGOSTO	Limpieza zona del equipo	2/8/2021	43,8	1,2	1	2,2	120,942	0,008	1,567	0,638	98,72%
	Limpieza de la carcasa y tapas										
	Limpieza de bandas y poleas	9/8/2021	165,8	1	1	2					
	Limpieza de la tolva del equipo										
	Limpieza del cableado electrico	16/8/2021	166	1	1	2					
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del area del motor electrico	23/8/2021	166	3,2	3	6,2					
	Control de rodillos lisos										
	Control de rodillos estriado										
	Control de rodillos rugoso										
	Control de pantalla de control										
	Control de la fijacion de la tolva	30/8/2021	161,8	1	0,75	1,75					
	Control de estabilidad de la estructura										
	Control de conexiones electricas	31/8/2021	22,25	2	2	4					
	Control de bandas y poleas										
Lubricación de visagras de la puerta											
Hidratacion de las banda											

Equipo	Molino doble				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
SEPTIEMBRE	Limpieza zona del equipo	6/9/2021	140	1,2	1	2,2	117,017	0,009	1,525	0,656	98,71%
	Limpieza de la carcasa y tapas										
	Limpieza de bandas y poleas	13/9/2021	165,8	1	1	2					
	Limpieza de la tolva del equipo										
	Limpieza del cableado electrico	20/9/2021	166	1,2	1	2,2					
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del area del motor electrico	27/9/2021	165,8	3	3	6					
	Control de rodillos lisos										
	Control de rodillos estriado										
	Control de rodillos rugoso										
	Control de pantalla de control										
	Control de la fijacion de la tolva	29/9/2021	42	0,75	0,75	1,5					
	Control de estabilidad de la estructura										
	Control de conexiones electricas	30/9/2021	22,5	2	2	4					
	Control de bandas y poleas										
Lubricación de visagras de la puerta											
Hidratacion de las banda											

Equipo	Molino doble				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
OCTUBRE	Limpieza zona del equipo	4/10/2021	92	1,2	1	2,2	120,942	0,008	1,633	0,612	98,67%
	Limpieza de la carcasa y tapas										
	Limpieza de bandas y poleas	11/10/2021	165,8	1,2	1	2,2					
	Limpieza de la tolva del equipo										
	Limpieza del cableado electrico	18/10/2021	165,8	1,2	1	2,2					
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del area del motor electrico	25/10/2021	165,8	3	3	6					
	Control de rodillos lisos										
	Control de rodillos estriado										
	Control de rodillos rugoso										
	Control de pantalla de control										
	Control de la fijacion de la tolva	30/10/2021	114	1	0,75	1,75					
	Control de estabilidad de la estructura										
	Control de conexiones electricas	31/10/2021	22,25	2,2	2	4,2					
	Control de bandas y poleas										
Lubricación de visagras de la puerta											
Hidratacion de las banda											

Equipo	Molino doble				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
NOVIEMBRE	Limpieza zona del equipo	1/11/2021	19,8	1,2	1	2,2	116,908	0,009	1,667	0,600	98,59%
	Limpieza de la carcasa y tapas										
	Limpieza de bandas y poleas	8/11/2021	165,8	1,2	1	2,2					
	Limpieza de la tolva del equipo										
	Limpieza del cableado electrico	15/11/2021	165,8	1,2	1	2,2					
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del area del motor electrico	22/11/2021	165,8	3,1	3	6,1					
	Control de rodillos lisos										
	Control de rodillos estriado										
	Control de rodillos rugoso										
	Control de pantalla de control										
	Control de la fijacion de la tolva	29/11/2021	161,9	0,9	0,75	1,65					
	Control de estabilidad de la estructura										
	Control de conexiones electricas	30/11/2021	22,35	2,4	2	4,4					
	Control de bandas y poleas										
Lubricación de visagras de la puerta											
Hidratacion de las banda											

Equipo	Molino doble				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
DICIEMBRE	Limpieza zona del equipo	6/12/2021	139,6	1,2	1	2,2	113,067	0,009	1,442	0,694	98,74%
	Limpieza de la carcasa y tapas										
	Limpieza de bandas y poleas	13/12/2021	165,8	1	1	2					
	Limpieza de la tolva del equipo										
	Limpieza del cableado electrico	20/12/2021	166	1	1	2					
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del area del motor electrico	27/12/2021	166	2,5	3	5,5					
	Control de rodillos lisos										
	Control de rodillos estriado										
	Control de rodillos rugoso										
	Control de pantalla de control										
	Control de la fijacion de la tolva	28/12/2021	18,5	0,75	0,75	1,5					
	Control de estabilidad de la estructura										
	Control de conexiones electricas	29/12/2021	22,5	2,2	2	4,2					
	Control de bandas y poleas										
Lubricación de visagras de la puerta											
Hidratacion de las banda											
TOTALES			8428	111,2	105	216,2	8428	0,0001	111,2	0,009	98,70%
PROMEDIOS			117,056	1,544	1,458	3,003	117,056	11,483	1,544	0,649	98,69%

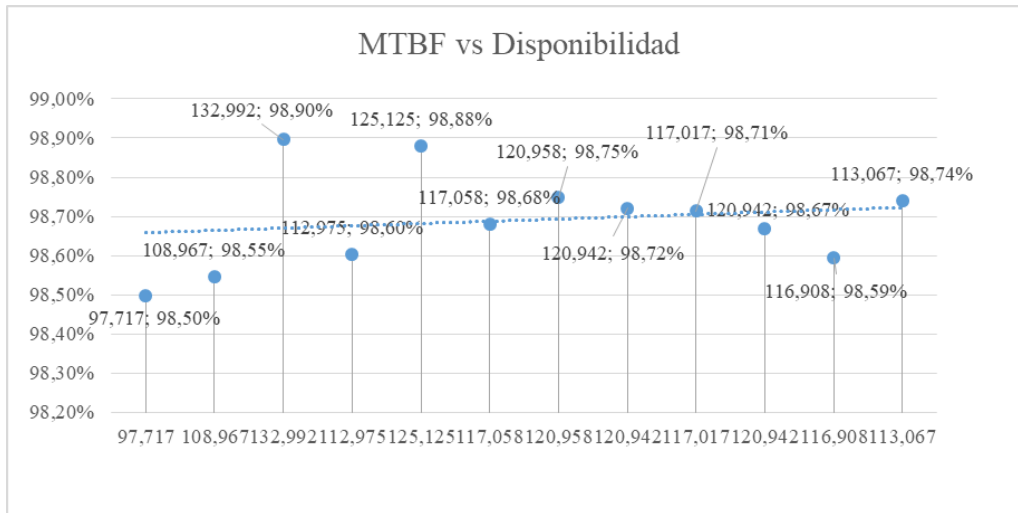


Figura 40.-Tiempo medio entre fallos vs Disponibilidad del molino de rodillo doble.

En la figura 40 se logra apreciar que existe una disponibilidad máxima de un 98.90% acompañado de un MTBF de 132.992 horas, de igual manera se observa que la disponibilidad mínima es de 98.50% con un MTBF de 97.71 horas.

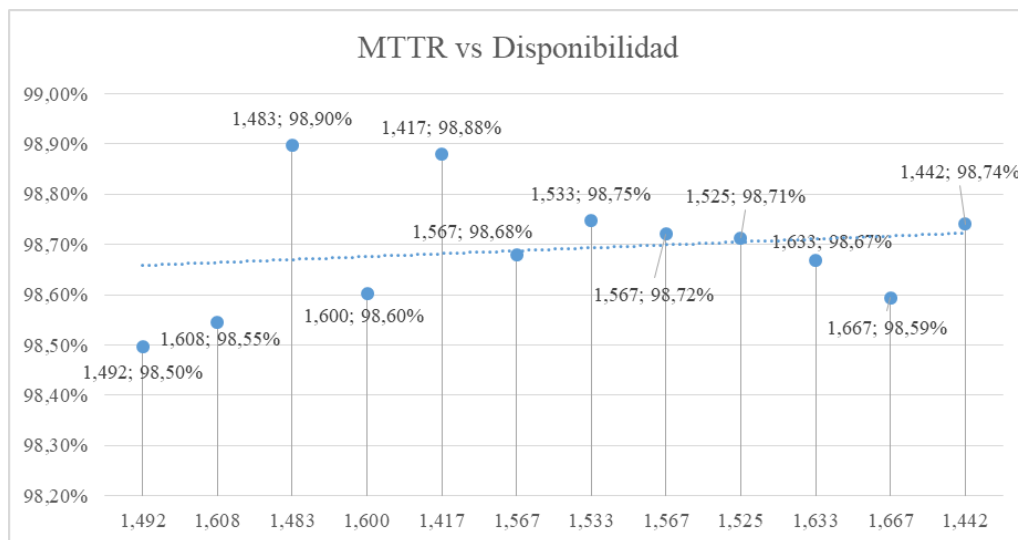


Figura 41.-Tiempo medio en reparación vs Disponibilidad del molino de rodillo doble.

En la figura 41 se aprecia que el valor máximo de la disponibilidad es de 98.90%(MTTR=1.48 horas) y un mínimo de 98.50%(MTTR=1.9), seguido de un valor máximo de tiempo de reparación de 1.66 horas (D=98.59) y un mínimo de 1.44 horas (D=98.74%). Descartando la correlación múltiple ya que los datos analizados son dispersos.

Tabla 180.- Matriz AMFE del molino de rodillo doble.

MATRIZ AMFE												
Área:		Molienda		Marca:	ALAPALA			Fecha Rea:			Hoja N°	1
Nombre del		Molino doble		Modelo:	DAVG-Q 250/1250			Fecha Rev:			De	1
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallo	Causa raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones	
							F	G	D	IDR		
1	Motor eléctrico	Transformar la energía eléctrica en mecánica	Paro de la maquina	Fundición de masa	Incorrecta manipulación	Parada del proceso inesperada	2	10	2	40	Evitar golpear el cuerpo y el eje	
			Ausencia de ignición	Atascamiento	Impurezas acumuladas	Arranque detenido	3	9	2	54	Limpiar minuciosamente el equipo	
2	Sistema de dosificación	Controlar la cantidad de materia prima que ingresa a los rodillos lisos	Ceja de salida atorada	Desgaste	Fricción	Dosificación variante	2	7	5	70	Mejorar la lubricación	
			Vibración	Desgaste	Lubricación pobre	Dosificación inexacta	3	8	4	96	Mejorar la lubricación	
3	Tolva	Recibir la materia prima de los conductos de transporte asia el dosificador	Oxidación	Desgaste	Corrosión	Deterioro de la estructura	3	9	3	81	Recubrir las zonas expuestas	
			Incorrecto acople de la tolva	Desalineación	Mal montaje	Perdida de materia prima	2	6	5	60	Verificación de la no existencia de separaciones y fugas	
4	Poleas	Guiar la polea para su correcto giro continuo	Incorrecto acople con la banda	Desalineación	Mal montaje	Giro de eje variante	2	7	5	70	Verificar el correcto giro previo al acople de la chaveta	
			Separación del eje motriz	Desprendimiento	Incorrecta manipulación	Para del proceso	2	9	5	90	Verificar el correcto apriete de la chaveta	
5	Bandas	Transferir el movimiento del motor aleje conductor	Desprendimiento de pedazos	Agrietamiento	Lubricación pobre	Banda pierde porciones	2	7	8	112	Mejorar la lubricación	
			Se secciona su unión	Rotura	Incorrecta manipulación	No hay transmisión de movimiento	2	9	9	162	Verificar la correcta tensión de la banda	

MATRIZ AMFE

Área:		Molienda		Marca:	ALAPALA		Fecha Rea:		Hoja N°	1	
Nombre del equipo:		Molino doble		Modelo:	DAVG-Q 250/1250		Fecha Rev:		De	1	
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallo	Causa raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IDR	
6	Tapas	Evitar que agentes externos interfieran con el funcionamiento de la banda	Rotura de los soportes	Rotura	Incorrecta manipulación	Exposición de la banda	2	8	2	32	Ajuste adecuado al ensamblar
			Oxidación	Desgaste	Corrosión	Deterioro del protector	2	9	4	72	Recubrir las zonas expuestas
7	Perillas de calibración	Controlar la distancia entre los rodillos	Desajuste de los rodillos	Desgaste	Fricción	Granulometría variante	2	6	8	96	Enderezamiento de las zonas afectadas
			Desprendimiento de la perilla	Desprendimiento	Incorrecta manipulación	Limitación del control de la distancia de rodillos	3	9	3	81	Recubrir las zonas expuestas
8	Rodillos lisos	Triturar los granos de trigo	Separación de los rodillos	Desalineación	Mal montaje	Trituración aleatoria	2	7	6	84	Verificar el correcto ensamble
			Choque de rodillos	Obstrucción	Mal montaje	Acumulación de granos	3	8	5	120	Verificar la separación establecida por el fabricante
9	Rodillos estriados	Pulverizar los granos triturados	Separación de los rodillos	Desalineación	Mal montaje	Pulverización no homogénea	2	7	6	84	Verificar el correcto ensamble
			Choque de rodillos	Obstrucción	Mal montaje	Acumulación de grano triturado	3	8	5	120	Verificar la separación establecida por el fabricante
10	Rodillos rugosos	Disminuir el volumen de los polvo de harina	Separación de los rodillos	Desalineación	Mal montaje	Pulverización no homogénea	2	7	5	70	Verificar el correcto ensamble
			Choque de rodillos	Obstrucción	Mal montaje	Acumulación de polvo	2	8	6	96	Verificar la separación establecida por el fabricante
11	Pantalla de control	Configurar los parámetros de funcionamiento de la máquina	Pantalla apagada	Desconfiguración	Conexiones inestables	Limitación de uso de la máquina	2	9	3	54	Verificar las conexiones en los mantenimientos
			Inexactitud de comandos táctiles	Descalibración	Incorrecto mantenimiento	Limitación de uso de la máquina	3	9	3	81	Calibrar la pantalla
12	Cableado eléctrico	Permitir el flujo de la corriente eléctrica hacia el motor	No enciende el led de verificación	Obstrucción	Mal montaje	Falta de señal eléctrica	3	10	2	60	Limpiar minuciosamente evitando humedad
			Segmentación del cableado	Rotura	Cortocircuito	Intermitencia de la energía	2	9	2	36	Limpiar minuciosamente evitando humedad

Determinación de la fiabilidad del molino de rodillo doble en función del modelo matemático de Weibull de dos parámetros.

Tabla 181.- Datos estadísticos del mantenimiento anual del molino de rodillo doble.

Nº Actividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)
1	1	24,000	3,178
2	1	166,000	5,112
3	1	166,000	5,112
4	1	166,000	5,112
5	1	41,800	3,733
6	1	22,500	3,114
7	1	92,000	4,522
8	1	165,800	5,111
9	1	165,800	5,111
10	1	165,800	5,111
11	1	41,900	3,735
12	1	22,500	3,114
13	1	91,800	4,520
14	1	165,800	5,111
15	1	165,800	5,111
16	1	165,800	5,111
17	1	186,500	5,228
18	1	22,250	3,102
19	1	116,200	4,755
20	1	165,800	5,111
21	1	165,800	5,111
22	1	165,800	5,111
23	1	41,800	3,733
24	1	22,450	3,111
25	1	92,000	4,522
26	1	166,100	5,113
27	1	166,100	5,113
28	1	166,100	5,113
29	1	138,000	4,927
30	1	22,450	3,111
31	1	164,000	5,100
32	1	166,000	5,112
33	1	166,000	5,112
34	1	142,000	4,956
35	1	42,000	3,738
36	1	22,350	3,107
37	1	139,500	4,938
38	1	141,800	4,954

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)
39	1	165,800	5,111
40	1	237,800	5,471
41	1	18,200	2,901
42	1	22,650	3,120
43	1	43,800	3,780
44	1	165,800	5,111
45	1	166,000	5,112
46	1	166,000	5,112
47	1	161,800	5,086
48	1	22,250	3,102
49	1	140,000	4,942
50	1	165,800	5,111
51	1	166,000	5,112
52	1	165,800	5,111
53	1	42,000	3,738
54	1	22,500	3,114
55	1	92,000	4,522
56	1	165,800	5,111
57	1	165,800	5,111
58	1	165,800	5,111
59	1	114,000	4,736
60	1	22,250	3,102
61	1	19,800	2,986
62	1	165,800	5,111
63	1	165,800	5,111
64	1	165,800	5,111
65	1	161,900	5,087
66	1	22,350	3,107
67	1	139,600	4,939
68	1	165,800	5,111
69	1	166,000	5,112
70	1	166,000	5,112
71	1	18,500	2,918
72	1	22,500	3,114

Tenemos que para el molino de rodillo doble $\bar{X}=4.495$

Tabla 182.- Datos calculados del molino de rodillo doble.

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{X}) ²
1	1	24.000	3.178	1.734
2	1	166.000	5.112	0.381
3	1	166.000	5.112	0.381
4	1	166.000	5.112	0.381
5	1	41.800	3.733	0.581
6	1	22.500	3.114	1.908

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)	$(\text{Ln}(\text{TO})-\bar{x})^2$
7	1	92.000	4.522	0.001
8	1	165.800	5.111	0.379
9	1	165.800	5.111	0.379
10	1	165.800	5.111	0.379
11	1	41.900	3.735	0.577
12	1	22.500	3.114	1.908
13	1	91.800	4.520	0.001
14	1	165.800	5.111	0.379
15	1	165.800	5.111	0.379
16	1	165.800	5.111	0.379
17	1	186.500	5.228	0.538
18	1	22.250	3.102	1.939
19	1	116.200	4.755	0.068
20	1	165.800	5.111	0.379
21	1	165.800	5.111	0.379
22	1	165.800	5.111	0.379
23	1	41.800	3.733	0.581
24	1	22.450	3.111	1.914
25	1	92.000	4.522	0.001
26	1	166.100	5.113	0.381
27	1	166.100	5.113	0.381
28	1	166.100	5.113	0.381
29	1	138.000	4.927	0.187
30	1	22.450	3.111	1.914
31	1	164.000	5.100	0.366
32	1	166.000	5.112	0.381
33	1	166.000	5.112	0.381
34	1	142.000	4.956	0.212
35	1	42.000	3.738	0.573
36	1	22.350	3.107	1.927
37	1	139.500	4.938	0.196
38	1	141.800	4.954	0.211
39	1	165.800	5.111	0.379
40	1	237.800	5.471	0.954
41	1	18.200	2.901	2.539
42	1	22.650	3.120	1.890
43	1	43.800	3.780	0.512
44	1	165.800	5.111	0.379
45	1	166.000	5.112	0.381
46	1	166.000	5.112	0.381
47	1	161.800	5.086	0.350

Nº Actividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{x}) ²
48	1	22.250	3.102	1.939
49	1	140.000	4.942	0.200
50	1	165.800	5.111	0.379
51	1	166.000	5.112	0.381
52	1	165.800	5.111	0.379
53	1	42.000	3.738	0.573
54	1	22.500	3.114	1.908
55	1	92.000	4.522	0.001
56	1	165.800	5.111	0.379
57	1	165.800	5.111	0.379
58	1	165.800	5.111	0.379
59	1	114.000	4.736	0.058
60	1	22.250	3.102	1.939
61	1	19.800	2.986	2.278
62	1	165.800	5.111	0.379
63	1	165.800	5.111	0.379
64	1	165.800	5.111	0.379
65	1	161.900	5.087	0.351
66	1	22.350	3.107	1.927
67	1	139.600	4.939	0.197
68	1	165.800	5.111	0.379
69	1	166.000	5.112	0.381
70	1	166.000	5.112	0.381
71	1	18.500	2.918	2.487
72	1	22.500	3.114	1.908

Tabla 183.- Parámetros iniciales del molino de rodillo doble.

PARÁMETROS OBTENIDOS	
MEDIA \bar{x}	4.4949
VARIANZA S^2	37.9191
DESVIACIÓN S	6.158
BETA β	0.2083
ALPHA α	1431.0408
GAMA γ	0

Tabla 184.- Tabla del cálculo de fiabilidad e in fiabilidad del molino de rodillo doble.

Nº Actividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{x}) ²	R(t)	R(t)%	F(t)	F(t)%
1	1	24.000	3.178	1.734	0.999999997	100.00%	0.0000	0.00%
2	1	166.000	5.112	0.381	0.999967784	100.00%	0.0000	0.00%
3	1	166.000	5.112	0.381	0.999967784	100.00%	0.0000	0.00%
4	1	166.000	5.112	0.381	0.999967784	100.00%	0.0000	0.00%
5	1	41.800	3.733	0.581	0.999999957	100.00%	0.0000	0.00%
6	1	22.500	3.114	1.908	0.999999998	100.00%	0.0000	0.00%
7	1	92.000	4.522	0.001	0.999998106	100.00%	0.0000	0.00%
8	1	165.800	5.111	0.379	0.999967970	100.00%	0.0000	0.00%
9	1	165.800	5.111	0.379	0.999967970	100.00%	0.0000	0.00%
10	1	165.800	5.111	0.379	0.999967970	100.00%	0.0000	0.00%
11	1	41.900	3.735	0.577	0.999999957	100.00%	0.0000	0.00%
12	1	22.500	3.114	1.908	0.999999998	100.00%	0.0000	0.00%
13	1	91.800	4.520	0.001	0.999998126	100.00%	0.0000	0.00%
14	1	165.800	5.111	0.379	0.999967970	100.00%	0.0000	0.00%
15	1	165.800	5.111	0.379	0.999967970	100.00%	0.0000	0.00%
16	1	165.800	5.111	0.379	0.999967970	99.99%	0.0001	0.01%
17	1	186.500	5.228	0.538	0.999943653	100.00%	0.0000	0.00%
18	1	22.250	3.102	1.939	0.999999998	100.00%	0.0000	0.00%
19	1	116.200	4.755	0.068	0.999994188	100.00%	0.0000	0.00%
20	1	165.800	5.111	0.379	0.999967970	100.00%	0.0000	0.00%
21	1	165.800	5.111	0.379	0.999967970	100.00%	0.0000	0.00%
22	1	165.800	5.111	0.379	0.999967970	100.00%	0.0000	0.00%
23	1	41.800	3.733	0.581	0.999999957	100.00%	0.0000	0.00%
24	1	22.450	3.111	1.914	0.999999998	100.00%	0.0000	0.00%
25	1	92.000	4.522	0.001	0.999998106	100.00%	0.0000	0.00%
26	1	166.100	5.113	0.381	0.999967690	100.00%	0.0000	0.00%
27	1	166.100	5.113	0.381	0.999967690	100.00%	0.0000	0.00%
28	1	166.100	5.113	0.381	0.999967690	100.00%	0.0000	0.00%
29	1	138.000	4.927	0.187	0.999986730	100.00%	0.0000	0.00%
30	1	22.450	3.111	1.914	0.999999998	100.00%	0.0000	0.00%
31	1	164.000	5.100	0.366	0.999969605	100.00%	0.0000	0.00%
32	1	166.000	5.112	0.381	0.999967784	100.00%	0.0000	0.00%
33	1	166.000	5.112	0.381	0.999967784	100.00%	0.0000	0.00%
34	1	142.000	4.956	0.212	0.999984778	100.00%	0.0000	0.00%
35	1	42.000	3.738	0.573	0.999999956	100.00%	0.0000	0.00%
36	1	22.350	3.107	1.927	0.999999998	100.00%	0.0000	0.00%
37	1	139.500	4.938	0.196	0.999986023	100.00%	0.0000	0.00%
38	1	141.800	4.954	0.211	0.999984881	100.00%	0.0000	0.00%
39	1	165.800	5.111	0.379	0.999967970	99.98%	0.0002	0.02%
40	1	237.800	5.471	0.954	0.999819059	100.00%	0.0000	0.00%
41	1	18.200	2.901	2.539	0.999999999	100.00%	0.0000	0.00%
42	1	22.650	3.120	1.890	0.999999998	100.00%	0.0000	0.00%

Nº Actividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{x}) ²	R(t)	R(t)%	F(t)	F(t)%
43	1	43.800	3.780	0.512	0.999999946	100.00%	0.0000	0.00%
44	1	165.800	5.111	0.379	0.999967970	100.00%	0.0000	0.00%
45	1	166.000	5.112	0.381	0.999967784	100.00%	0.0000	0.00%
46	1	166.000	5.112	0.381	0.999967784	100.00%	0.0000	0.00%
47	1	161.800	5.086	0.350	0.999971513	100.00%	0.0000	0.00%
48	1	22.250	3.102	1.939	0.999999998	100.00%	0.0000	0.00%
49	1	140.000	4.942	0.200	0.999985781	100.00%	0.0000	0.00%
50	1	165.800	5.111	0.379	0.999967970	100.00%	0.0000	0.00%
51	1	166.000	5.112	0.381	0.999967784	100.00%	0.0000	0.00%
52	1	165.800	5.111	0.379	0.999967970	100.00%	0.0000	0.00%
53	1	42.000	3.738	0.573	0.999999956	100.00%	0.0000	0.00%
54	1	22.500	3.114	1.908	0.999999998	100.00%	0.0000	0.00%
55	1	92.000	4.522	0.001	0.999998106	100.00%	0.0000	0.00%
56	1	165.800	5.111	0.379	0.999967970	100.00%	0.0000	0.00%
57	1	165.800	5.111	0.379	0.999967970	100.00%	0.0000	0.00%
58	1	165.800	5.111	0.379	0.999967970	100.00%	0.0000	0.00%
59	1	114.000	4.736	0.058	0.999994697	100.00%	0.0000	0.00%
60	1	22.250	3.102	1.939	0.999999998	100.00%	0.0000	0.00%
61	1	19.800	2.986	2.278	0.999999999	100.00%	0.0000	0.00%
62	1	165.800	5.111	0.379	0.999967970	100.00%	0.0000	0.00%
63	1	165.800	5.111	0.379	0.999967970	100.00%	0.0000	0.00%
64	1	165.800	5.111	0.379	0.999967970	100.00%	0.0000	0.00%
65	1	161.900	5.087	0.351	0.999971429	100.00%	0.0000	0.00%
66	1	22.350	3.107	1.927	0.999999998	100.00%	0.0000	0.00%
67	1	139.600	4.939	0.197	0.999985975	100.00%	0.0000	0.00%
68	1	165.800	5.111	0.379	0.999967970	100.00%	0.0000	0.00%
69	1	166.000	5.112	0.381	0.999967784	100.00%	0.0000	0.00%
70	1	166.000	5.112	0.381	0.999967784	100.00%	0.0000	0.00%
71	1	18.500	2.918	2.487	0.999999999	100.00%	0.0000	0.00%
72	1	22.500	3.114	1.908	0.999999998	100.00%	0.0000	0.00%

Modelo gráfico de Weibull para el molino de rodillo doble

$$F(i) = \frac{i-0.3}{n+0.4}$$

$$F(i) = \frac{1-0.3}{72+0.4}$$

$$F(i) = 0.0097$$

$$F(\%) = 0.97\%$$

Tabla 185.- Tabla del cálculo de falla acumulativa del molino de rodillos doble.

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)
1	18,200	0,010	0,97%
2	18,500	0,023	2,35%
3	19,800	0,037	3,73%
4	22,250	0,051	5,11%
5	22,250	0,065	6,49%
6	22,250	0,079	7,87%
7	22,350	0,093	9,25%
8	22,350	0,106	10,64%
9	22,450	0,120	12,02%
10	22,450	0,134	13,40%
11	22,500	0,148	14,78%
12	22,500	0,162	16,16%
13	22,500	0,175	17,54%
14	22,500	0,189	18,92%
15	22,650	0,203	20,30%
16	24,000	0,217	21,69%
17	41,800	0,231	23,07%
18	41,800	0,244	24,45%
19	41,900	0,258	25,83%
20	42,000	0,272	27,21%
21	42,000	0,286	28,59%
22	43,800	0,300	29,97%
23	91,800	0,314	31,35%
24	92,000	0,327	32,73%
25	92,000	0,341	34,12%
26	92,000	0,355	35,50%
27	114,000	0,369	36,88%
28	116,200	0,383	38,26%
29	138,000	0,396	39,64%
30	139,500	0,410	41,02%
31	139,600	0,424	42,40%
32	140,000	0,438	43,78%
33	141,800	0,452	45,17%
34	142,000	0,465	46,55%
35	161,800	0,479	47,93%
36	161,900	0,493	49,31%
37	164,000	0,507	50,69%
38	165,800	0,521	52,07%
39	165,800	0,535	53,45%
40	165,800	0,548	54,83%

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)
41	165,800	0,562	56,22%
42	165,800	0,576	57,60%
43	165,800	0,590	58,98%
44	165,800	0,604	60,36%
45	165,800	0,617	61,74%
46	165,800	0,631	63,12%
47	165,800	0,645	64,50%
48	165,800	0,659	65,88%
49	165,800	0,673	67,27%
50	165,800	0,686	68,65%
51	165,800	0,700	70,03%
52	165,800	0,714	71,41%
53	165,800	0,728	72,79%
54	165,800	0,742	74,17%
55	165,800	0,756	75,55%
56	165,800	0,769	76,93%
57	165,800	0,783	78,31%
58	166,000	0,797	79,70%
59	166,000	0,811	81,08%
60	166,000	0,825	82,46%
61	166,000	0,838	83,84%
62	166,000	0,852	85,22%
63	166,000	0,866	86,60%
64	166,000	0,880	87,98%
65	166,000	0,894	89,36%
66	166,000	0,907	90,75%
67	166,000	0,921	92,13%
68	166,100	0,935	93,51%
69	166,100	0,949	94,89%
70	166,100	0,963	96,27%
71	186,500	0,977	97,65%
72	237,800	0,990	99,03%

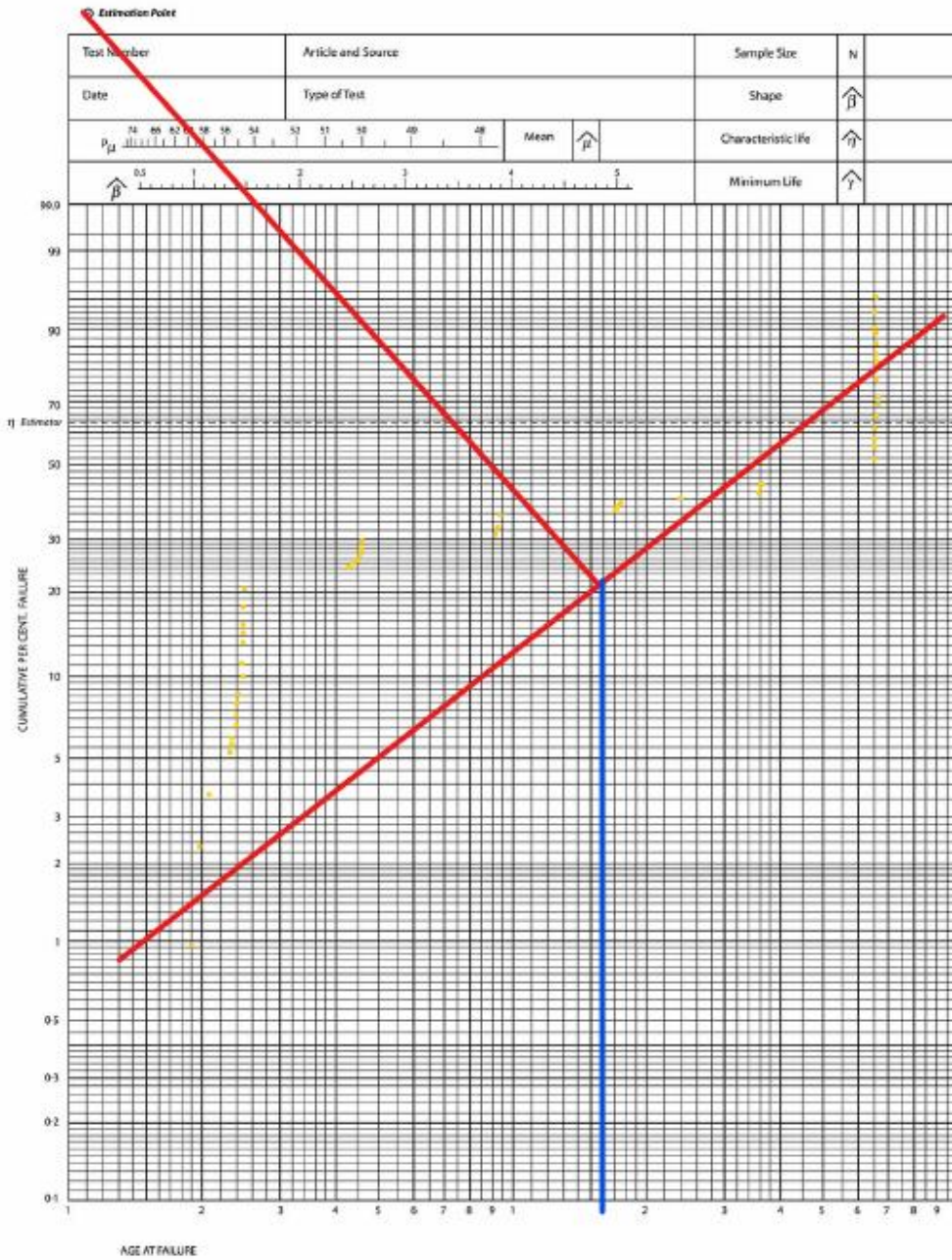


Figura 42.- Papel de Weibull del molino de rodillo doble.

En la figura 42 se observa la presencia de datos dispersos, los cuales ayudan a obtener la línea media entre los mismos y mediante la unión del punto de referencia con una línea perpendicular trazada, se obtiene que el valor del parámetro de forma es 112 y el parámetro calculado es 1,4.

Tabla 186.- Parámetros de fallas del molino de rodillo doble.

P_{μ}	56
β	1,4
η	112

Tabla 187.- Fiabilidad de Weibull del molino de rodillo doble.

Nº fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)	R(t)	R(t)%
1	18,200	0,010	0,97%	0,9314	93,14%
2	18,500	0,023	2,35%	0,9299	92,99%
3	19,800	0,037	3,73%	0,9237	92,37%
4	22,250	0,051	5,11%	0,9118	91,18%
5	22,250	0,065	6,49%	0,9118	91,18%
6	22,250	0,079	7,87%	0,9118	91,18%
7	22,350	0,093	9,25%	0,9113	91,13%
8	22,350	0,106	10,64%	0,9113	91,13%
9	22,450	0,120	12,02%	0,9108	91,08%
10	22,450	0,134	13,40%	0,9108	91,08%
11	22,500	0,148	14,78%	0,9106	91,06%
12	22,500	0,162	16,16%	0,9106	91,06%
13	22,500	0,175	17,54%	0,9106	91,06%
14	22,500	0,189	18,92%	0,9106	91,06%
15	22,650	0,203	20,30%	0,9098	90,98%
16	24,000	0,217	21,69%	0,9031	90,31%
17	41,800	0,231	23,07%	0,8109	81,09%
18	41,800	0,244	24,45%	0,8109	81,09%
19	41,900	0,258	25,83%	0,8104	81,04%
20	42,000	0,272	27,21%	0,8099	80,99%
21	42,000	0,286	28,59%	0,8099	80,99%
22	43,800	0,300	29,97%	0,8003	80,03%
23	91,800	0,314	31,35%	0,5583	55,83%
24	92,000	0,327	32,73%	0,5574	55,74%
25	92,000	0,341	34,12%	0,5574	55,74%
26	92,000	0,355	35,50%	0,5574	55,74%
27	114,000	0,369	36,88%	0,4619	46,19%
28	116,200	0,383	38,26%	0,4530	45,30%
29	138,000	0,396	39,64%	0,3715	37,15%
30	139,500	0,410	41,02%	0,3664	36,64%
31	139,600	0,424	42,40%	0,3660	36,60%
32	140,000	0,438	43,78%	0,3647	36,47%
33	141,800	0,452	45,17%	0,3585	35,85%
34	142,000	0,465	46,55%	0,3579	35,79%
35	161,800	0,479	47,93%	0,2959	29,59%
36	161,900	0,493	49,31%	0,2956	29,56%
37	164,000	0,507	50,69%	0,2896	28,96%
38	165,800	0,521	52,07%	0,2845	28,45%
39	165,800	0,535	53,45%	0,2845	28,45%
40	165,800	0,548	54,83%	0,2845	28,45%

Nº fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)	R(t)	R(t)%
41	165,800	0,562	56,22%	0,2845	28,45%
42	165,800	0,576	57,60%	0,2845	28,45%
43	165,800	0,590	58,98%	0,2845	28,45%
44	165,800	0,604	60,36%	0,2845	28,45%
45	165,800	0,617	61,74%	0,2845	28,45%
46	165,800	0,631	63,12%	0,2845	28,45%
47	165,800	0,645	64,50%	0,2845	28,45%
48	165,800	0,659	65,88%	0,2845	28,45%
49	165,800	0,673	67,27%	0,2845	28,45%
50	165,800	0,686	68,65%	0,2845	28,45%
51	165,800	0,700	70,03%	0,2845	28,45%
52	165,800	0,714	71,41%	0,2845	28,45%
53	165,800	0,728	72,79%	0,2845	28,45%
54	165,800	0,742	74,17%	0,2845	28,45%
55	165,800	0,756	75,55%	0,2845	28,45%
56	165,800	0,769	76,93%	0,2845	28,45%
57	165,800	0,783	78,31%	0,2845	28,45%
58	166,000	0,797	79,70%	0,2840	28,40%
59	166,000	0,811	81,08%	0,2840	28,40%
60	166,000	0,825	82,46%	0,2840	28,40%
61	166,000	0,838	83,84%	0,2840	28,40%
62	166,000	0,852	85,22%	0,2840	28,40%
63	166,000	0,866	86,60%	0,2840	28,40%
64	166,000	0,880	87,98%	0,2840	28,40%
65	166,000	0,894	89,36%	0,2840	28,40%
66	166,000	0,907	90,75%	0,2840	28,40%
67	166,000	0,921	92,13%	0,2840	28,40%
68	166,100	0,935	93,51%	0,2837	28,37%
69	166,100	0,949	94,89%	0,2837	28,37%
70	166,100	0,963	96,27%	0,2837	28,37%
71	186,500	0,977	97,65%	0,2312	23,12%
72	237,800	0,990	99,03%	0,1342	13,42%

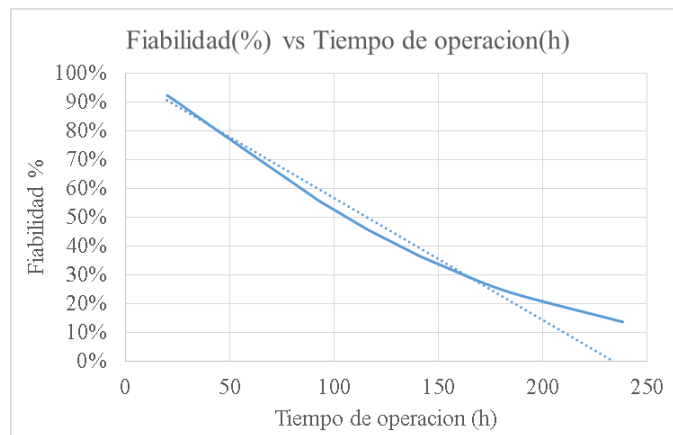


Figura 43.- Fiabilidad vs tiempo de operación del molino de rodillo doble.

En la figura 43 se observa una trayectoria logarítmica ya que los datos se encuentran correlacionados generando una línea con tendencia decreciente, también se aprecia que existe una alta fiabilidad del molino de rodillo doble con relación a los tiempos de operación y posterior a su puesta en marcha esta decrece en función de su uso y posibles fallas que presenta en el desarrollo de sus funciones.

Gamas de mantenimiento

Tabla 188.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo doble del mes de Enero.

Mes		ENERO																																	
Máquina	Tamiz de control turbo	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES			
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
Preventivo	Limpieza zona del equipo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
	Limpieza de la carcasa y compuerta	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Limpieza de la protector de poleas		■								■														■							■			
	Limpieza del cableado eléctrico		■								■															■							■		
	Limpieza del interruptor de corriente		■								■															■							■		
	Limpieza del área del motor eléctrico		■								■															■							■		
	Limpieza de polea y banda		■								■															■							■		
	Control de conexiones eléctricas																																		
	Control de apriete de los pernos																																		
	Control de estabilidad de la base del motor																																		
	Control de tensión de la banda																																		
	Control de estabilidad de polea																																		
	Control de giro de tornillo de paletas																																		
	Control de estabilidad de la estructura																																		
	Lubricación de cojinetes																																		
	Lubricación de rodamientos																																		
	Hidratación de la banda																																		

Tabla 189.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo doble del mes de Febrero.

Mes		FEBRERO																													
Máquina	Tamiz de control turbo	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
Preventivo	Limpieza zona del equipo																														
	Limpieza de la carcasa y compuerta																														
	Limpieza de la protector de poleas																														
	Limpieza del cableado eléctrico																														
	Limpieza del interruptor de corriente																														
	Limpieza del área del motor eléctrico																														
	Limpieza de polea y banda																														
	Control de conexiones eléctricas																														
	Control de apriete de los pernos																														
	Control de estabilidad de la base del motor																														
	Control de tensión de la banda																														
	Control de estabilidad de polea																														
	Control de giro de tornillo de paletas																														
	Control de estabilidad de la estructura																														
	Lubricación de cojinetes																														
	Lubricación de rodamientos																														
Hidratación de la banda																															

Tabla 190.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo doble del mes de Marzo.

Mes		MARZO																																
Máquina	Tamiz de control turbo	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la carcasa y compuerta																																	
	Limpieza de la protector de poleas																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor eléctrico																																	
	Limpieza de polea y banda																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de apriete de los pernos																																	
	Control de estabilidad de la base del motor																																	
	Control de tensión de la banda																																	
	Control de estabilidad de polea																																	
	Control de giro de tornillo de paletas																																	
	Control de estabilidad de la estructura																																	
	Lubricación de cojinetes																																	
	Lubricación de rodamientos																																	
Hidratación de la banda																																		

Tabla 191.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo doble del mes de Abril.

Mes		ABRIL																													
Máquina	Tamiz de control turbo	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Preventivo	Limpieza zona del equipo																														
	Limpieza de la carcasa y compuerta																														
	Limpieza de la protector de poleas																														
	Limpieza del cableado eléctrico																														
	Limpieza del interruptor de corriente																														
	Limpieza del área del motor eléctrico																														
	Limpieza de polea y banda																														
	Control de conexiones eléctricas																														
	Control de apriete de los pernos																														
	Control de estabilidad de la base del motor																														
	Control de tensión de la banda																														
	Control de estabilidad de polea																														
	Control de giro de tornillo de paletas																														
	Control de estabilidad de la estructura																														
	Lubricación de cojinetes																														
	Lubricación de rodamientos																														
Hidratación de la banda																															

Tabla 192.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo doble del mes de Mayo.

Mes		MAYO																															
Máquina	Tamiz de control turbo	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Preventivo	Limpieza zona del equipo	█																															
	Limpieza de la carcasa y compuerta	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
	Limpieza de la protector de poleas	█																															
	Limpieza del cableado eléctrico	█																															
	Limpieza del interruptor de corriente	█																															
	Limpieza del área del motor eléctrico	█																															
	Limpieza de polea y banda	█																															
	Control de conexiones eléctricas																																
	Control de apriete de los pernos																																
	Control de estabilidad de la base del motor																																
	Control de tensión de la banda																																
	Control de estabilidad de polea																																
	Control de giro de tornillo de paletas																																
	Control de estabilidad de la estructura																																
	Lubricación de cojinetes																																
	Lubricación de rodamientos																																
	Hidratación de la banda																																

Tabla 193.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo doble del mes de Junio.

Mes		JUNIO																													
Máquina	Tamiz de control turbo	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Preventivo	Limpieza zona del equipo																														
	Limpieza de la carcasa y compuerta																														
	Limpieza de la protector de poleas																														
	Limpieza del cableado eléctrico																														
	Limpieza del interruptor de corriente																														
	Limpieza del área del motor eléctrico																														
	Limpieza de polea y banda																														
	Control de conexiones eléctricas																														
	Control de apriete de los pernos																														
	Control de estabilidad de la base del motor																														
	Control de tensión de la banda																														
	Control de estabilidad de polea																														
	Control de giro de tornillo de paletas																														
	Control de estabilidad de la estructura																														
	Lubricación de cojinetes																														
	Lubricación de rodamientos																														
	Hidratación de la banda																														

Tabla 194.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo doble del mes de Julio.

Mes		JULIO																																
Máquina	Tamiz de control turbo	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la carcasa y compuerta																																	
	Limpieza de la protector de poleas																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor eléctrico																																	
	Limpieza de polea y banda																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de apriete de los pernos																																	
	Control de estabilidad de la base del motor																																	
	Control de tensión de la banda																																	
	Control de estabilidad de polea																																	
	Control de giro de tornillo de paletas																																	
	Control de estabilidad de la estructura																																	
	Lubricación de cojinetes																																	
	Lubricación de rodamientos																																	
	Hidratación de la banda																																	

Tabla 195.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo doble del mes de Agosto.

Mes		AGOSTO																																
Máquina	Tamiz de control turbo	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la carcasa y compuerta																																	
	Limpieza de la protector de poleas																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor eléctrico																																	
	Limpieza de polea y banda																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de apriete de los pernos																																	
	Control de estabilidad de la base del motor																																	
	Control de tensión de la banda																																	
	Control de estabilidad de polea																																	
	Control de giro de tornillo de paletas																																	
	Control de estabilidad de la estructura																																	
	Lubricación de cojinetes																																	
	Lubricación de rodamientos																																	
Hidratación de la banda																																		

Tabla 196.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo doble del mes de Septiembre.

Mes		SEPTIEMBRE																														
Máquina	Tamiz de control turbo	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Preventivo	Limpieza zona del equipo																															
	Limpieza de la carcasa y compuerta																															
	Limpieza de la protector de poleas																															
	Limpieza del cableado eléctrico																															
	Limpieza del interruptor de corriente																															
	Limpieza del área del motor eléctrico																															
	Limpieza de polea y banda																															
	Control de conexiones eléctricas																															
	Control de apriete de los pernos																															
	Control de estabilidad de la base del motor																															
	Control de tensión de la banda																															
	Control de estabilidad de polea																															
	Control de giro de tornillo de paletas																															
	Control de estabilidad de la estructura																															
	Lubricación de cojinetes																															
	Lubricación de rodamientos																															
	Hidratación de la banda																															

Tabla 197.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo doble del mes de Octubre.

Mes		OCTUBRE																															
Máquina	Tamiz de control turbo	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de la carcasa y compuerta																																
	Limpieza de la protector de poleas																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Limpieza de polea y banda																																
	Control de conexiones eléctricas																																
	Control de apriete de los pernos																																
	Control de estabilidad de la base del motor																																
	Control de tensión de la banda																																
	Control de estabilidad de polea																																
	Control de giro de tornillo de paletas																																
	Control de estabilidad de la estructura																																
	Lubricación de cojinetes																																
	Lubricación de rodamientos																																
	Hidratación de la banda																																

Tabla 198.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo doble del mes de Noviembre.

Mes		NOVIEMBRE																																
Máquina	Tamiz de control turbo	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES			
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la carcasa y compuerta																																	
	Limpieza de la protector de poleas																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor eléctrico																																	
	Limpieza de polea y banda																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de apriete de los pernos																																	
	Control de estabilidad de la base del motor																																	
	Control de tensión de la banda																																	
	Control de estabilidad de polea																																	
	Control de giro de tornillo de paletas																																	
	Control de estabilidad de la estructura																																	
	Lubricación de cojinetes																																	
	Lubricación de rodamientos																																	
	Hidratación de la banda																																	

Tabla 199.- Frecuencia de mantenimiento del molino de rodillo doble del mes de Diciembre.

Mes		DICIEMBRE																															
Máquina	Tamiz de control turbo	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de la carcasa y compuerta																																
	Limpieza de la protector de poleas																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Limpieza de polea y banda																																
	Control de conexiones eléctricas																																
	Control de apriete de los pernos																																
	Control de estabilidad de la base del motor																																
	Control de tensión de la banda																																
	Control de estabilidad de polea																																
	Control de giro de tornillo de paletas																																
	Control de estabilidad de la estructura																																
	Lubricación de cojinetes																																
	Lubricación de rodamientos																																
	Hidratación de la banda																																

3.1.5.8 Tamiz de control turbo

Tabla 200.- Ficha técnica del tamiz de control turbo.

					
MOLINOS MIRAFLORES S.A					
PLANTA SANTA ROSA					
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO					
				ÁREA: MOLIENDA	
FICHA TÉCNICA			Nº: 8		
DATOS GENERALES					
NOMBRE DEL EQUIPO:			TAMIZ DE CONTROL TURBO		
CÓDIGO:	MAM-00208				
MARCA:	ALAPALA				
MODELO:	TKSF 40/100				
COLOR:	BLANCO				
SERIAL:	201128				
AÑO DE FABRICACIÓN:	2020				
ORIGEN:	TURQUÍA				
FUNCIÓN DE EQUIPO:					
Tamizar la materia prima previo al ingreso a los molinos					
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				DIMENSIONES	
VOLTAJE:	460	voltios	ANCHO:	1727	mm
FRECUENCIA:	60	Hertz	LARGO:	1205	mm
AMPERAJE:	2,6	amperios	ALTO:	1410	mm
POTENCIA:	5,5	KW	PESO:	160	kg
RPM MOTOR:	3000	rpm			
TEMPERATURA DE TRABAJO:	10°-20°	centígrados			
CAPACIDAD:	28	toneladas			
LUBRICACIÓN:	grasa xm2, ep2				
MANTENIMIENTO					
CADA (X) HORAS DE TRABAJO:		✓			
SEMANAL:		-			
MENSUAL:		✓			
SEMESTRAL:		✓			
ANUAL:		✓			

Componentes

Tabla 201.- Componentes del tamiz de control turbo.

Nº:	Componente	Función
1	Motor eléctrico	Transformar la energía eléctrica en mecánica
2	Cableado eléctrico	Permitir el flujo de la corriente eléctrica hacia el motor
3	Interruptor de corriente	Abrir o cerrar el circuito eléctrico
4	Carcasa	Integrar los elementos que conforman la maquina
5	Eje motriz	Desplazar los aditivos de la bandeja de mezcla al tonillo del transporte
6	Compuerta	Facilitar el acceso a la materia prima
7	Tornillo de paletas	Desplazar el producto
8	Rodamientos	Permitir el giro sin resistencia del eje dentro de la coraza del equipo
9	Cojinetes	Disminuir la fricción de elementos que se encuentran en contacto
10	Banda	Transferir el movimiento del motor aleje conductor
11	Polea	Guiar la polea para su correcto giro continuo
13	Protector de banda	Evitar que agentes externos interfieran con el funcionamiento de la banda

Componentes sustituibles

Tabla 202.- Componentes sustituibles del tamiz de control turbo.

Componente sustituible	Características	Cantidad
Pernos de sujeción	Pernos 1 /2pulagada	40
Cable de alimentación eléctrica	Calibre 10	1
Interruptor eléctrico	Componente plástico	2
Banda trapecial	600 longitud x 15 alto x 18 ancho	2

Instrucciones de funcionamiento

- Verificar el estado de las conexiones eléctricas
- Verificar el estado de los pernos
- Verificar que no exista fuga de materia prima
- Autorizar el funcionamiento

Normas de seguridad

- Evitar liberar polvos de harina cerca del equipo
- Prohibir la movilización del personal cerca de la máquina cuando está en funcionamiento
- Manipular la máquina solo cuando esta se encuentre apagada

- Utilizar EPP siempre que la máquina se encuentre en funcionamiento

Instrucciones de mantenimiento

Las operaciones de limpieza, de mantenimiento y de lubricación se detallan a continuación mediante tablas.

Tabla 203.- Frecuencia de las acciones del tamiz de control turbo.

Acciones de Limpieza	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Limpieza zona del equipo		x			
Limpieza de la carcasa y compuerta		x			
Limpieza de la protector de poleas			x		
Limpieza del cableado eléctrico			x		
Limpieza del interruptor de corriente			x		
Limpieza del área del motor eléctrico			x		
Limpieza de polea y banda			x		

Tabla 204.- Frecuencia de las acciones del tamiz de control turbo.

Acciones de Mantenimiento	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Control de conexiones eléctricas			x		
Control de apriete de los pernos			x		
Control de estabilidad de la base del motor			x		
Control de tensión de la banda			x		
Control de estabilidad de polea			x		
Control de giro de tornillo de paletas			x		
Control de estabilidad de la estructura			x		

Tabla 205.- Frecuencia del tamiz de control turbo.

Acciones de Lubricación	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Lubricación de cojinetes			x		
Lubricación de rodamientos			x		
Hidratación de la banda			x		

Tabla 206.- Estadístico de mantenimiento anual del tamiz de control turbo.

Equipo	Tamiz de control turbo					Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)	
ENERO	Inicio de actividades (Nuevo Año)						87,236	0,011	1,257	0,795	98,58%	
	Limpieza zona del equipo	4/1/2021	24,00	0,8	0,75	1,55						
	Limpieza de la carcasa y compuerta											
	Limpieza zona del equipo	11/1/2021	166,45	0,8	0,75	1,55						
	Limpieza de la carcasa y compuerta											
	Limpieza zona del equipo	18/1/2021	166,45	0,8	0,75	1,55						
	Limpieza de la carcasa y compuerta											
	Limpieza de la protector de poleas	25/1/2021	166,45	2	1,8	3,8						
	Limpieza del cableado eléctrico											
	Limpieza del interruptor de corriente											
	Limpieza del área del motor eléctrico											
	Limpieza de polea y banda											
	Control de conexiones eléctricas	27/1/2021	44,20	1	0,9	1,9						
	Control de apriete de los pernos											
	Control de estabilidad de la base del motor	28/1/2021	22,10	1,4	1,6	3						
	Control de tensión de la banda											
	Control de estabilidad de polea											
	Control de giro de tornillo de paletas											
	Control de estabilidad de la estructura	29/1/2021	21,00	2	1,8	3,8						
	Lubricación de cojinetes											
Lubricación de rodamientos												
Hidratación de la banda												

Equipo	Tamiz de control turbo				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
FEBRERO	Limpieza zona del equipo	1/2/2021	68,20	0,8	0,75	1,55	93,521	0,011	1,200	0,833	98,73%
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	8/2/2021	166,45	1	0,75	1,75					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	15/2/2021	166,25	0,8	0,75	1,55					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza de la protector de poleas	22/2/2021	166,45	2	1,8	3,8					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Limpieza de polea y banda	24/2/2021	44,20	1	0,9	1,9					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor	25/2/2021	22,10	1,4	1,6	3					
	Control de tensión de la banda										
	Control de estabilidad de polea										
	Control de giro de tornillo de paletas										
	Control de estabilidad de la estructura	26/2/2021	21,00	1,4	1,8	3,2					
Lubricación de cojinetes											
Lubricación de rodamientos											
Hidratación de la banda											

Equipo	Tamiz de control turbo				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
MARZO	Limpieza zona del equipo	1/3/2021	68,80	1	0,75	1,75	110,721	0,009	1,314	0,761	98,83%
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	8/3/2021	166,25	0,6	0,75	1,35					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	15/3/2021	166,65	1	0,75	1,75					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza de la protector de poleas	22/3/2021	166,25	2	1,8	3,8					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Limpieza de polea y banda	29/3/2021	164,20	0,6	0,9	1,5					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos	30/3/2021	22,50	2	1,6	3,6					
	Control de estabilidad de la base del motor										
	Control de tensión de la banda										
	Control de estabilidad de polea										
	Control de giro de tornillo de paletas	31/3/2021	20,40	2	1,8	3,8					
	Control de estabilidad de la estructura										
Lubricación de cojinetes											
Lubricación de rodamientos											
Hidratación de la banda											

Equipo	Tamiz de control turbo				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
ABRIL	Limpieza zona del equipo	5/4/2021	116,20	1	0,75	1,75	100,293	0,010	1,371	0,729	98,65%
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	12/4/2021	166,25	1	0,75	1,75					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	19/4/2021	166,25	1	0,75	1,75					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza de la protector de poleas	26/4/2021	166,25	2	1,8	3,8					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Limpieza de polea y banda	28/4/2021	44,20	0,6	0,9	1,5					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos	29/4/2021	22,50	2	1,6	3,6					
	Control de estabilidad de la base del motor										
	Control de tensión de la banda										
	Control de estabilidad de polea										
	Control de giro de tornillo de paletas										
	Control de estabilidad de la estructura	30/4/2021	20,40	2	1,8	3,8					
Lubricación de cojinetes											
Lubricación de rodamientos											
Hidratación de la banda											

Equipo	Tamiz de control turbo				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
MAYO	Limpieza zona del equipo	3/5/2021	68,20	1	0,75	1,75	103,750	0,010	1,257	0,795	98,80%
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	10/5/2021	166,25	1	0,75	1,75					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	17/5/2021	166,25	1	0,75	1,75					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza de la protector de poleas	24/5/2021	166,25	2	1,8	3,8					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Limpieza de polea y banda	29/5/2021	116,20	1	0,9	1,9					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos	30/5/2021	22,10	1,4	1,6	3					
	Control de estabilidad de la base del motor										
	Control de tensión de la banda										
	Control de estabilidad de polea										
	Control de giro de tornillo de paletas										
	Control de estabilidad de la estructura	31/5/2021	21,00	1,4	1,8	3,2					
Lubricación de cojinetes											
Lubricación de rodamientos											
Hidratación de la banda											

Equipo	Tamiz de control turbo				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
JUNIO	Limpieza zona del equipo	7/6/2021	164,80	1	0,75	1,75	100,493	0,010	1,257	0,795	98,76%
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	14/6/2021	166,25	1	0,75	1,75					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	21/6/2021	166,25	1	0,75	1,75					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza de la protector de poleas	27/6/2021	142,25	1,4	1,8	3,2					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Limpieza de polea y banda										
	Control de conexiones eléctricas	28/6/2021	20,80	1	0,9	1,9					
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor	29/6/2021	22,10	1,4	1,6	3					
	Control de tensión de la banda										
	Control de estabilidad de polea										
	Control de giro de tornillo de paletas										
	Control de estabilidad de la estructura	30/6/2021	21,00	2	1,8	3,8					
Lubricación de cojinetes											
Lubricación de rodamientos											
Hidratación de la banda											

Equipo	Tamiz de control turbo				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
JULIO	Limpieza zona del equipo	5/7/2021	116,20	0,6	0,75	1,35	103,807	0,010	1,286	0,778	98,78%
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	12/7/2021	166,65	1	0,75	1,75					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	19/7/2021	166,25	1	0,75	1,75					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza de la protector de poleas	28/7/2021	214,25	1,4	1,8	3,2					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Limpieza de polea y banda	29/7/2021	20,80	1	0,9	1,9					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos	30/7/2021	22,10	2	1,6	3,6					
	Control de estabilidad de la base del motor										
	Control de tensión de la banda										
	Control de estabilidad de polea										
	Control de giro de tornillo de paletas	31/7/2021	20,40	2	1,8	3,8					
	Control de estabilidad de la estructura										
Lubricación de cojinetes											
Lubricación de rodamientos											
Hidratación de la banda											

Equipo	Tamiz de control turbo				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
AGOSTO	Limpieza zona del equipo	2/8/2021	44,20	1	0,75	1,75	103,807	0,010	1,286	0,778	98,78%
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	9/8/2021	166,25	1	0,75	1,75					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	16/8/2021	166,25	1	0,75	1,75					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza de la protector de poleas	23/8/2021	166,25	1,4	1,8	3,2					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Limpieza de polea y banda	29/8/2021	140,80	0,6	0,9	1,5					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos	30/8/2021	22,50	2	1,6	3,6					
	Control de estabilidad de la base del motor										
	Control de tensión de la banda										
	Control de estabilidad de polea										
	Control de giro de tornillo de paletas	31/8/2021	20,40	2	1,8	3,8					
	Control de estabilidad de la estructura										
Lubricación de cojinetes											
Lubricación de rodamientos											
Hidratación de la banda											

Equipo	Tamiz de control turbo				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
SEPTIEMBRE	Limpieza zona del equipo	6/9/2021	140,20	0,6	0,75	1,35	100,350	0,010	1,229	0,814	98,79%
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	13/9/2021	166,65	1	0,75	1,75					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	20/9/2021	166,25	1	0,75	1,75					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza de la protector de poleas	27/9/2021	166,25	2	1,8	3,8					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Limpieza de polea y banda	28/9/2021	20,20	0,6	0,9	1,5					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos	29/9/2021	22,50	2	1,6	3,6					
	Control de estabilidad de la base del motor										
	Control de tensión de la banda										
	Control de estabilidad de polea										
	Control de giro de tornillo de paletas	30/9/2021	20,40	1,4	1,8	3,2					
	Control de estabilidad de la estructura										
Lubricación de cojinetes											
Lubricación de rodamientos											
Hidratación de la banda											

Equipo	Tamiz de control turbo				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
OCTUBRE	Limpieza zona del equipo	4/10/2021	92,80	1	0,75	1,75	103,893	0,010	1,286	0,778	98,78%
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	11/10/2021	166,25	1	0,75	1,75					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	18/10/2021	166,25	0,6	0,75	1,35					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza de la protector de poleas	28/10/2021	238,65	1,4	1,8	3,2					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Limpieza de polea y banda										
	Control de conexiones eléctricas	29/10/2021	20,80	1	0,9	1,9					
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor	30/10/2021	22,10	2	1,6	3,6					
	Control de tensión de la banda										
	Control de estabilidad de polea										
	Control de giro de tornillo de paletas										
	Control de estabilidad de la estructura	31/10/2021	20,40	2	1,8	3,8					
Lubricación de cojinetes											
Lubricación de rodamientos											
Hidratación de la banda											

Equipo	Tamiz de control turbo				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
NOVIEMBRE	Limpieza zona del equipo	1/11/2021	20,20	1	0,75	1,75	100,350	0,010	1,229	0,814	98,79%
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	8/11/2021	166,25	0,6	0,75	1,35					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	15/11/2021	166,65	1	0,75	1,75					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza de la protector de poleas	22/11/2021	166,25	2	1,8	3,8					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Limpieza de polea y banda	28/11/2021	140,20	0,6	0,9	1,5					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos	29/11/2021	22,50	2	1,6	3,6					
	Control de estabilidad de la base del motor										
	Control de tensión de la banda										
	Control de estabilidad de polea										
	Control de giro de tornillo de paletas	30/11/2021	20,40	1,4	1,8	3,2					
	Control de estabilidad de la estructura										
Lubricación de cojinetes											
Lubricación de rodamientos											
Hidratación de la banda											

Equipo	Tamiz de control turbo				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
DICIEMBRE	Limpieza zona del equipo	6/12/2021	140,80	0,6	0,75	1,35	100,721	0,010	0,943	1,061	99,07%
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	13/12/2021	166,65	0,6	0,75	1,35					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	20/12/2021	166,65	0,6	0,75	1,35					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza de la protector de poleas	27/12/2021	166,65	1,4	1,8	3,2					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Limpieza de polea y banda	28/12/2021	20,80	0,6	0,9	1,5					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos	29/12/2021	22,50	1,4	1,6	3					
	Control de estabilidad de la base del motor										
	Control de tensión de la banda										
	Control de estabilidad de polea										
	Control de giro de tornillo de paletas	30/12/2021	21,00	1,4	1,8	3,2					
	Control de estabilidad de la estructura										
Lubricación de cojinetes											
Lubricación de rodamientos											
Hidratación de la banda											
TOTALES			8462,6	104,40	100,20	204,60	8463	0,0001	104,40	0,010	98,78%
PROMEDIOS			100,745	1,243	1,193	2,436	100,745	11,483	1,243	0,812	98,78%

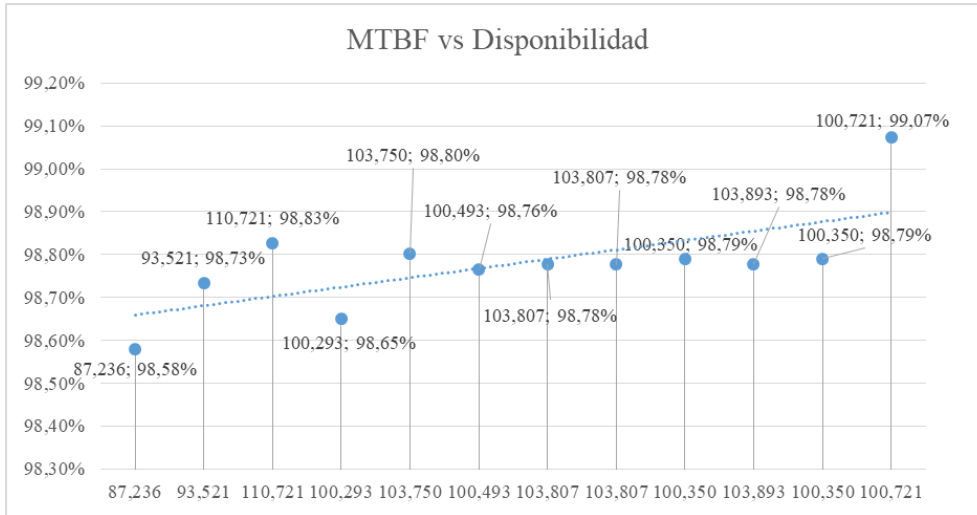


Figura 44.-Tiempo medio entre fallos vs Disponibilidad del tamiz de control turbo.

En la figura 44 se logra apreciar que existe una disponibilidad máxima de un 99.07% acompañado de un MTBF de 100.7 horas, de igual manera se observa que la disponibilidad mínima es de 98.58% con un MTBF de 87.23horas.

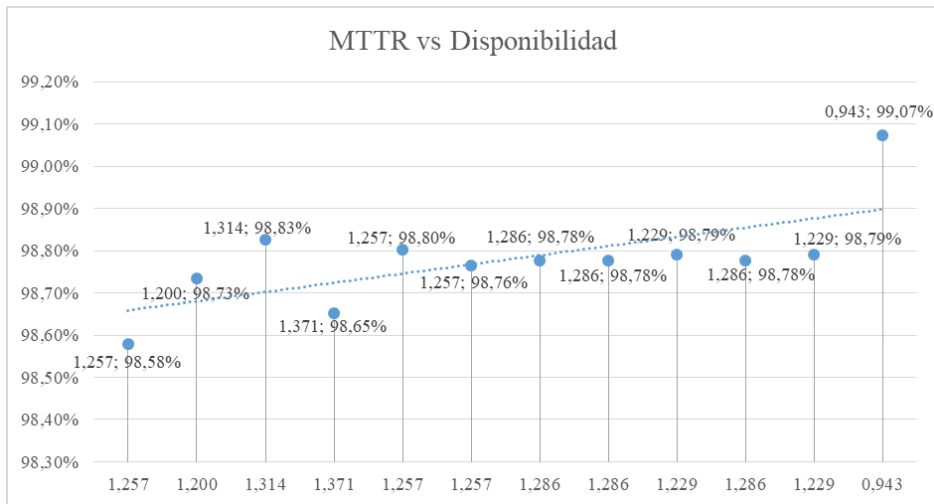


Figura 45.-Tiempo medio en reparación vs Disponibilidad del tamiz de control turbo.

En la figura 45 se aprecia que el valor máximo de la disponibilidad es de 99.7%(MTTR=0.9 horas) y un mínimo de 98.58%(MTTR=1.257), seguido de un valor máximo de tiempo de reparación de 1.37 horas (D=98.65) y un mínimo de 0.94 horas (D=99.7%). Apreciando la notoria dispersión de los puntos en la gráfica.

Tabla 207.- Matriz AMFE del tamiz de control turbo.

MATRIZ AMFE											
Área:		Molienda		Marca:	ALAPALA		Fecha Rea:		Hoja N°		
Nombre del equipo:		Tamiz de control turbo		Modelo:	TKSF 40/100		Fecha Rev:		De		
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallo	Causa raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IDR	
1	Motor eléctrico	Transformar la energía eléctrica en mecánica	Paro de la maquina	Fundición de masa	Incorrecta manipulación	Parada del proceso inesperada	2	10	3	60	Evitar golpear el cuerpo y el eje
			Ausencia de ignición	Atascamiento	Impurezas acumuladas	Arranque detenido	3	9	2	54	Limpiar minuciosamente el equipo
2	Cableado eléctrico	Permitir el flujo de la corriente eléctrica hacia el motor	No enciende el led de verificación	Obstrucción	Mal montaje	Falta de señal eléctrica	2	8	9	144	Limpiar minuciosamente evitando humedad
			Segmentación del cableado	Rotura	Cortocircuito	Intermitencia de la energía	2	8	9	144	Limpiar minuciosamente evitando humedad
3	Interruptor de corriente	Abrir o cerrar el circuito eléctrico	Oxidación	Desgaste	Corrosión	Deterioro de la estructura	3	9	3	81	Recubrir las zonas expuestas
			Desprendimiento de partes	Rotura	Cortocircuito	Corte del paso de corriente	4	9	2	72	Limpiar minuciosamente evitando humedad
4	Carcasa	Integrar los elementos que conforman la maquina	Irregularidades en la superficie	Deformación	Incorrecta manipulación	Variación de la forma inicial	3	6	4	72	Enderezamiento de las zonas afectadas
			Oxidación de la superficie	Desgaste	Corrosión	Deterioro de la estructura	3	9	3	81	Recubrir las zonas expuestas
5	Eje motriz	Desplazar los aditivos de la bandeja de mezcla al tonillo del transporte	Rotura de los soportes	Rotura	Incorrecta manipulación	Exposición de la banda	1	8	8	64	Ajuste adecuado al ensamblar
			Oxidación	Desgaste	Corrosión	Deterioro del protector	1	9	9	81	Recubrir las zonas expuestas
6	Compuerta	Facilitar el acceso a la materia prima	Oxidación	Desgaste	Corrosión	Deterioro de la	1	7	8	56	Recubrir las zonas expuestas
			Rechinidos en	Desgaste	Fricción	Sonidos extraños	4	4	4	64	Mejorar la lubricación y limpieza

MATRIZ AMFE											
Área:		Molienda		Marca:	ALAPALA		Fecha Rea:			Hoja N°	1
Nombre del equipo:		Tamiz de control turbo		Modelo:	TKSF 40/100		Fecha Rev:			De	1
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallo	Causa raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IDR	
7	Tornillo de paletas	Desplazar el producto	Se tambalea la máquina	Desalineación	Mal montaje	Giro de eje variante	1	5	7	35	Verificación del buen montaje
			Rotura de paletas	Atascamiento	Impurezas en el eje	Ralentización en los giros	1	9	9	81	Limpiar minuciosamente el equipo
8	Rodamientos	Permitir el giro sin resistencia del eje dentro de la coraza del equipo	Rechinidos	Desgaste	Fricción	Sonidos extraños	3	4	7	84	Mejorar la lubricación
			Vibración	Desgaste	Lubricación pobre	Ralentización en los giros	5	6	6	180	Mejorar la lubricación
9	Cojinetes	Disminuir la fricción de elementos que se encuentran en contacto	Oxidación	Desgaste	Corrosión	Deterioro de la estructura	2	7	4	56	Recubrir las zonas expuestas
			Rechinidos en movimiento	Desgaste	Fricción	Sonidos extraños	3	5	7	105	Mejorar la lubricación y limpieza
10	Banda	Transferir el movimiento del motor aleje conductor	Desprendimiento de pedazos	Agrietamiento	Lubricación pobre	Banda pierde porciones	3	8	3	72	Mejorar la lubricación
			Se secciona su unión	Rotura	Incorrecta manipulación	No hay transmisión de movimiento	2	9	2	36	Verificar la correcta tensión de la banda
11	Polea	Guiar la polea para su correcto giro continuo	Incorrecto acople con a banda	Desalineación	Mal montaje	Giro de eje variante	3	7	3	63	Verificar el correcto giro previo al acople de la chaveta
			Separación del eje motriz	Desprendimiento	Incorrecta manipulación	Para del proceso	2	9	3	54	Verificar el correcto apriete de la chaveta
12	Protector de banda	Evitar que agentes externos interfieran con el funcionamiento de la banda	Rotura de los soportes	Rotura	Incorrecta manipulación	Exposición de la banda	3	8	3	72	Ajuste adecuado al ensamblar
			Oxidación	Desgaste	Corrosión	Deterioro del protector	3	9	2	54	Recubrir las zonas expuestas

Determinación de la fiabilidad del tamiz de control turbo en función del modelo matemático de Weibull de dos parámetros.

Tabla 208.- Datos estadísticos del mantenimiento anual del tamiz de control turbo.

Nº Actividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)
1	1	24,00	3,178
2	1	166,45	5,115
3	1	166,45	5,115
4	1	166,45	5,115
5	1	44,20	3,789
6	1	22,10	3,096
7	1	21,00	3,045
8	1	68,20	4,222
9	1	166,45	5,115
10	1	166,25	5,113
11	1	166,45	5,115
12	1	44,20	3,789
13	1	22,10	3,096
14	1	21,00	3,045
15	1	68,80	4,231
16	1	166,25	5,113
17	1	166,65	5,116
18	1	166,25	5,113
19	1	164,20	5,101
20	1	22,50	3,114
21	1	20,40	3,016
22	1	116,20	4,755
23	1	166,25	5,113
24	1	166,25	5,113
25	1	166,25	5,113
26	1	44,20	3,789
27	1	22,50	3,114
28	1	20,40	3,016
29	1	68,20	4,222
30	1	166,25	5,113
31	1	166,25	5,113
32	1	166,25	5,113
33	1	116,20	4,755
34	1	22,10	3,096
35	1	21,00	3,045
36	1	164,80	5,105
37	1	166,25	5,113
38	1	166,25	5,113
39	1	142,25	4,958
40	1	20,80	3,035

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)
41	1	22,10	3,096
42	1	21,00	3,045
43	1	116,20	4,755
44	1	166,65	5,116
45	1	166,25	5,113
46	1	214,25	5,367
47	1	20,80	3,035
48	1	22,10	3,096
49	1	20,40	3,016
50	1	44,20	3,789
51	1	166,25	5,113
52	1	166,25	5,113
53	1	166,25	5,113
54	1	140,80	4,947
55	1	22,50	3,114
56	1	20,40	3,016
57	1	140,20	4,943
58	1	166,65	5,116
59	1	166,25	5,113
60	1	166,25	5,113
61	1	20,20	3,006
62	1	22,50	3,114
63	1	20,40	3,016
64	1	92,80	4,530
65	1	166,25	5,113
66	1	166,25	5,113
67	1	238,65	5,475
68	1	20,80	3,035
69	1	22,10	3,096
70	1	20,40	3,016
71	1	20,20	3,006
72	1	166,25	5,113
73	1	166,65	5,116
74	1	166,25	5,113
75	1	140,20	4,943
76	1	22,50	3,114
77	1	20,40	3,016
78	1	140,80	4,947
79	1	166,65	5,116
80	1	166,65	5,116
81	1	166,65	5,116
82	1	20,80	3,035
83	1	22,50	3,114
84	1	21,00	3,045

Tenemos que para el tamiz de control turbo $\bar{X}=3.635$

Tabla 209.- Datos calculados del tamiz de control turbo.

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{x}) ²
1	1	24.00	3.178	0.2084
2	1	166.45	5.115	2.1906
3	1	166.45	5.115	2.1906
4	1	166.45	5.115	2.1906
5	1	44.20	3.789	0.0238
6	1	22.10	3.096	0.2906
7	1	21.00	3.045	0.3482
8	1	68.20	4.222	0.3455
9	1	166.45	5.115	2.1906
10	1	166.25	5.113	2.1871
11	1	166.45	5.115	2.1906
12	1	44.20	3.789	0.0238
13	1	22.10	3.096	0.2906
14	1	21.00	3.045	0.3482
15	1	68.80	4.231	0.3559
16	1	166.25	5.113	2.1871
17	1	166.65	5.116	2.1942
18	1	166.25	5.113	2.1871
19	1	164.20	5.101	2.1505
20	1	22.50	3.114	0.2715
21	1	20.40	3.016	0.3833
22	1	116.20	4.755	1.2560
23	1	166.25	5.113	2.1871
24	1	166.25	5.113	2.1871
25	1	166.25	5.113	2.1871
26	1	44.20	3.789	0.0238
27	1	22.50	3.114	0.2715
28	1	20.40	3.016	0.3833
29	1	68.20	4.222	0.3455
30	1	166.25	5.113	2.1871
31	1	166.25	5.113	2.1871
32	1	166.25	5.113	2.1871
33	1	116.20	4.755	1.2560
34	1	22.10	3.096	0.2906
35	1	21.00	3.045	0.3482
36	1	164.80	5.105	2.1613
37	1	166.25	5.113	2.1871
38	1	166.25	5.113	2.1871
39	1	142.25	4.958	1.7503
40	1	20.80	3.035	0.3596

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{x}) ²
41	1	22.10	3.096	0.2906
42	1	21.00	3.045	0.3482
43	1	116.20	4.755	1.2560
44	1	166.65	5.116	2.1942
45	1	166.25	5.113	2.1871
46	1	214.25	5.367	3.0017
47	1	20.80	3.035	0.3596
48	1	22.10	3.096	0.2906
49	1	20.40	3.016	0.3833
50	1	44.20	3.789	0.0238
51	1	166.25	5.113	2.1871
52	1	166.25	5.113	2.1871
53	1	166.25	5.113	2.1871
54	1	140.80	4.947	1.7233
55	1	22.50	3.114	0.2715
56	1	20.40	3.016	0.3833
57	1	140.20	4.943	1.7121
58	1	166.65	5.116	2.1942
59	1	166.25	5.113	2.1871
60	1	166.25	5.113	2.1871
61	1	20.20	3.006	0.3956
62	1	22.50	3.114	0.2715
63	1	20.40	3.016	0.3833
64	1	92.80	4.530	0.8025
65	1	166.25	5.113	2.1871
66	1	166.25	5.113	2.1871
67	1	238.65	5.475	3.3870
68	1	20.80	3.035	0.3596
69	1	22.10	3.096	0.2906
70	1	20.40	3.016	0.3833
71	1	20.20	3.006	0.3956
72	1	166.25	5.113	2.1871
73	1	166.65	5.116	2.1942
74	1	166.25	5.113	2.1871
75	1	140.20	4.943	1.7121
76	1	22.50	3.114	0.2715
77	1	20.40	3.016	0.3833
78	1	140.80	4.947	1.7233
79	1	166.65	5.116	2.1942
80	1	166.65	5.116	2.1942
81	1	166.65	5.116	2.1942
82	1	20.80	3.035	0.3596
83	1	22.50	3.114	0.2715
84	1	21.00	3.045	0.3482

Tabla 210.- Parámetros iniciales del tamiz de control turbo.

PARÁMETROS OBTENIDOS	
MEDIA \bar{x}	3.635
VARIANZA S^2	100.818
DESVIACIÓN S	10.041
BETA β	0.128
ALPHA α	3474.800
GAMA γ	0

Tabla 211.- Tabla del cálculo de fiabilidad e infiabilidad del tamiz de control turbo

Nº Actividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)-\bar{x})²	R(t)	R(t)%
1	1	24.00	3.178	0.2084	1.000000	100.00%
2	1	166.45	5.115	2.1906	1.000000	100.00%
3	1	166.45	5.115	2.1906	1.000000	100.00%
4	1	166.45	5.115	2.1906	1.000000	100.00%
5	1	44.20	3.789	0.0238	1.000000	100.00%
6	1	22.10	3.096	0.2906	1.000000	100.00%
7	1	21.00	3.045	0.3482	1.000000	100.00%
8	1	68.20	4.222	0.3455	1.000000	100.00%
9	1	166.45	5.115	2.1906	1.000000	100.00%
10	1	166.25	5.113	2.1871	1.000000	100.00%
11	1	166.45	5.115	2.1906	1.000000	100.00%
12	1	44.20	3.789	0.0238	1.000000	100.00%
13	1	22.10	3.096	0.2906	1.000000	100.00%
14	1	21.00	3.045	0.3482	1.000000	100.00%
15	1	68.80	4.231	0.3559	1.000000	100.00%
16	1	166.25	5.113	2.1871	1.000000	100.00%
17	1	166.65	5.116	2.1942	1.000000	100.00%
18	1	166.25	5.113	2.1871	1.000000	100.00%
19	1	164.20	5.101	2.1505	1.000000	100.00%
20	1	22.50	3.114	0.2715	1.000000	100.00%
21	1	20.40	3.016	0.3833	1.000000	100.00%
22	1	116.20	4.755	1.2560	1.000000	100.00%
23	1	166.25	5.113	2.1871	1.000000	100.00%
24	1	166.25	5.113	2.1871	1.000000	100.00%
25	1	166.25	5.113	2.1871	1.000000	100.00%
26	1	44.20	3.789	0.0238	1.000000	100.00%
27	1	22.50	3.114	0.2715	1.000000	100.00%
28	1	20.40	3.016	0.3833	1.000000	100.00%
29	1	68.20	4.222	0.3455	1.000000	100.00%
30	1	166.25	5.113	2.1871	1.000000	100.00%
31	1	166.25	5.113	2.1871	1.000000	100.00%
32	1	166.25	5.113	2.1871	1.000000	100.00%

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)	$(\text{Ln}(\text{TO})-\bar{X})^2$	R(t)	R(t)%
33	1	116.20	4.755	1.2560	1.000000	100.00%
34	1	22.10	3.096	0.2906	1.000000	100.00%
35	1	21.00	3.045	0.3482	1.000000	100.00%
36	1	164.80	5.105	2.1613	1.000000	100.00%
37	1	166.25	5.113	2.1871	1.000000	100.00%
38	1	166.25	5.113	2.1871	1.000000	100.00%
39	1	142.25	4.958	1.7503	1.000000	100.00%
40	1	20.80	3.035	0.3596	1.000000	100.00%
41	1	22.10	3.096	0.2906	1.000000	100.00%
42	1	21.00	3.045	0.3482	1.000000	100.00%
43	1	116.20	4.755	1.2560	1.000000	100.00%
44	1	166.65	5.116	2.1942	1.000000	100.00%
45	1	166.25	5.113	2.1871	1.000000	100.00%
46	1	214.25	5.367	3.0017	1.000000	100.00%
47	1	20.80	3.035	0.3596	1.000000	100.00%
48	1	22.10	3.096	0.2906	1.000000	100.00%
49	1	20.40	3.016	0.3833	1.000000	100.00%
50	1	44.20	3.789	0.0238	1.000000	100.00%
51	1	166.25	5.113	2.1871	1.000000	100.00%
52	1	166.25	5.113	2.1871	1.000000	100.00%
53	1	166.25	5.113	2.1871	1.000000	100.00%
54	1	140.80	4.947	1.7233	1.000000	100.00%
55	1	22.50	3.114	0.2715	1.000000	100.00%
56	1	20.40	3.016	0.3833	1.000000	100.00%
57	1	140.20	4.943	1.7121	1.000000	100.00%
58	1	166.65	5.116	2.1942	1.000000	100.00%
59	1	166.25	5.113	2.1871	1.000000	100.00%
60	1	166.25	5.113	2.1871	1.000000	100.00%
61	1	20.20	3.006	0.3956	1.000000	100.00%
62	1	22.50	3.114	0.2715	1.000000	100.00%
63	1	20.40	3.016	0.3833	1.000000	100.00%
64	1	92.80	4.530	0.8025	1.000000	100.00%
65	1	166.25	5.113	2.1871	1.000000	100.00%
66	1	166.25	5.113	2.1871	1.000000	100.00%
67	1	238.65	5.475	3.3870	1.000000	100.00%
68	1	20.80	3.035	0.3596	1.000000	100.00%
69	1	22.10	3.096	0.2906	1.000000	100.00%
70	1	20.40	3.016	0.3833	1.000000	100.00%
71	1	20.20	3.006	0.3956	1.000000	100.00%
72	1	166.25	5.113	2.1871	1.000000	100.00%
73	1	166.65	5.116	2.1942	1.000000	100.00%
74	1	166.25	5.113	2.1871	1.000000	100.00%
75	1	140.20	4.943	1.7121	1.000000	100.00%
76	1	22.50	3.114	0.2715	1.000000	100.00%
77	1	20.40	3.016	0.3833	1.000000	100.00%

Nº Actividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{x}) ²	R(t)	R(t)%
78	1	140.80	4.947	1.7233	1.000000	100.00%
79	1	166.65	5.116	2.1942	1.000000	100.00%
80	1	166.65	5.116	2.1942	1.000000	100.00%
81	1	166.65	5.116	2.1942	1.000000	100.00%
82	1	20.80	3.035	0.3596	1.000000	100.00%
83	1	22.50	3.114	0.2715	1.000000	100.00%
84	1	21.00	3.045	0.3482	1.000000	100.00%

Modelo gráfico de Weibull para el tamiz de control turbo

$$F(i) = \frac{i-0.3}{n+0.4}$$

$$F(i) = \frac{1-0.3}{72+0.4}$$

$$F(i) = 0.0097$$

$$F(\%) = 0.97\%$$

Tabla 212.- Tabla del cálculo de falla acumulativa del tamiz de control turbo.

Nº fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)
1	20,20	0,008	0,83%
2	20,20	0,020	2,01%
3	20,40	0,032	3,20%
4	20,40	0,044	4,38%
5	20,40	0,056	5,57%
6	20,40	0,068	6,75%
7	20,40	0,079	7,94%
8	20,40	0,091	9,12%
9	20,40	0,103	10,31%
10	20,80	0,115	11,49%
11	20,80	0,127	12,68%
12	20,80	0,139	13,86%
13	20,80	0,150	15,05%
14	21,00	0,162	16,23%
15	21,00	0,174	17,42%
16	21,00	0,186	18,60%
17	21,00	0,198	19,79%
18	21,00	0,210	20,97%
19	22,10	0,222	22,16%
20	22,10	0,233	23,34%

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)
21	22,10	0,245	24,53%
22	22,10	0,257	25,71%
23	22,10	0,269	26,90%
24	22,10	0,281	28,08%
25	22,50	0,293	29,27%
26	22,50	0,305	30,45%
27	22,50	0,316	31,64%
28	22,50	0,328	32,82%
29	22,50	0,340	34,00%
30	22,50	0,352	35,19%
31	24,00	0,364	36,37%
32	44,20	0,376	37,56%
33	44,20	0,387	38,74%
34	44,20	0,399	39,93%
35	44,20	0,411	41,11%
36	68,20	0,423	42,30%
37	68,20	0,435	43,48%
38	68,80	0,447	44,67%
39	92,80	0,459	45,85%
40	116,20	0,470	47,04%
41	116,20	0,482	48,22%
42	116,20	0,494	49,41%
43	140,20	0,506	50,59%
44	140,20	0,518	51,78%
45	140,80	0,530	52,96%
46	140,80	0,541	54,15%
47	142,25	0,553	55,33%
48	164,20	0,565	56,52%
49	164,80	0,577	57,70%
50	166,25	0,589	58,89%
51	166,25	0,601	60,07%
52	166,25	0,613	61,26%
53	166,25	0,624	62,44%
54	166,25	0,636	63,63%
55	166,25	0,648	64,81%
56	166,25	0,660	66,00%
57	166,25	0,672	67,18%
58	166,25	0,684	68,36%
59	166,25	0,695	69,55%
60	166,25	0,707	70,73%

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)
61	166,25	0,719	71,92%
62	166,25	0,731	73,10%
63	166,25	0,743	74,29%
64	166,25	0,755	75,47%
65	166,25	0,767	76,66%
66	166,25	0,778	77,84%
67	166,25	0,790	79,03%
68	166,25	0,802	80,21%
69	166,25	0,814	81,40%
70	166,25	0,826	82,58%
71	166,45	0,838	83,77%
72	166,45	0,850	84,95%
73	166,45	0,861	86,14%
74	166,45	0,873	87,32%
75	166,45	0,885	88,51%
76	166,65	0,897	89,69%
77	166,65	0,909	90,88%
78	166,65	0,921	92,06%
79	166,65	0,932	93,25%
80	166,65	0,944	94,43%
81	166,65	0,956	95,62%
82	166,65	0,968	96,80%
83	214,25	0,980	97,99%
84	238,65	0,992	99,17%

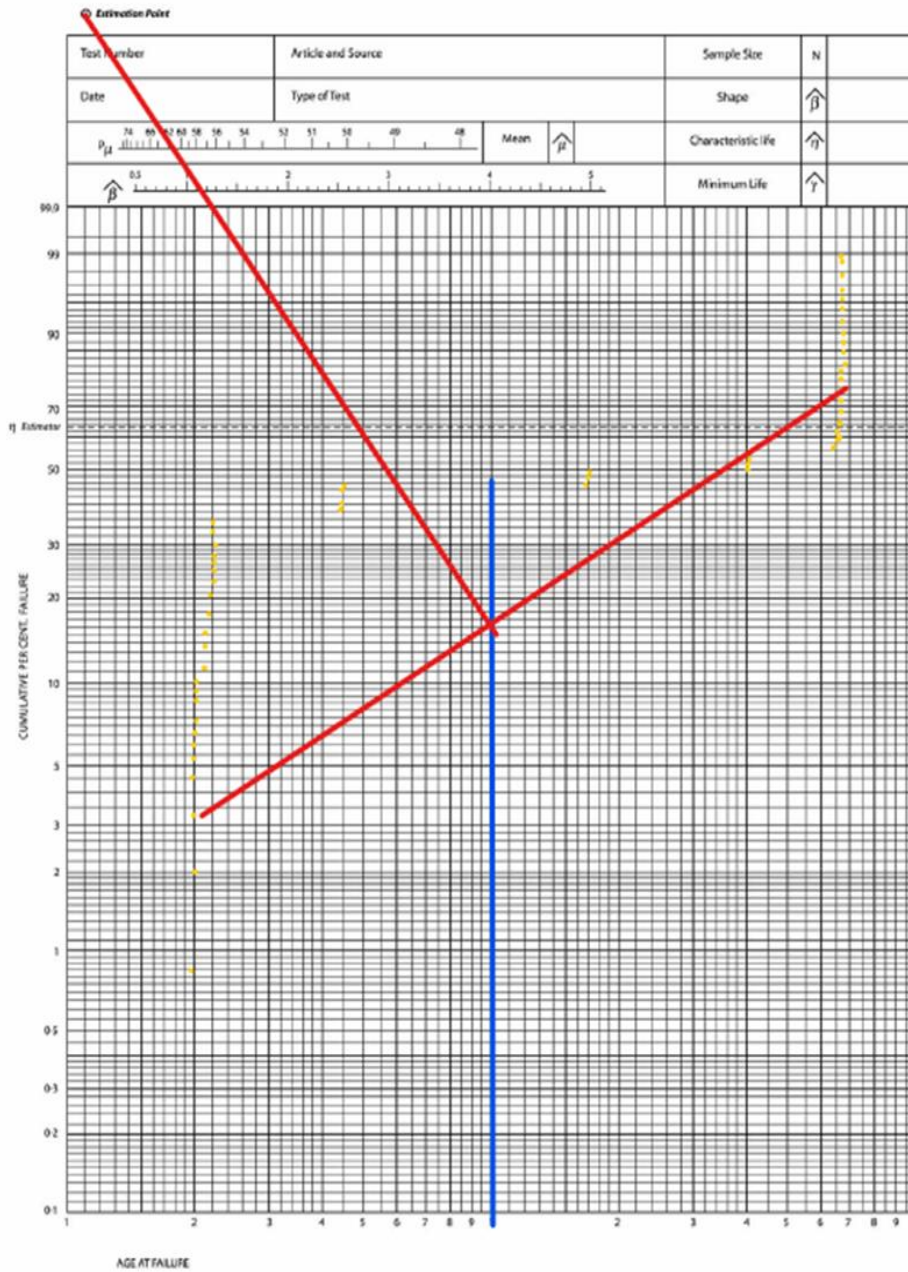


Figura 46.- Papel de Weibull del tamiz de control turbo.

En la figura 46 se observa la presencia de datos dispersos, los cuales ayudan a obtener la línea media entre los mismos y mediante la unión del punto de referencia con una línea perpendicular trazada, se obtiene que el valor del parámetro de forma es 100 y el parámetro calculado es 1,2.

Tabla 213.- Parámetros de fallas del tamiz control turbo.

P_{μ}	60
β	1,2
η	100

Tabla 214.- Fiabilidad de Weibull del tamiz de control turbo.

Nº fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)	R(t)	R(t)%
1	20,20	0,008	0,83%	0,8419	84,19%
2	20,20	0,020	2,01%	0,8419	84,19%
3	20,40	0,032	3,20%	0,8403	84,03%
4	20,40	0,044	4,38%	0,8403	84,03%
5	20,40	0,056	5,57%	0,8403	84,03%
6	20,40	0,068	6,75%	0,8403	84,03%
7	20,40	0,079	7,94%	0,8403	84,03%
8	20,40	0,091	9,12%	0,8403	84,03%
9	20,40	0,103	10,31%	0,8403	84,03%
10	20,80	0,115	11,49%	0,8371	83,71%
11	20,80	0,127	12,68%	0,8371	83,71%
12	20,80	0,139	13,86%	0,8371	83,71%
13	20,80	0,150	15,05%	0,8371	83,71%
14	21,00	0,162	16,23%	0,8356	83,56%
15	21,00	0,174	17,42%	0,8356	83,56%
16	21,00	0,186	18,60%	0,8356	83,56%
17	21,00	0,198	19,79%	0,8356	83,56%
18	21,00	0,210	20,97%	0,8356	83,56%
19	22,10	0,222	22,16%	0,8269	82,69%
20	22,10	0,233	23,34%	0,8269	82,69%
21	22,10	0,245	24,53%	0,8269	82,69%
22	22,10	0,257	25,71%	0,8269	82,69%
23	22,10	0,269	26,90%	0,8269	82,69%
24	22,10	0,281	28,08%	0,8269	82,69%
25	22,50	0,293	29,27%	0,8238	82,38%
26	22,50	0,305	30,45%	0,8238	82,38%
27	22,50	0,316	31,64%	0,8238	82,38%
28	22,50	0,328	32,82%	0,8238	82,38%
29	22,50	0,340	34,00%	0,8238	82,38%
30	22,50	0,352	35,19%	0,8238	82,38%
31	24,00	0,364	36,37%	0,8121	81,21%
32	44,20	0,376	37,56%	0,6654	66,54%
33	44,20	0,387	38,74%	0,6654	66,54%
34	44,20	0,399	39,93%	0,6654	66,54%
35	44,20	0,411	41,11%	0,6654	66,54%
36	68,20	0,423	42,30%	0,5187	51,87%
37	68,20	0,435	43,48%	0,5187	51,87%
38	68,80	0,447	44,67%	0,5154	51,54%
39	92,80	0,459	45,85%	0,3981	39,81%
40	116,20	0,470	47,04%	0,3074	30,74%
41	116,20	0,482	48,22%	0,3074	30,74%
42	116,20	0,494	49,41%	0,3074	30,74%

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)	R(t)	R(t)%
43	140,20	0,506	50,59%	0,2345	23,45%
44	140,20	0,518	51,78%	0,2345	23,45%
45	140,80	0,530	52,96%	0,2329	23,29%
46	140,80	0,541	54,15%	0,2329	23,29%
47	142,25	0,553	55,33%	0,2291	22,91%
48	164,20	0,565	56,52%	0,1781	17,81%
49	164,80	0,577	57,70%	0,1769	17,69%
50	166,25	0,589	58,89%	0,1739	17,39%
51	166,25	0,601	60,07%	0,1739	17,39%
52	166,25	0,613	61,26%	0,1739	17,39%
53	166,25	0,624	62,44%	0,1739	17,39%
54	166,25	0,636	63,63%	0,1739	17,39%
55	166,25	0,648	64,81%	0,1739	17,39%
56	166,25	0,660	66,00%	0,1739	17,39%
57	166,25	0,672	67,18%	0,1739	17,39%
58	166,25	0,684	68,36%	0,1739	17,39%
59	166,25	0,695	69,55%	0,1739	17,39%
60	166,25	0,707	70,73%	0,1739	17,39%
61	166,25	0,719	71,92%	0,1739	17,39%
62	166,25	0,731	73,10%	0,1739	17,39%
63	166,25	0,743	74,29%	0,1739	17,39%
64	166,25	0,755	75,47%	0,1739	17,39%
65	166,25	0,767	76,66%	0,1739	17,39%
66	166,25	0,778	77,84%	0,1739	17,39%
67	166,25	0,790	79,03%	0,1739	17,39%
68	166,25	0,802	80,21%	0,1739	17,39%
69	166,25	0,814	81,40%	0,1739	17,39%
70	166,25	0,826	82,58%	0,1739	17,39%
71	166,45	0,838	83,77%	0,1735	17,35%
72	166,45	0,850	84,95%	0,1735	17,35%
73	166,45	0,861	86,14%	0,1735	17,35%
74	166,45	0,873	87,32%	0,1735	17,35%
75	166,45	0,885	88,51%	0,1735	17,35%
76	166,65	0,897	89,69%	0,1731	17,31%
77	166,65	0,909	90,88%	0,1731	17,31%
78	166,65	0,921	92,06%	0,1731	17,31%
79	166,65	0,932	93,25%	0,1731	17,31%
80	166,65	0,944	94,43%	0,1731	17,31%
81	166,65	0,956	95,62%	0,1731	17,31%
82	166,65	0,968	96,80%	0,1731	17,31%
83	214,25	0,980	97,99%	0,0990	9,90%
84	238,65	0,992	99,17%	0,0740	7,40%

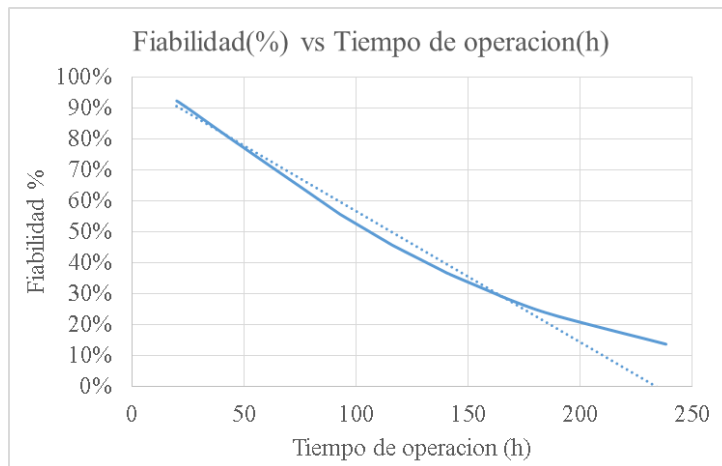


Figura 47.- Fiabilidad vs tiempo de operación del tamiz de control turbo.

En la figura 47 se observa una trayectoria logarítmica ya que los datos se encuentran correlacionados generando una línea con tendencia decreciente, también se aprecia que existe una alta fiabilidad del tamiz de control turbo con relación a los tiempos de operación y posterior a su puesta en marcha esta decrece en función de su uso y posibles fallas que presenta en el desarrollo de sus funciones.

Gamas de mantenimiento

Tabla 215.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz de control turbo del mes de Enero.

Mes		ENERO																																
Máquina	Tamiz de control turbo	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y compuerta																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la protector de poleas																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor eléctrico																																	
	Limpieza de polea y banda																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de apriete de los pernos																																	
	Control de estabilidad de la base del motor																																	
	Control de tensión de la banda																																	
	Control de estabilidad de polea																																	
	Control de giro de tornillo de paletas																																	
	Control de estabilidad de la estructura																																	
	Lubricación de cojinetes																																	
	Lubricación de rodamientos																																	
	Hidratación de la banda																																	

Tabla 216.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz de control turbo del mes de Febrero.

Mes		FEBRERO																													
Máquina	Tamiz de control turbo	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y compuerta																														
	Limpieza zona del equipo																														
	Limpieza de la protector de poleas																														
	Limpieza del cableado eléctrico																														
	Limpieza del interruptor de corriente																														
	Limpieza del área del motor eléctrico																														
	Limpieza de polea y banda																														
	Control de conexiones eléctricas																														
	Control de apriete de los pernos																														
	Control de estabilidad de la base del motor																														
	Control de tensión de la banda																														
	Control de estabilidad de polea																														
	Control de giro de tornillo de paletas																														
	Control de estabilidad de la estructura																														
	Lubricación de cojinetes																														
	Lubricación de rodamientos																														
	Hidratación de la banda																														

Tabla 217.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz de control turbo del mes de Marzo.

Mes		MARZO																															
Máquina	Tamiz de control turbo	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Preventivo	Limpieza de la carcasa y compuerta																																
	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de la protector de poleas																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Limpieza de polea y banda																																
	Control de conexiones eléctricas																																
	Control de apriete de los pernos																																
	Control de estabilidad de la base del motor																																
	Control de tensión de la banda																																
	Control de estabilidad de polea																																
	Control de giro de tornillo de paletas																																
	Control de estabilidad de la estructura																																
	Lubricación de cojinetes																																
	Lubricación de rodamientos																																
	Hidratación de la banda																																

Tabla 218.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz de control turbo del mes de Abril.

Mes		ABRIL																															
Máquina	Tamiz de control turbo	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y compuerta																																
	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de la protector de poleas																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Limpieza de polea y banda																																
	Control de conexiones eléctricas																																
	Control de apriete de los pernos																																
	Control de estabilidad de la base del motor																																
	Control de tensión de la banda																																
	Control de estabilidad de polea																																
	Control de giro de tornillo de paletas																																
	Control de estabilidad de la estructura																																
	Lubricación de cojinetes																																
	Lubricación de rodamientos																																
Hidratación de la banda																																	

Tabla 219.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz de control turbo del mes de Mayo.

Mes		MAYO																															
Máquina	Tamiz de control turbo	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Preventivo	Limpieza de la carcasa y compuerta	■							■							■								■									
	Limpieza zona del equipo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	Limpieza de la protector de poleas	■								■							■								■								
	Limpieza del cableado eléctrico	■								■							■								■								
	Limpieza del interruptor de corriente	■								■							■								■								
	Limpieza del área del motor eléctrico	■								■							■								■								
	Limpieza de polea y banda	■								■							■								■								
	Control de conexiones eléctricas																											■					
	Control de apriete de los pernos																											■					
	Control de estabilidad de la base del motor																											■					
	Control de tensión de la banda																											■					
	Control de estabilidad de polea																											■					
	Control de giro de tornillo de paletas																											■					
	Control de estabilidad de la estructura																											■					
	Lubricación de cojinetes																													■			
	Lubricación de rodamientos																													■			
	Hidratación de la banda																													■			

Tabla 220.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz de control turbo del mes de Junio.

Mes		JUNIO																															
Máquina	Tamiz de control turbo	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y compuerta																																
	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de la protector de poleas																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Limpieza de polea y banda																																
	Control de conexiones eléctricas																																
	Control de apriete de los pernos																																
	Control de estabilidad de la base del motor																																
	Control de tensión de la banda																																
	Control de estabilidad de polea																																
	Control de giro de tornillo de paletas																																
	Control de estabilidad de la estructura																																
	Lubricación de cojinetes																																
	Lubricación de rodamientos																																
	Hidratación de la banda																																

Tabla 221.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz de control turbo del mes de Julio.

Mes		JULIO																																
Máquina	Tamiz de control turbo	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y compuerta																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la protector de poleas																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor eléctrico																																	
	Limpieza de polea y banda																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de apriete de los pernos																																	
	Control de estabilidad de la base del motor																																	
	Control de tensión de la banda																																	
	Control de estabilidad de polea																																	
	Control de giro de tornillo de paletas																																	
	Control de estabilidad de la estructura																																	
	Lubricación de cojinetes																																	
	Lubricación de rodamientos																																	
	Hidratación de la banda																																	

Tabla 222.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz de control turbo del mes de Agosto.

Mes		AGOSTO																																
Máquina	Tamiz de control turbo	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y compuerta																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la protector de poleas																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor eléctrico																																	
	Limpieza de polea y banda																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de apriete de los pernos																																	
	Control de estabilidad de la base del motor																																	
	Control de tensión de la banda																																	
	Control de estabilidad de polea																																	
	Control de giro de tornillo de paletas																																	
	Control de estabilidad de la estructura																																	
	Lubricación de cojinetes																																	
	Lubricación de rodamientos																																	
	Hidratación de la banda																																	

Tabla 223.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz de control turbo del mes de Septiembre.

Mes		SEPTIEMBRE																													
Máquina	Tamiz de control turbo	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Preventivo	Limpieza de la carcasa y compuerta																														
	Limpieza zona del equipo																														
	Limpieza de la protector de poleas																														
	Limpieza del cableado eléctrico																														
	Limpieza del interruptor de corriente																														
	Limpieza del área del motor eléctrico																														
	Limpieza de polea y banda																														
	Control de conexiones eléctricas																														
	Control de apriete de los pernos																														
	Control de estabilidad de la base del motor																														
	Control de tensión de la banda																														
	Control de estabilidad de polea																														
	Control de giro de tornillo de paletas																														
	Control de estabilidad de la estructura																														
	Lubricación de cojinetes																														
	Lubricación de rodamientos																														
	Hidratación de la banda																														

Tabla 224.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz de control turbo doble del mes de Octubre.

Mes		OCTUBRE																																
Máquina	Tamiz de control turbo	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y compuerta																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la protector de poleas																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor eléctrico																																	
	Limpieza de polea y banda																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de apriete de los pernos																																	
	Control de estabilidad de la base del motor																																	
	Control de tensión de la banda																																	
	Control de estabilidad de polea																																	
	Control de giro de tornillo de paletas																																	
	Control de estabilidad de la estructura																																	
	Lubricación de cojinetes																																	
	Lubricación de rodamientos																																	
	Hidratación de la banda																																	

Tabla 225.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz de control turbo del mes de Noviembre.

Mes		NOVIEMBRE																															
Máquina	Tamiz de control turbo	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y compuerta																																
	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de la protector de poleas																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Limpieza de polea y banda																																
	Control de conexiones eléctricas																																
	Control de apriete de los pernos																																
	Control de estabilidad de la base del motor																																
	Control de tensión de la banda																																
	Control de estabilidad de polea																																
	Control de giro de tornillo de paletas																																
	Control de estabilidad de la estructura																																
	Lubricación de cojinetes																																
	Lubricación de rodamientos																																
Hidratación de la banda																																	

Tabla 226.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz de control turbo del mes de Diciembre.

Mes		DICIEMBRE																																
Máquina	Tamiz de control turbo	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y compuerta				■							■							■							■								
	Limpieza zona del equipo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	Limpieza de la protector de poleas				■								■							■						■								
	Limpieza del cableado eléctrico				■								■							■						■								
	Limpieza del interruptor de corriente				■								■							■						■								
	Limpieza del área del motor eléctrico				■								■							■						■								
	Limpieza de polea y banda				■								■							■						■								
	Control de conexiones eléctricas																												■					
	Control de apriete de los pernos																												■					
	Control de estabilidad de la base del motor																												■					
	Control de tensión de la banda																													■				
	Control de estabilidad de polea																													■				
	Control de giro de tornillo de paletas																													■				
	Control de estabilidad de la estructura																													■				
	Lubricación de cojinetes																														■			
	Lubricación de rodamientos																														■			
Hidratación de la banda																														■				

3.1.5.9 Transportador de tornillo tubular

Tabla 227.- Ficha técnica del transportador de tornillo tubular.

					
MOLINOS MIRAFLORES S.A					
PLANTA SANTA ROSA					
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO					
ÁREA: MOLIENDA					
FICHA TÉCNICA			Nº: 9		
DATOS GENERALES					
NOMBRE DEL EQUIPO:			TRANSPORTADOR DE TORNILLO TUBULAR		
CÓDIGO:	MAM-00209				
MARCA:	ALAPALA				
MODELO:	KTVA 200				
COLOR:	BLANCO				
SERIAL:	201130				
AÑO DE FABRICACIÓN:	2020				
ORIGEN:	TURQUÍA				
FUNCIÓN DE EQUIPO:					
Transportar la materia prima a sus procesos posteriores					
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			DIMENSIONES		
VOLTAJE:	460	voltios	ANCHO:	250	mm
FRECUENCIA:	60	Hertz	LARGO:	2100	mm
AMPERAJE:	2,6	amperios	ALTO:	250	mm
POTENCIA:	7,5	KW	MANTENIMIENTO		
RPM MOTOR:	3000	rpm			
TEMPERATURA DE TRABAJO:	0°-50°	centígrados	CADA (X) HORAS DE	✓	
CAPACIDAD:	4,4	toneladas	SEMANAL:	-	
LUBRICACIÓN:	grasa xm2, ep2		MENSUAL:	✓	
PESO:	340	kg	SEMESTRAL:	✓	
			ANUAL:	✓	

Componentes

Tabla 228.- Componentes del transportador de tornillo tubular.

Nº:	Componente	Función
1	Motor eléctrico	Transformar la energía eléctrica en mecánica
2	Caja reductora	Disminuir la velocidad de giro que entrega el motor al eje motriz
3	Chumaceras	Permitir el giro sin resistencia del eje dentro de la coraza del equipo
4	Tornillo sin fin	Transportar la materia primas desde un extremo al otro
5	Carcasa	Integrar los elementos que conforman la

Componentes sustituibles

Tabla 229.- Componentes sustituibles del transportador de tornillo tubular.

Componente sustituible	Características	Cantidad
Pernos de sujeción	Pernos 1/2 pulgada	50
Cable de alimentación eléctrica	Calibre 10	1
Interruptor eléctrico	Componente plástico	1

Instrucciones de funcionamiento

- Verificar el estado de las conexiones eléctricas
- Verificar el estado de los pernos
- Verificar que no exista fuga de materia prima
- Autorizar el funcionamiento

Normas de seguridad

- Evitar liberar polvos de harina cerca del equipo
- Prohibir la movilización del personal cerca de la máquina cuando está en funcionamiento
- Manipular la máquina solo cuando esta se encuentre apagada
- Utilizar EPP siempre que la máquina se encuentre en funcionamiento

Instrucciones de mantenimiento

Las operaciones de limpieza, de mantenimiento y de lubricación se detallan a continuación mediante tablas.

Tabla 230.- Frecuencia de las acciones del transportador de tornillo tubular.

Acciones de Limpieza	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Limpieza zona del equipo		x			
Limpieza de la carcasa y caja reductora		x			
Limpieza del cableado eléctrico			x		
Limpieza del interruptor de corriente			x		
Limpieza del área del motor eléctrico			x		

Tabla 231.- Frecuencia de las acciones del transportador de tornillo tubular.

Acciones de Mantenimiento	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Control de conexiones eléctricas			x		
Control de apriete de los pernos			x		
Control de estabilidad de la base del motor			x		
Control de giro del tornillo			x		
Control de estabilidad de la estructura			x		

Tabla 232.- Frecuencia del transportador de tornillo tubular.

Acciones de Lubricación	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Lubricación de chumaceras			x		

Tabla 233.- Estadístico de mantenimiento anual del transportador de tornillo tubular.

Equipo	Tornillo sin fin				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
ENERO	Inicio de actividades (Nuevo Año)						98,200	0,010	1,400	0,714	98,59%
	Limpieza zona del equipo	4/1/2021	24	0,6	0,6	1,2					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza zona del equipo	11/1/2021	166,8	0,6	0,6	1,2					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza zona del equipo	18/1/2021	166,8	0,8	0,6	1,4					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza zona del equipo	25/1/2021	166,6	1,8	1,6	3,4					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico	27/1/2021	44,6	2	1,6	3,6					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor	28/1/2021	20,4	2,6	2,4	5					
Control de giro del tornillo											
Control de estabilidad de la estructura											
Lubricación de chumaceras											

Equipo	Tornillo sin fin				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
FEBRERO	Limpieza zona del equipo	1/2/2021	91	1	0,6	1,6	109,333	0,009	1,433	0,698	98,71%
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza zona del equipo	8/2/2021	166,4	0,6	0,6	1,2					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza zona del equipo	15/2/2021	166,8	0,6	0,6	1,2					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza zona del equipo	22/2/2021	166,8	1,8	1,6	3,4					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Control de conexiones eléctricas	24/2/2021	44,6	2	1,6	3,6					
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor	25/2/2021	20,4	2,6	2,4	5					
	Control de giro del tornillo										
Control de estabilidad de la estructura											
Lubricación de chumaceras											

Equipo	Tornillo sin fin				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
MARZO	Limpieza zona del equipo	1/3/2021	91	1	0,6	1,6	133,400	0,007	1,367	0,732	98,99%
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza zona del equipo	8/3/2021	166,4	0,6	0,6	1,2					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza zona del equipo	15/3/2021	166,8	0,8	0,6	1,4					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza zona del equipo	22/3/2021	166,6	1,6	1,6	3,2					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Control de conexiones eléctricas	30/3/2021	188,8	1,6	1,6	3,2					
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor	31/3/2021	20,8	2,6	2,4	5					
	Control de giro del tornillo										
Control de estabilidad de la estructura											
Lubricación de chumaceras											

Equipo	Tornillo sin fin				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
ABRIL	Limpieza zona del equipo	5/4/2021	115	0,8	0,6	1,4	113,300	0,009	1,433	0,698	98,75%
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza zona del equipo	12/4/2021	166,6	1	0,6	1,6					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza zona del equipo	19/4/2021	166,4	1	0,6	1,6					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza zona del equipo	26/4/2021	166,4	1,8	1,6	3,4					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Control de conexiones eléctricas	28/4/2021	44,6	1,6	1,6	3,2					
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor	29/4/2021	20,8	2,4	2,4	4,8					
	Control de giro del tornillo										
Control de estabilidad de la estructura											
Lubricación de chumaceras											

Equipo	Tornillo sin fin				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
MAYO	Limpieza zona del equipo	3/5/2021	91,2	1	0,6	1,6	125,300	0,008	1,500	0,667	98,82%
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza zona del equipo	10/5/2021	166,4	1	0,6	1,6					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza zona del equipo	17/5/2021	166,4	0,8	0,6	1,4					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza zona del equipo	24/5/2021	166,6	1,6	1,6	3,2					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Control de conexiones eléctricas	30/5/2021	140,8	2	1,6	3,6					
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor	31/5/2021	20,4	2,6	2,4	5					
	Control de giro del tornillo										
Control de estabilidad de la estructura											
Lubricación de chumaceras											

Equipo	Tornillo sin fin				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
JUNIO	Limpieza zona del equipo	7/6/2021	163	0,6	0,6	1,2	117,433	0,009	1,300	0,769	98,91%
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza zona del equipo	14/6/2021	166,8	0,6	0,6	1,2					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza zona del equipo	21/6/2021	166,8	0,6	0,6	1,2					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza zona del equipo	27/6/2021	142,8	1,8	1,6	3,4					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Control de conexiones eléctricas	29/6/2021	44,6	1,8	1,6	3,4					
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor	30/6/2021	20,6	2,4	2,4	4,8					
	Control de giro del tornillo										
Control de estabilidad de la estructura											
Lubricación de chumaceras											

Equipo	Tornillo sin fin				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
JULIO	Limpieza zona del equipo	6/7/2021	139,2	0,8	0,6	1,4	121,500	0,008	1,300	0,769	98,94%
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza zona del equipo	12/7/2021	142,6	0,8	0,6	1,4					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza zona del equipo	19/7/2021	166,6	0,8	0,6	1,4					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza zona del equipo	29/7/2021	238,6	1,8	1,6	3,4					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Control de conexiones eléctricas	30/7/2021	20,6	1	1,6	2,6					
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor	31/7/2021	21,4	2,6	2,4	5					
	Control de giro del tornillo										
Control de estabilidad de la estructura											
Lubricación de chumaceras											

Equipo	Tornillo sin fin				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
AGOSTO	Limpieza zona del equipo	2/8/2021	43	1	0,6	1,6	121,200	0,008	1,567	0,638	98,72%
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza zona del equipo	9/8/2021	166,4	1	0,6	1,6					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza zona del equipo	16/8/2021	166,4	1	0,6	1,6					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza zona del equipo	23/8/2021	166,4	1,8	1,6	3,4					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente	30/8/2021	164,6	2	1,6	3,6					
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos	31/8/2021	20,4	2,6	2,4	5					
	Control de estabilidad de la base del motor										
	Control de giro del tornillo										
Control de estabilidad de la estructura											
Lubricación de chumaceras											

Equipo	Tornillo sin fin				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
SEPTIEMBRE	Limpieza zona del equipo	6/9/2021	139	1	0,6	1,6	117,300	0,009	1,433	0,698	98,79%
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza zona del equipo	13/9/2021	166,4	0,8	0,6	1,4					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza zona del equipo	20/9/2021	166,6	0,8	0,6	1,4					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza zona del equipo	27/9/2021	166,6	1,6	1,6	3,2					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico	29/9/2021	44,8	2	1,6	3,6					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor	30/9/2021	20,4	2,4	2,4	4,8					
	Control de giro del tornillo										
Control de estabilidad de la estructura											
Lubricación de chumaceras											

Equipo	Tornillo sin fin				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
OCTUBRE	Limpieza zona del equipo	4/10/2021	91,2	0,6	0,6	1,2	121,533	0,008	1,267	0,789	98,97%
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza zona del equipo	11/10/2021	166,8	0,6	0,6	1,2					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza zona del equipo	18/10/2021	166,8	0,6	0,6	1,2					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza zona del equipo	25/10/2021	166,8	1,6	1,6	3,2					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico	30/10/2021	116,8	1,6	1,6	3,2					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor	31/10/2021	20,8	2,6	2,4	5					
	Control de giro del tornillo										
Control de estabilidad de la estructura											
Lubricación de chumaceras											

Equipo	Tornillo sin fin				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
NOVIEMBRE	Limpieza zona del equipo	1/11/2021	19	0,9	0,6	1,5	117,317	0,009	1,350	0,741	98,86%
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza zona del equipo	8/11/2021	166,5	0,9	0,6	1,5					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza zona del equipo	15/11/2021	166,5	0,9	0,6	1,5					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza zona del equipo	22/11/2021	166,5	1,7	1,6	3,3					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico	29/11/2021	164,7	1,7	1,6	3,3					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor	30/11/2021	20,7	2	2,4	4,4					
	Control de giro del tornillo										
Control de estabilidad de la estructura											
Lubricación de chumaceras											

Equipo	Tornillo sin fin				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
DICIEMBRE	Limpieza zona del equipo	6/12/2021	139,6	0,6	0,6	1,2	113,567	0,009	1,267	0,789	98,90%
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza zona del equipo	13/12/2021	166,8	0,6	0,6	1,2					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza zona del equipo	20/12/2021	166,8	0,6	0,6	1,2					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza zona del equipo	27/12/2021	166,8	1,8	1,6	3,4					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente	28/12/2021	20,6	1,6	1,6	3,2					
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos	29/12/2021	20,8	2,4	2,4	4,8					
	Control de estabilidad de la base del motor										
	Control de giro del tornillo										
Control de estabilidad de la estructura											
Lubricación de chumaceras											
TOTALES			8456,3	99,7	88,8	189	8456	0,0001	99,7	0,010	98,83%
PROMEDIOS			117,449	1,385	1,233	2,618	117,449	11,483	1,385	0,725	98,83%

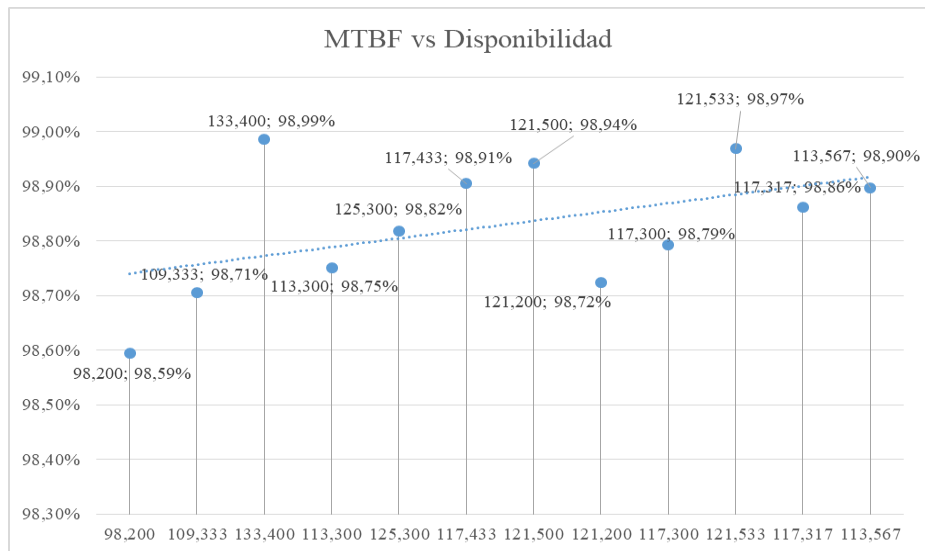


Figura 48.-Tiempo medio entre fallos vs Disponibilidad del transportador de tornillo tubular.

En la figura 48 se logra apreciar que existe una disponibilidad máxima de un 98.99% con un MTBF de 134.40 horas, de igual manera se observa que la disponibilidad mínima es de 98.59% con un MTBF de 98.20 horas con datos dispersos

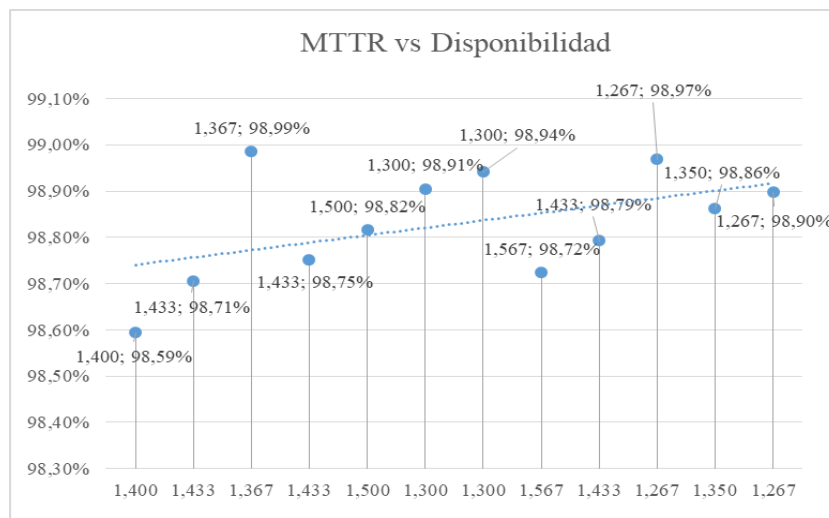


Figura 49.-Tiempo medio en reparación vs Disponibilidad del transportador de tornillo tubular.

En la figura 49 se apreciar que el valor máximo de la disponibilidad es de 98.99%(MTTR=1.36 horas) y un mínimo de 98.59%(MTTR=4.40), seguido de un valor máximo de tiempo de reparación de 1.567 horas (D=98.72) y un mínimo de 1.267 horas (D=98.97%). Descartando la correlación múltiple ya que los datos analizados son dispersos.

Tabla 234.- Matriz AMFE del transportador de tornillo tubular.

MATRIZ AMFE											
Área:		Molienda			Marca:	ALAPALA		Fecha Rea:		Hoja N°	1
Nombre del equipo:		Transportador de tornillo sin fin			Modelo:	KTVA 200		Fecha Rev:		De	1
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallo	Causa raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IDR	
1	Motor eléctrico	Transformar la energía eléctrica en mecánica	Paro de la maquina	Fundición de masa	Incorrecta manipulación	Parada del proceso inesperada	2	10	3	60	Evitar golpear el cuerpo y el eje
			Ausencia de ignición	Atascamiento	Impurezas acumuladas	Arranque detenido	3	9	2	54	Limpiar minuciosamente el equipo
2	Caja reductora	Disminuir la velocidad de giro que entrega el motor al eje motriz	Rechinidos en movimiento	Desgaste	Fricción	Sonidos extraños	4	6	4	96	Mejorar la lubricación y limpieza
			Vibración	Desgaste	Lubricación pobre	Ralentización en los giros	5	5	4	100	Mejorar la lubricación
3	Chumaceras	Permitir el giro sin resistencia del eje dentro de la coraza del equipo	Rechinidos	Desgaste	Fricción	Sonidos extraños	3	4	7	84	Mejorar la lubricación
			Vibración	Desgaste	Lubricación pobre	Ralentización en los giros	5	6	6	180	Mejorar la lubricación
4	Tornillo sin fin	Transportar la materia primas desde un extremo al otro	Se tambalea la máquina	Desalineación	Mal montaje	Giro de eje variante	2	9	3	54	Verificación del buen montaje
			Rotura de la hélice	Atascamiento	Impurezas en el eje	Ralentización en los giros	2	9	5	90	Limpiar minuciosamente el equipo
5	Carcasa	Integrar los elementos que conforman la maquina	Irregularidades en la superficie	Deformación	Incorrecta manipulación	Variación de la forma inicial	3	6	4	72	Enderezamiento de las zonas afectadas
			Oxidación de la superficie	Desgaste	Corrosión	Deterioro de la estructura	3	9	3	81	Recubrir las zonas expuestas

Determinación de la fiabilidad del transportador de tornillo tubular en función del modelo matemático de Weibull de dos parámetros.

Tabla 235.- Datos estadísticos del mantenimiento anual del transportador de tornillo tubular.

Nº Actividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)
1	1	24,000	3,178
2	1	166,800	5,117
3	1	166,800	5,117
4	1	166,600	5,116
5	1	44,600	3,798
6	1	20,400	3,016
7	1	91,000	4,511
8	1	166,400	5,114
9	1	166,800	5,117
10	1	166,800	5,117
11	1	44,600	3,798
12	1	20,400	3,016
13	1	91,000	4,511
14	1	166,400	5,114
15	1	166,800	5,117
16	1	166,600	5,116
17	1	188,800	5,241
18	1	20,800	3,035
19	1	115,000	4,745
20	1	166,600	5,116
21	1	166,400	5,114
22	1	166,400	5,114
23	1	44,600	3,798
24	1	20,800	3,035
25	1	91,200	4,513
26	1	166,400	5,114
27	1	166,400	5,114
28	1	166,600	5,116
29	1	140,800	4,947
30	1	20,400	3,016
31	1	163,000	5,094
32	1	166,800	5,117
33	1	166,800	5,117
34	1	142,800	4,961
35	1	44,600	3,798
36	1	20,600	3,025
37	1	139,200	4,936
38	1	142,600	4,960

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)
39	1	166,600	5,116
40	1	238,600	5,475
41	1	20,600	3,025
42	1	21,400	3,063
43	1	43,000	3,761
44	1	166,400	5,114
45	1	166,400	5,114
46	1	166,400	5,114
47	1	164,600	5,104
48	1	20,400	3,016
49	1	139,000	4,934
50	1	166,400	5,114
51	1	166,600	5,116
52	1	166,600	5,116
53	1	44,800	3,802
54	1	20,400	3,016
55	1	91,200	4,513
56	1	166,800	5,117
57	1	166,800	5,117
58	1	166,800	5,117
59	1	116,800	4,760
60	1	20,800	3,035
61	1	19,000	2,944
62	1	166,500	5,115
63	1	166,500	5,115
64	1	166,500	5,115
65	1	164,700	5,104
66	1	20,700	3,030
67	1	139,600	4,939
68	1	166,800	5,117
69	1	166,800	5,117
70	1	166,800	5,117
71	1	20,600	3,025
72	1	20,800	3,035

Tenemos que para el transportador de tornillo tubular $\bar{x}=4.491$

Tabla 236.- Datos calculados del transportador de tornillo tubular.

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{x}) ²
1	1	24.000	3.178	1.723
2	1	166.800	5.117	0.392
3	1	166.800	5.117	0.392
4	1	166.600	5.116	0.391
5	1	44.600	3.798	0.480
6	1	20.400	3.016	2.176
7	1	91.000	4.511	0.000
8	1	166.400	5.114	0.389
9	1	166.800	5.117	0.392
10	1	166.800	5.117	0.392
11	1	44.600	3.798	0.480
12	1	20.400	3.016	2.176
13	1	91.000	4.511	0.000
14	1	166.400	5.114	0.389
15	1	166.800	5.117	0.392
16	1	166.600	5.116	0.391
17	1	188.800	5.241	0.563
18	1	20.800	3.035	2.119
19	1	115.000	4.745	0.065
20	1	166.600	5.116	0.391
21	1	166.400	5.114	0.389
22	1	166.400	5.114	0.389
23	1	44.600	3.798	0.480
24	1	20.800	3.035	2.119
25	1	91.200	4.513	0.001
26	1	166.400	5.114	0.389
27	1	166.400	5.114	0.389
28	1	166.600	5.116	0.391
29	1	140.800	4.947	0.209
30	1	20.400	3.016	2.176
31	1	163.000	5.094	0.364
32	1	166.800	5.117	0.392
33	1	166.800	5.117	0.392
34	1	142.800	4.961	0.222
35	1	44.600	3.798	0.480
36	1	20.600	3.025	2.147
37	1	139.200	4.936	0.198
38	1	142.600	4.960	0.220
39	1	166.600	5.116	0.391
40	1	238.600	5.475	0.968

Nº Actividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{x}) ²
41	1	20.600	3.025	2.147
42	1	21.400	3.063	2.037
43	1	43.000	3.761	0.532
44	1	166.400	5.114	0.389
45	1	166.400	5.114	0.389
46	1	166.400	5.114	0.389
47	1	164.600	5.104	0.376
48	1	20.400	3.016	2.176
49	1	139.000	4.934	0.197
50	1	166.400	5.114	0.389
51	1	166.600	5.116	0.391
52	1	166.600	5.116	0.391
53	1	44.800	3.802	0.474
54	1	20.400	3.016	2.176
55	1	91.200	4.513	0.001
56	1	166.800	5.117	0.392
57	1	166.800	5.117	0.392
58	1	166.800	5.117	0.392
59	1	116.800	4.760	0.073
60	1	20.800	3.035	2.119
61	1	19.000	2.944	2.391
62	1	166.500	5.115	0.390
63	1	166.500	5.115	0.390
64	1	166.500	5.115	0.390
65	1	164.700	5.104	0.376
66	1	20.700	3.030	2.133
67	1	139.600	4.939	0.201
68	1	166.800	5.117	0.392
69	1	166.800	5.117	0.392
70	1	166.800	5.117	0.392
71	1	20.600	3.025	2.147
72	1	20.800	3.035	2.119

Tabla 237.- Parámetros iniciales del transportador de tornillo sin fin.

PARÁMETROS OBTENIDOS	
MEDIA \bar{x}	4.4491
VARIANZA S^2	100.818
DESVIACIÓN S	10.041
BETA β	0.128
ALPHA α	3474.800
GAMA γ	0

Tabla 238.- Tabla del cálculo de fiabilidad e in fiabilidad del transportador de tornillo.

Nº Actividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{X}) ²	R(t)	R(t)%
1	1	24,000	3,178	1,723	0,999	99,90%
2	1	166,800	5,117	0,392	0,999	99,90%
3	1	166,800	5,117	0,392	0,999	99,90%
4	1	166,600	5,116	0,391	0,999	99,90%
5	1	44,600	3,798	0,480	0,999	99,90%
6	1	20,400	3,016	2,176	0,999	99,90%
7	1	91,000	4,511	0,000	0,999	99,90%
8	1	166,400	5,114	0,389	0,999	99,90%
9	1	166,800	5,117	0,392	0,999	99,90%
10	1	166,800	5,117	0,392	0,999	99,90%
11	1	44,600	3,798	0,480	0,999	99,90%
12	1	20,400	3,016	2,176	0,999	99,90%
13	1	91,000	4,511	0,000	0,999	99,90%
14	1	166,400	5,114	0,389	0,999	99,90%
15	1	166,800	5,117	0,392	0,999	99,90%
16	1	166,600	5,116	0,391	0,999	99,90%
17	1	188,800	5,241	0,563	0,999	99,90%
18	1	20,800	3,035	2,119	0,999	99,90%
19	1	115,000	4,745	0,065	0,999	99,90%
20	1	166,600	5,116	0,391	0,999	99,90%
21	1	166,400	5,114	0,389	0,999	99,90%
22	1	166,400	5,114	0,389	0,999	99,90%
23	1	44,600	3,798	0,480	0,999	99,90%
24	1	20,800	3,035	2,119	0,999	99,90%
25	1	91,200	4,513	0,001	0,999	99,90%
26	1	166,400	5,114	0,389	0,999	99,90%
27	1	166,400	5,114	0,389	0,999	99,90%
28	1	166,600	5,116	0,391	0,999	99,90%
29	1	140,800	4,947	0,209	0,999	99,90%
30	1	20,400	3,016	2,176	0,999	99,90%
31	1	163,000	5,094	0,364	0,999	99,90%
32	1	166,800	5,117	0,392	0,999	99,90%
33	1	166,800	5,117	0,392	0,999	99,90%
34	1	142,800	4,961	0,222	0,999	99,90%
35	1	44,600	3,798	0,480	0,999	99,90%
36	1	20,600	3,025	2,147	0,999	99,90%
37	1	139,200	4,936	0,198	0,999	99,90%
38	1	142,600	4,960	0,220	0,999	99,90%
39	1	166,600	5,116	0,391	0,999	99,90%
40	1	238,600	5,475	0,968	0,999	99,90%

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{x}) ²	R(t)	R(t)%
41	1	20,600	3,025	2,147	0,999	99,90%
42	1	21,400	3,063	2,037	0,999	99,90%
43	1	43,000	3,761	0,532	0,999	99,90%
44	1	166,400	5,114	0,389	0,999	99,90%
45	1	166,400	5,114	0,389	0,999	99,90%
46	1	166,400	5,114	0,389	0,999	99,90%
47	1	164,600	5,104	0,376	0,999	99,90%
48	1	20,400	3,016	2,176	0,999	99,90%
49	1	139,000	4,934	0,197	0,999	99,90%
50	1	166,400	5,114	0,389	0,999	99,90%
51	1	166,600	5,116	0,391	0,999	99,90%
52	1	166,600	5,116	0,391	0,999	99,90%
53	1	44,800	3,802	0,474	0,999	99,90%
54	1	20,400	3,016	2,176	0,999	99,90%
55	1	91,200	4,513	0,001	0,999	99,90%
56	1	166,800	5,117	0,392	0,999	99,90%
57	1	166,800	5,117	0,392	0,999	99,90%
58	1	166,800	5,117	0,392	0,999	99,90%
59	1	116,800	4,760	0,073	0,999	99,90%
60	1	20,800	3,035	2,119	0,999	99,90%
61	1	19,000	2,944	2,391	0,999	99,90%
62	1	166,500	5,115	0,390	0,999	99,90%
63	1	166,500	5,115	0,390	0,999	99,90%
64	1	166,500	5,115	0,390	0,999	99,90%
65	1	164,700	5,104	0,376	0,999	99,90%
66	1	20,700	3,030	2,133	0,999	99,90%
67	1	139,600	4,939	0,201	0,999	99,90%
68	1	166,800	5,117	0,392	0,999	99,90%
69	1	166,800	5,117	0,392	0,999	99,90%
70	1	166,800	5,117	0,392	0,999	99,90%
71	1	20,600	3,025	2,147	0,999	99,90%
72	1	20,800	3,035	2,119	0,999	99,90%

Modelo gráfico de Weibull para el tamiz de control turbo

$$F(i) = \frac{i-0.3}{n+0.4}$$

$$F(i) = \frac{1-0.3}{72+0.4}$$

$$F(i) = 0.0097$$

$$F(\%) = 0.97\%$$

Tabla 239.- Tabla del cálculo de falla acumulativa del transportador de tornillo.

N° fallas	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)
1	19,000	0,010	0,97%
2	20,400	0,023	2,35%
3	20,400	0,037	3,73%
4	20,400	0,051	5,11%
5	20,400	0,065	6,49%
6	20,400	0,079	7,87%
7	20,600	0,093	9,25%
8	20,600	0,106	10,64%
9	20,600	0,120	12,02%
10	20,700	0,134	13,40%
11	20,800	0,148	14,78%
12	20,800	0,162	16,16%
13	20,800	0,175	17,54%
14	20,800	0,189	18,92%
15	21,400	0,203	20,30%
16	24,000	0,217	21,69%
17	43,000	0,231	23,07%
18	44,600	0,244	24,45%
19	44,600	0,258	25,83%
20	44,600	0,272	27,21%
21	44,600	0,286	28,59%
22	44,800	0,300	29,97%
23	91,000	0,314	31,35%
24	91,000	0,327	32,73%
25	91,200	0,341	34,12%
26	91,200	0,355	35,50%
27	115,000	0,369	36,88%
28	116,800	0,383	38,26%
29	139,000	0,396	39,64%
30	139,200	0,410	41,02%
31	139,600	0,424	42,40%
32	140,800	0,438	43,78%
33	142,600	0,452	45,17%
34	142,800	0,465	46,55%
35	163,000	0,479	47,93%
36	164,600	0,493	49,31%
37	164,700	0,507	50,69%
38	166,400	0,521	52,07%
39	166,400	0,535	53,45%
40	166,400	0,548	54,83%

N° fallas	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)
41	166,400	0,562	56,22%
42	166,400	0,576	57,60%
43	166,400	0,590	58,98%
44	166,400	0,604	60,36%
45	166,400	0,617	61,74%
46	166,400	0,631	63,12%
47	166,400	0,645	64,50%
48	166,500	0,659	65,88%
49	166,500	0,673	67,27%
50	166,500	0,686	68,65%
51	166,600	0,700	70,03%
52	166,600	0,714	71,41%
53	166,600	0,728	72,79%
54	166,600	0,742	74,17%
55	166,600	0,756	75,55%
56	166,600	0,769	76,93%
57	166,600	0,783	78,31%
58	166,800	0,797	79,70%
59	166,800	0,811	81,08%
60	166,800	0,825	82,46%
61	166,800	0,838	83,84%
62	166,800	0,852	85,22%
63	166,800	0,866	86,60%
64	166,800	0,880	87,98%
65	166,800	0,894	89,36%
66	166,800	0,907	90,75%
67	166,800	0,921	92,13%
68	166,800	0,935	93,51%
69	166,800	0,949	94,89%
70	166,800	0,963	96,27%
71	188,800	0,977	97,65%
72	238,600	0,990	99,03%

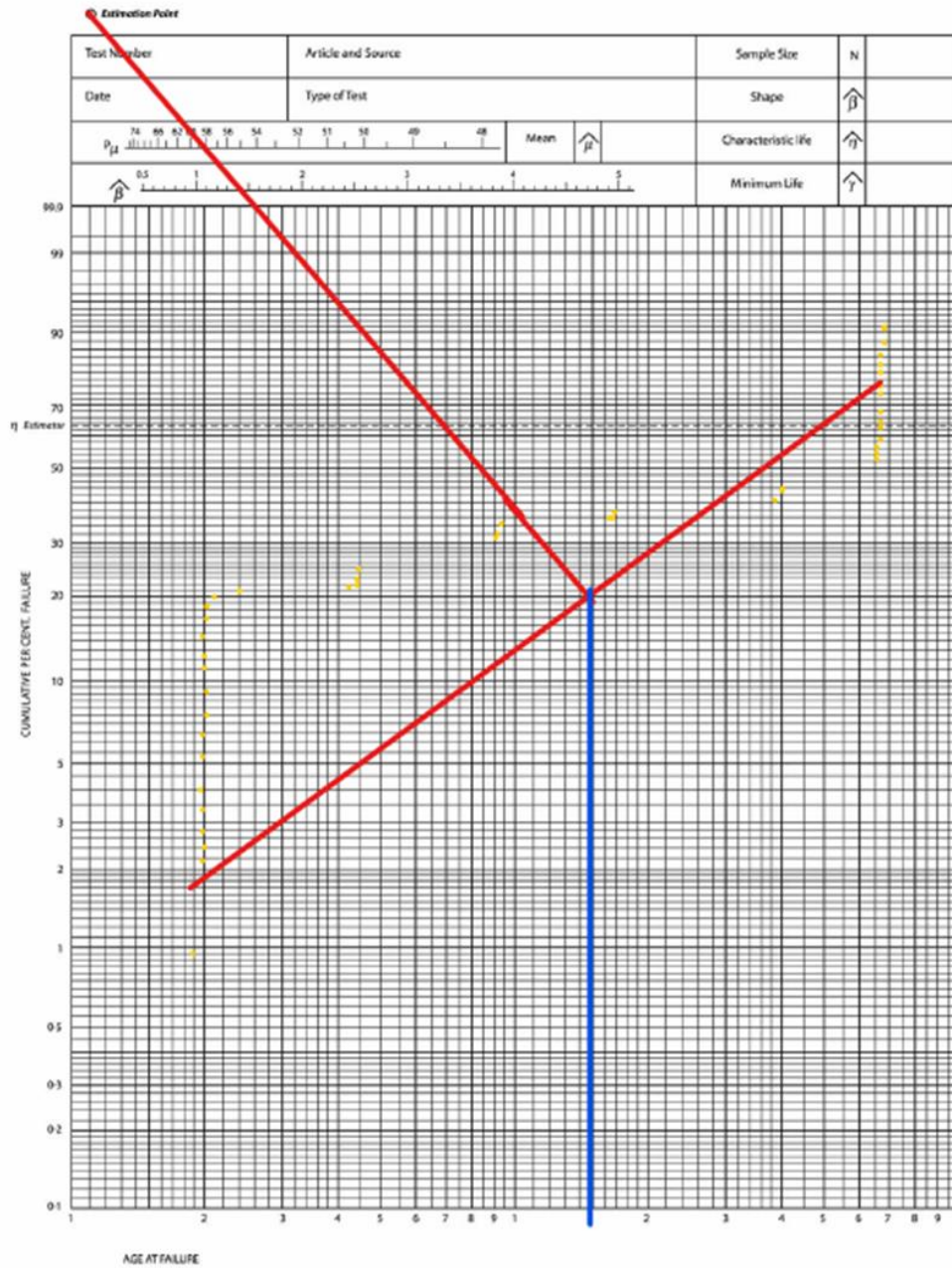


Figura 50.- Papel de Weibull del transportador de tornillo tubular.

En la figura 50 se observa la presencia de datos dispersos, los cuales ayudan a obtener la línea media entre los mismos y mediante la unión del punto de referencia con una línea perpendicular trazada, se obtiene que el valor del parámetro de forma es 114 y el parámetro calculado es 1,3.

Tabla 240.- Parámetros de fallas del transportador de tornillo tubular.

P_{μ}	61
β	1,3
η	114

Tabla 241.- Fiabilidad de Weibull del transportador de tornillo tubular.

N° fallas	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)	R(t)	R(t)%
1	19,000	0,010	0,97%	0,9282	92,82%
2	20,400	0,023	2,35%	0,9215	92,15%
3	20,400	0,037	3,73%	0,9215	92,15%
4	20,400	0,051	5,11%	0,9215	92,15%
5	20,400	0,065	6,49%	0,9215	92,15%
6	20,400	0,079	7,87%	0,9215	92,15%
7	20,600	0,093	9,25%	0,9205	92,05%
8	20,600	0,106	10,64%	0,9205	92,05%
9	20,600	0,120	12,02%	0,9205	92,05%
10	20,700	0,134	13,40%	0,9201	92,01%
11	20,800	0,148	14,78%	0,9196	91,96%
12	20,800	0,162	16,16%	0,9196	91,96%
13	20,800	0,175	17,54%	0,9196	91,96%
14	20,800	0,189	18,92%	0,9196	91,96%
15	21,400	0,203	20,30%	0,9167	91,67%
16	24,000	0,217	21,69%	0,9040	90,40%
17	43,000	0,231	23,07%	0,8061	80,61%
18	44,600	0,244	24,45%	0,7977	79,77%
19	44,600	0,258	25,83%	0,7977	79,77%
20	44,600	0,272	27,21%	0,7977	79,77%
21	44,600	0,286	28,59%	0,7977	79,77%
22	44,800	0,300	29,97%	0,7967	79,67%
23	91,000	0,314	31,35%	0,5649	56,49%
24	91,000	0,327	32,73%	0,5649	56,49%
25	91,200	0,341	34,12%	0,5640	56,40%
26	91,200	0,355	35,50%	0,5640	56,40%
27	115,000	0,369	36,88%	0,4611	46,11%
28	116,800	0,383	38,26%	0,4538	45,38%
29	139,000	0,396	39,64%	0,3714	37,14%
30	139,200	0,410	41,02%	0,3707	37,07%
31	139,600	0,424	42,40%	0,3693	36,93%
32	140,800	0,438	43,78%	0,3652	36,52%
33	142,600	0,452	45,17%	0,3591	35,91%
34	142,800	0,465	46,55%	0,3585	35,85%
35	163,000	0,479	47,93%	0,2957	29,57%
36	164,600	0,493	49,31%	0,2911	29,11%
37	164,700	0,507	50,69%	0,2908	29,08%
38	166,400	0,521	52,07%	0,2861	28,61%
39	166,400	0,535	53,45%	0,2861	28,61%
40	166,400	0,548	54,83%	0,2861	28,61%
41	166,400	0,562	56,22%	0,2861	28,61%
42	166,400	0,576	57,60%	0,2861	28,61%
43	166,400	0,590	58,98%	0,2861	28,61%

N° fallas	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)	R(t)	R(t)%
44	166,400	0,604	60,36%	0,2861	28,61%
45	166,400	0,617	61,74%	0,2861	28,61%
46	166,400	0,631	63,12%	0,2861	28,61%
47	166,400	0,645	64,50%	0,2861	28,61%
48	166,500	0,659	65,88%	0,2858	28,58%
49	166,500	0,673	67,27%	0,2858	28,58%
50	166,500	0,686	68,65%	0,2858	28,58%
51	166,600	0,700	70,03%	0,2855	28,55%
52	166,600	0,714	71,41%	0,2855	28,55%
53	166,600	0,728	72,79%	0,2855	28,55%
54	166,600	0,742	74,17%	0,2855	28,55%
55	166,600	0,756	75,55%	0,2855	28,55%
56	166,600	0,769	76,93%	0,2855	28,55%
57	166,600	0,783	78,31%	0,2855	28,55%
58	166,800	0,797	79,70%	0,2849	28,49%
59	166,800	0,811	81,08%	0,2849	28,49%
60	166,800	0,825	82,46%	0,2849	28,49%
61	166,800	0,838	83,84%	0,2849	28,49%
62	166,800	0,852	85,22%	0,2849	28,49%
63	166,800	0,866	86,60%	0,2849	28,49%
64	166,800	0,880	87,98%	0,2849	28,49%
65	166,800	0,894	89,36%	0,2849	28,49%
66	166,800	0,907	90,75%	0,2849	28,49%
67	166,800	0,921	92,13%	0,2849	28,49%
68	166,800	0,935	93,51%	0,2849	28,49%
69	166,800	0,949	94,89%	0,2849	28,49%
70	166,800	0,963	96,27%	0,2849	28,49%
71	188,800	0,977	97,65%	0,2288	22,88%
72	238,600	0,990	99,03%	0,1354	13,54%

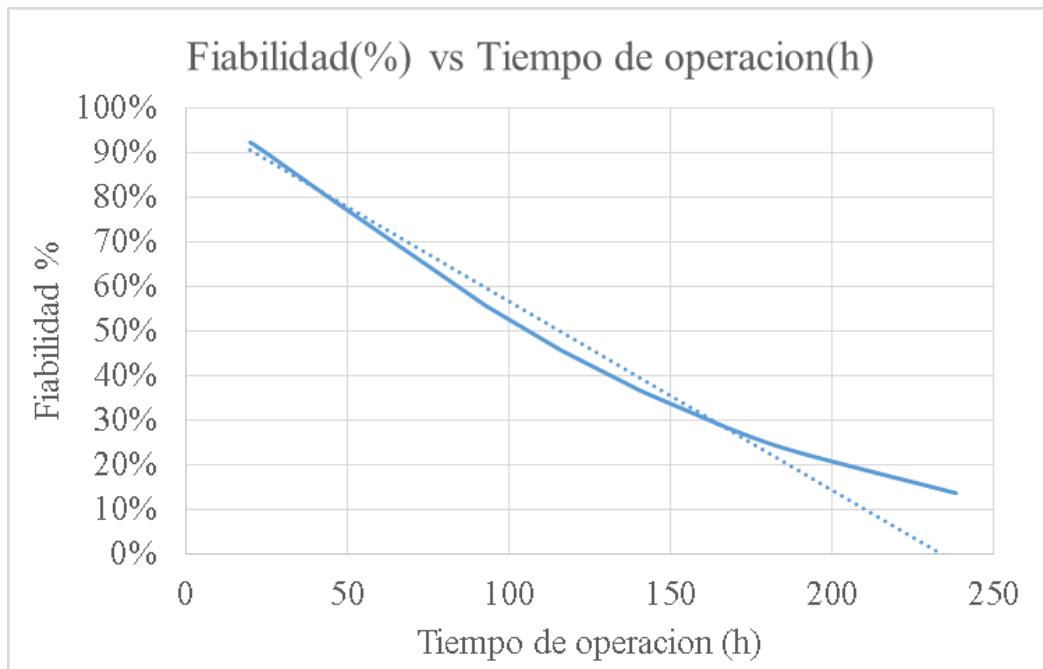


Figura 51.- Fiabilidad vs tiempo de operación del transportador de tornillo tubular.

En la figura 51 se observa una trayectoria logarítmica ya que los datos se encuentran correlacionados generando una línea con tendencia decreciente, también se aprecia que existe una alta fiabilidad del transportador de tornillo tubular con relación a los tiempos de operación y posterior a su puesta en marcha esta decrece en función de su uso y posibles fallas que presenta en el desarrollo de sus funciones.

Gamas de mantenimiento

Tabla 242.- Frecuencia de mantenimiento del transportador de tornillo tubular del mes de Enero.

Mes		ENERO																															
Máquina	Exclusa	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de la carcasa y caja reductora																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Control de conexiones eléctricas																																
	Control de apriete de los pernos																																
	Control de estabilidad de la base del motor																																
	Control de giro del tornillo																																
	Control de estabilidad de la estructura																																
Lubricación de chumaceras																																	

Tabla 243.- Frecuencia de mantenimiento del transportador de tornillo tubular del mes de Febrero.

Mes		FEBRERO																														
Máquina	Exclusa	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES			
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28			
Preventivo	Limpieza zona del equipo																															
	Limpieza de la carcasa y caja reductora																															
	Limpieza del cableado eléctrico																															
	Limpieza del interruptor de corriente																															
	Limpieza del área del motor eléctrico																															
	Control de conexiones eléctricas																															
	Control de apriete de los pernos																															
	Control de estabilidad de la base del motor																															
	Control de giro del tornillo																															
	Control de estabilidad de la estructura																															
Lubricación de chumaceras																																

Tabla 244.- Frecuencia de mantenimiento del transportador de tornillo tubular del mes de Marzo.

Mes		MARZO																																
Máquina	Exclusa	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la carcasa y caja reductora																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor eléctrico																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de apriete de los pernos																																	
	Control de estabilidad de la base del motor																																	
	Control de giro del tornillo																																	
	Control de estabilidad de la estructura																																	
	Lubricación de chumaceras																																	

Tabla 245.- Frecuencia de mantenimiento del transportador de tornillo tubular del mes de Abril.

Mes		ABRIL																																
Máquina	Exclusa	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO			
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la carcasa y caja reductora																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor eléctrico																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de apriete de los pernos																																	
	Control de estabilidad de la base del motor																																	
	Control de giro del tornillo																																	
	Control de estabilidad de la estructura																																	
	Lubricación de chumaceras																																	

Tabla 246.- Frecuencia de mantenimiento del transportador de tornillo tubular del mes de Mayo.

Mes		MAYO																														
Máquina	Exclusa	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Preventivo	Limpieza zona del equipo	█							█																							
	Limpieza de la carcasa y caja reductora	█																														
	Limpieza del cableado eléctrico	█																														
	Limpieza del interruptor de corriente	█																														
	Limpieza del área del motor eléctrico	█																														
	Control de conexiones eléctricas																															
	Control de apriete de los pernos																															
	Control de estabilidad de la base del motor																															
	Control de giro del tornillo																															
	Control de estabilidad de la estructura																															
	Lubricación de chumaceras																															

Tabla 247.- Frecuencia de mantenimiento del transportador de tornillo tubular del mes de Junio.

Mes		JUNIO																														
Máquina	Exclusa	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Preventivo	Limpieza zona del equipo	█				█							█														█					
	Limpieza de la carcasa y caja reductora	█				█							█														█					
	Limpieza del cableado eléctrico	█				█							█														█					
	Limpieza del interruptor de corriente	█				█							█														█					
	Limpieza del área del motor eléctrico	█				█							█														█					
	Control de conexiones eléctricas																															
	Control de apriete de los pernos																															
	Control de estabilidad de la base del motor																															
	Control de giro del tornillo																															
	Control de estabilidad de la estructura																															
	Lubricación de chumaceras																															

Tabla 248.- Frecuencia de mantenimiento del transportador de tornillo tubular del mes de Julio.

Mes		JULIO																															
Máquina	Exclusa	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de la carcasa y caja reductora																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Control de conexiones eléctricas																																
	Control de apriete de los pernos																																
	Control de estabilidad de la base del motor																																
	Control de giro del tornillo																																
	Control de estabilidad de la estructura																																
	Lubricación de chumaceras																																

Tabla 249.- Frecuencia de mantenimiento del transportador de tornillo tubular del mes de Agosto.

Mes		AGOSTO																															
Máquina	Exclusa	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de la carcasa y caja reductora																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Control de conexiones eléctricas																																
	Control de apriete de los pernos																																
	Control de estabilidad de la base del motor																																
	Control de giro del tornillo																																
	Control de estabilidad de la estructura																																
	Lubricación de chumaceras																																

Tabla 250.- Frecuencia de mantenimiento del transportador de tornillo tubular del mes de Septiembre.

Mes		SEPTIEMBRE																														
Máquina	Exclusa	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Preventivo	Limpieza zona del equipo	■			■							■																				
	Limpieza de la carcasa y caja reductora				■							■															■					
	Limpieza del cableado eléctrico				■							■																				
	Limpieza del interruptor de corriente				■							■																				
	Limpieza del área del motor eléctrico				■							■																				
	Control de conexiones eléctricas																															
	Control de apriete de los pernos																															
	Control de estabilidad de la base del motor																															
	Control de giro del tornillo																															
	Control de estabilidad de la estructura																															
	Lubricación de chumaceras																															

Tabla 251.- Frecuencia de mantenimiento del transportador de tornillo tubular doble del mes de Octubre.

Mes		OCTUBRE																															
Máquina	Exclusa	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Preventivo	Limpieza zona del equipo	■	■							■						■								■									
	Limpieza de la carcasa y caja reductora		■							■							■								■								
	Limpieza del cableado eléctrico		■							■							■								■								
	Limpieza del interruptor de corriente		■							■							■								■								
	Limpieza del área del motor eléctrico		■							■							■								■								
	Control de conexiones eléctricas																																
	Control de apriete de los pernos																																
	Control de estabilidad de la base del motor																																
	Control de giro del tornillo																																
	Control de estabilidad de la estructura																																
	Lubricación de chumaceras																																

Tabla 252.- Frecuencia de mantenimiento del transportador de tornillo tubular del mes de Noviembre.

Mes		NOVIEMBRE																															
Máquina	Exclusa	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Tipo	Actividades																																
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de la carcasa y caja reductora																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Control de conexiones eléctricas																																
	Control de apriete de los pernos																																
	Control de estabilidad de la base del motor																																
	Control de giro del tornillo																																
	Control de estabilidad de la estructura																																
	Lubricación de chumaceras																																

Tabla 253.- Frecuencia de mantenimiento del transportador de tornillo tubular del mes de Diciembre.

Mes		DICIEMBRE																																	
Máquina	Exclusa	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
Tipo	Actividades																																		
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																		
	Limpieza de la carcasa y caja reductora																																		
	Limpieza del cableado eléctrico																																		
	Limpieza del interruptor de corriente																																		
	Limpieza del área del motor eléctrico																																		
	Control de conexiones eléctricas																																		
	Control de apriete de los pernos																																		
	Control de estabilidad de la base del motor																																		
	Control de giro del tornillo																																		
	Control de estabilidad de la estructura																																		
	Lubricación de chumaceras																																		

3.1.5.10 Purificador de semolina

Tabla 254.- Ficha técnica del purificador de semolina.

 molinos miraflores					
MOLINOS MIRAFLORES S.A					
PLANTA SANTA ROSA					
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO					
				ÁREA: MOLIENDA	
FICHA TÉCNICA		N°: 10			
DATOS GENERALES					
NOMBRE DEL EQUIPO:			PURIFICADOR DE SEMOLINA		
CÓDIGO:	MAM-002810				
MARCA:	ALAPALA				
MODELO:	AISA 46/200				
COLOR:	BLANCO				
SERIAL:	201132				
AÑO DE FABRICACIÓN:	2020				
ORIGEN:	TURQUÍA				
FUNCIÓN DE EQUIPO:					
Purificar y clasificar las sémolas de trigo para los procesos posteriores					
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				DIMENSIONES	
VOLTAJE:	460	voltios	ANCHO:	2700	mm
FRECUENCIA:	60	Hertz	LARGO:	1200	mm
AMPERAJE:	2,6	amperios	ALTO:	1820	mm
POTENCIA:	0,4	KW	PESO:	1334	kg
RPM MOTOR:	600	rpm	VOLUMEN:	8,7	m ³
TEMPERATURA DE TRABAJO:	0° -40°	centígrados			
CAPACIDAD:	18	toneladas			
LUBRICACIÓN:	grasa xm2, ep2				
MANTENIMIENTO					
CADA (X) HORAS DE TRABAJO:	✓				
SEMANAL:	-				
MENSUAL:	✓				
SEMESTRAL:	✓				
ANUAL:	✓				

Componentes

Tabla 255.- Componentes del purificador de semolina.

Nº:	Componente	Función
1	Motor vibratorio	Generar el movimiento oscilatorio continuo
2	Cableado eléctrico	Permitir el flujo de la corriente eléctrica hacia el motor
3	Interruptor de corriente	Abrir o cerrar el circuito eléctrico
4	Carcasa	Integrar los elementos que conforman la maquina
5	Perillas de calibración	Controlar la distancia entre separadores
6	Puertas	Permitir la visualización de las semolinas
	Gomas de impacto	Mantener un rango de giro controlado de la estructura
8	Chumaceras	Permitir el giro sin resistencia del eje dentro de la coraza del equipo
9	Tolva	Recibir la materia prima de los conductos de transporte asia el purificador
10	Base	Fijar la estructura al piso

Componentes sustituibles

Tabla 256.- Componentes sustituibles del purificador de semolina.

Componente sustituible	Características	Cantidad
Pernos de sujeción	Pernos 1/2 pulgada	40
Cable de alimentación eléctrica	Calibre 10	1
Interruptor eléctrico	Componente plástico	2
Perillas de calibración	Componente plástico	32
Ventanas de visualización	Acrílico 18*10	32

Instrucciones de funcionamiento

- Verificar el estado de las conexiones eléctricas
- Verificar el estado de los pernos
- Verificar que no exista fuga de materia prima
- Autorizar el funcionamiento

Normas de seguridad

- Evitar liberar polvos de harina cerca del equipo
- Prohibir la movilización del personal cerca de la máquina cuando está en funcionamiento

- Manipular la máquina solo cuando esta se encuentre apagada
- Utilizar EPP siempre que la máquina se encuentre en funcionamiento

Instrucciones de mantenimiento

Las operaciones de limpieza, de mantenimiento y de lubricación se detallan a continuación mediante tablas.

Tabla 257.- Frecuencia de las acciones del purificador de semolina.

Acciones de Limpieza	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Limpieza de la tolva del equipo			x		
Limpieza del cableado eléctrico			x		
Limpieza del interruptor de corriente			x		
Limpieza del área del motor vibratorio			x		
Limpieza zona del equipo		x			
Limpieza de separadores			x		
Limpieza de la carcasa y puertas		x			

Tabla 258.- Frecuencia de las acciones del purificador de semolina.

Acciones de Mantenimiento	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Control de conexiones eléctricas			x		
Control de apriete de los pernos			x		
Control de apriete de las perillas			x		
Control de las gomas de impacto			x		
Control de la fijación de la tolva			x		
Control de estabilidad de la estructura			x		

Tabla 259.- Frecuencia del purificador de semolina.

Acciones de Lubricación	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Lubricación de visagras de la puerta			x		
Lubricación de chumaseras			x		
Hidratación de las gomas de impacto			x		

Tabla 260.- Estadístico de mantenimiento anual del purificador de semolina.

Equipo	Purificador de semolina				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
ENERO	Inicio de actividades (Nuevo Año)						86,686	0,012	1,686	0,593	98,09%
	Limpieza zona del equipo	4/1/2021	24,00	1,2	0,8	2					
	Limpieza de la carcasa y puertas										
	Limpieza zona del equipo	11/1/2021	166,00	1,2	0,8	2					
	Limpieza de la carcasa y puertas										
	Limpieza zona del equipo	18/1/2021	166,00	1,2	0,8	2					
	Limpieza de la carcasa y puertas										
	Limpieza zona del equipo	25/1/2021	166,00	3	2,6	5,6					
	Limpieza de la tolva del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor vibratorio	27/1/2021	42,40	1	0,8	1,8					
	Limpieza de separadores										
	Control de conexiones eléctricas	28/1/2021	22,20	2	1,8	3,8					
	Control de apriete de los pernos										
	Control de apriete de las perillas										
	Control de las gomas de impacto										
	Control de la fijación de la tolva	29/1/2021	20,20	2,2	1,8	4					
	Control de estabilidad de la estructura										
Lubricación de bisagras de la puerta											
Lubricación de chumaceras											
Hidratación de las gomas de impacto											

Equipo	Purificador de semolina				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
FEBRERO	Limpieza zona del equipo	1/2/2021	68,00	1,2	0,8	2	92,971	0,011	1,686	0,593	98,22%
	Limpieza de la carcasa y puertas										
	Limpieza zona del equipo	8/2/2021	166,00	1,2	0,8	2					
	Limpieza de la carcasa y puertas										
	Limpieza zona del equipo	15/2/2021	166,00	1,2	0,8	2					
	Limpieza de la carcasa y puertas										
	Limpieza zona del equipo	22/2/2021	166,00	3	2,6	5,6					
	Limpieza de la tolva del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor vibratorio										
	Limpieza de separadores	24/2/2021	42,40	1	0,8	1,8					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de apriete de las perillas	25/2/2021	22,20	2	1,8	3,8					
	Control de las gomas de impacto										
	Control de la fijación de la tolva										
	Control de estabilidad de la estructura	26/2/2021	20,20	2,2	1,8	4					
Lubricación de bisagras de la puerta											
Lubricación de chumaceras											
Hidratación de las gomas de impacto											

Equipo	Purificador de semolina				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
MARZO	Limpieza zona del equipo	1/3/2021	68,00	0,8	0,8	1,6	110,286	0,009	1,514	0,660	98,65%
	Limpieza de la carcasa y puertas										
	Limpieza zona del equipo	8/3/2021	166,40	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa y puertas										
	Limpieza zona del equipo	15/3/2021	166,40	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa y puertas										
	Limpieza zona del equipo	22/3/2021	166,40	3	2,6	5,6					
	Limpieza de la tolva del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor vibratorio										
	Limpieza de separadores	29/3/2021	162,40	1	0,8	1,8					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos	30/3/2021	22,20	2	1,8	3,8					
	Control de apriete de las perillas										
	Control de las gomas de impacto										
	Control de la fijación de la tolva										
	Control de estabilidad de la estructura	31/3/2021	20,20	2,2	1,8	4					
Lubricación de bisagras de la puerta											
Lubricación de chumaceras											
Hidratación de las gomas de impacto											

Equipo	Purificador de semolina				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
ABRIL	Limpieza zona del equipo	5/4/2021	116,00	1,2	0,8	2	99,829	0,010	1,686	0,593	98,34%
	Limpieza de la carcasa y puertas										
	Limpieza zona del equipo	12/4/2021	166,00	1,2	0,8	2					
	Limpieza de la carcasa y puertas										
	Limpieza zona del equipo	19/4/2021	166,00	1,2	0,8	2					
	Limpieza de la carcasa y puertas										
	Limpieza zona del equipo	26/4/2021	166,00	3	2,6	5,6					
	Limpieza de la tolva del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor vibratorio										
	Limpieza de separadores	28/4/2021	42,40	1	0,8	1,8					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de apriete de las perillas	29/4/2021	22,20	2	1,8	3,8					
	Control de las gomas de impacto										
	Control de la fijación de la tolva										
	Control de estabilidad de la estructura	30/4/2021	20,20	2,2	1,8	4					
Lubricación de bisagras de la puerta											
Lubricación de chumaceras											
Hidratación de las gomas de impacto											

Equipo	Purificador de semolina				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
MAYO	Limpieza zona del equipo	3/5/2021	68,00	1,2	0,8	2	103,257	0,010	1,686	0,593	98,39%
	Limpieza de la carcasa y puertas										
	Limpieza zona del equipo	10/5/2021	166,00	1,2	0,8	2					
	Limpieza de la carcasa y puertas										
	Limpieza zona del equipo	17/5/2021	166,00	1,2	0,8	2					
	Limpieza de la carcasa y puertas										
	Limpieza zona del equipo	24/5/2021	166,00	3	2,6	5,6					
	Limpieza de la tolva del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor vibratorio										
	Limpieza de separadores	29/5/2021	114,40	1	0,8	1,8					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos	30/5/2021	22,20	2	1,8	3,8					
	Control de apriete de las perillas										
	Control de las gomas de impacto										
	Control de la fijación de la tolva										
	Control de estabilidad de la estructura	31/5/2021	20,20	2,2	1,8	4					
Lubricación de bisagras de la puerta											
Lubricación de chumaceras											
Hidratación de las gomas de impacto											

Equipo	Purificador de semolina				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
JUNIO	Limpieza zona del equipo	7/6/2021	164,00	1,2	0,8	2	99,829	0,010	1,686	0,593	98,34%
	Limpieza de la carcasa y puertas										
	Limpieza zona del equipo	14/6/2021	166,00	1,2	0,8	2					
	Limpieza de la carcasa y puertas										
	Limpieza zona del equipo	21/6/2021	166,00	1,2	0,8	2					
	Limpieza de la carcasa y puertas										
	Limpieza zona del equipo	27/6/2021	142,00	3	2,6	5,6					
	Limpieza de la tolva del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor vibratorio										
	Limpieza de separadores	28/6/2021	18,40	1	0,8	1,8					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos	29/6/2021	22,20	2	1,8	3,8					
	Control de apriete de las perillas										
	Control de las gomas de impacto										
	Control de la fijación de la tolva										
	Control de estabilidad de la estructura	30/6/2021	20,20	2,2	1,8	4					
Lubricación de bisagras de la puerta											
Lubricación de chumaceras											
Hidratación de las gomas de impacto											

Equipo	Purificador de semolina				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
JULIO	Limpieza zona del equipo	5/7/2021	116,00	1,2	0,8	2	103,257	0,010	1,686	0,593	98,39%
	Limpieza de la carcasa y puertas										
	Limpieza zona del equipo	12/7/2021	166,00	1,2	0,8	2					
	Limpieza de la carcasa y puertas										
	Limpieza zona del equipo	19/7/2021	166,00	1,2	0,8	2					
	Limpieza de la carcasa y puertas										
	Limpieza zona del equipo	28/7/2021	214,00	3	2,6	5,6					
	Limpieza de la tolva del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor vibratorio										
	Limpieza de separadores	29/7/2021	18,40	1	0,8	1,8					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos	30/7/2021	22,20	2	1,8	3,8					
	Control de apriete de las perillas										
	Control de las gomas de impacto										
	Control de la fijación de la tolva										
	Control de estabilidad de la estructura	31/7/2021	20,20	2,2	1,8	4					
Lubricación de bisagras de la puerta											
Lubricación de chumaceras											
Hidratación de las gomas de impacto											

Equipo	Purificador de semolina				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
AGOSTO	Limpieza zona del equipo	2/8/2021	44,00	1,2	0,8	2	103,257	0,010	1,686	0,593	98,39%
	Limpieza de la carcasa y puertas										
	Limpieza zona del equipo	9/8/2021	166,00	1,2	0,8	2					
	Limpieza de la carcasa y puertas										
	Limpieza zona del equipo	16/8/2021	166,00	1,2	0,8	2					
	Limpieza de la carcasa y puertas										
	Limpieza zona del equipo	23/8/2021	166,00	3	2,6	5,6					
	Limpieza de la tolva del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor vibratorio	29/8/2021	138,40	1	0,8	1,8					
	Limpieza de separadores										
	Control de conexiones eléctricas	30/8/2021	22,20	2	1,8	3,8					
	Control de apriete de los pernos										
	Control de apriete de las perillas										
	Control de las gomas de impacto										
	Control de la fijación de la tolva	31/8/2021	20,20	2,2	1,8	4					
	Control de estabilidad de la estructura										
Lubricación de bisagras de la puerta											
Lubricación de chumaceras											
Hidratación de las gomas de impacto											

Equipo	Purificador de semolina				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
SEPTIEMBRE	Limpieza zona del equipo	6/9/2021	140,00	1	0,8	1,8	99,857	0,010	1,629	0,614	98,40%
	Limpieza de la carcasa y puertas										
	Limpieza zona del equipo	13/9/2021	166,20	1	0,8	1,8					
	Limpieza de la carcasa y puertas										
	Limpieza zona del equipo	20/9/2021	166,20	1	0,8	1,8					
	Limpieza de la carcasa y puertas										
	Limpieza zona del equipo	27/9/2021	166,20	3,8	2,6	6,4					
	Limpieza de la tolva del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor vibratorio										
	Limpieza de separadores	28/9/2021	17,60	0,8	0,8	1,6					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de apriete de las perillas	29/9/2021	22,40	1,8	1,8	3,6					
	Control de las gomas de impacto										
	Control de la fijación de la tolva										
	Control de estabilidad de la estructura	30/9/2021	20,40	2	1,8	3,8					
Lubricación de bisagras de la puerta											
Lubricación de chumaceras											
Hidratación de las gomas de impacto											

Equipo	Purificador de semolina				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
OCTUBRE	Limpieza zona del equipo	4/10/2021	92,20	0,8	0,8	1,6	103,314	0,010	1,600	0,625	98,47%
	Limpieza de la carcasa y puertas										
	Limpieza zona del equipo	11/10/2021	166,40	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa y puertas										
	Limpieza zona del equipo	18/10/2021	166,40	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa y puertas										
	Limpieza zona del equipo	28/10/2021	238,40	4	2,6	6,6					
	Limpieza de la tolva del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor vibratorio										
	Limpieza de separadores	29/10/2021	17,40	1	0,8	1,8					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos	30/10/2021	22,20	2	1,8	3,8					
	Control de apriete de las perillas										
	Control de las gomas de impacto										
	Control de la fijación de la tolva										
	Control de estabilidad de la estructura	31/10/2021	20,20	1,8	1,8	3,6					
	Lubricación de bisagras de la puerta										
Lubricación de chumaceras											
Hidratación de las gomas de impacto											

Equipo	Purificador de semolina				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
NOVIEMBRE	Limpieza zona del equipo	1/11/2021	20,40	1	0,8	1,8	99,886	0,010	1,657	0,603	98,37%
	Limpieza de la carcasa y puertas										
	Limpieza zona del equipo	8/11/2021	166,20	1	0,8	1,8					
	Limpieza de la carcasa y puertas										
	Limpieza zona del equipo	15/11/2021	166,20	1	0,8	1,8					
	Limpieza de la carcasa y puertas										
	Limpieza zona del equipo	22/11/2021	166,20	3,8	2,6	6,4					
	Limpieza de la tolva del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor vibratorio	28/11/2021	137,60	1	0,8	1,8					
	Limpieza de separadores										
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de apriete de las perillas	29/11/2021	22,20	1,8	1,8	3,6					
	Control de las gomas de impacto										
	Control de la fijación de la tolva										
	Control de estabilidad de la estructura	30/11/2021	20,40	2	1,8	3,8					
Lubricación de bisagras de la puerta											
Lubricación de chumaceras											
Hidratación de las gomas de impacto											

Equipo	Purificador de semolina				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
DICIEMBRE	Limpieza zona del equipo	6/12/2021	140,20	1,2	0,8	2	99,857	0,010	1,686	0,593	98,34%
	Limpieza de la carcasa y puertas										
	Limpieza zona del equipo	13/12/2021	166,00	1,2	0,8	2					
	Limpieza de la carcasa y puertas										
	Limpieza zona del equipo	20/12/2021	166,00	1,2	0,8	2					
	Limpieza de la carcasa y puertas										
	Limpieza zona del equipo	27/12/2021	166,00	3	2,6	5,6					
	Limpieza de la tolva del equipo										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor vibratorio										
	Limpieza de separadores	28/12/2021	18,40	1	0,8	1,8					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos	29/12/2021	22,20	2	1,8	3,8					
	Control de apriete de las perillas										
	Control de las gomas de impacto										
	Control de la fijación de la tolva										
	Control de estabilidad de la estructura	30/12/2021	20,20	2,2	1,8	4					
Lubricación de bisagras de la puerta											
Lubricación de chumaceras											
Hidratación de las gomas de impacto											
TOTALES			8416	139,2	112,8	252	8416	0,0001	139,2	0,007	98,37%
PROMEDIOS			100,190	1,657	1,343	3,000	100,190	11,483	1,657	0,605	98,37%

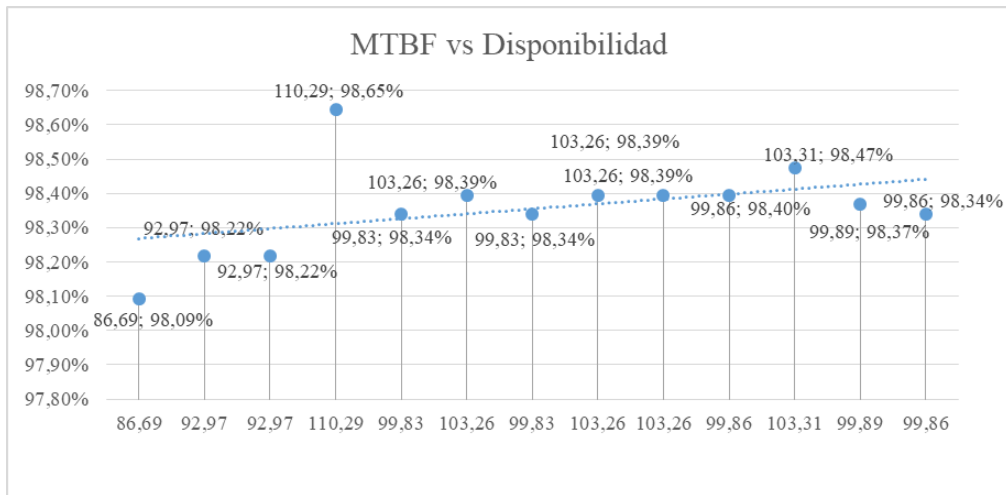


Figura 52.-Tiempo medio entre fallos vs Disponibilidad del purificador de semolina.

En la figura 52 se logra apreciar que existe una disponibilidad máxima de un 98.65% acompañado de un MTBF de 110.29 horas, de igual manera se observar que la disponibilidad mínima es de 86.69% con un MTBF de 98.09 horas, con la mayoría de datos dispersos.

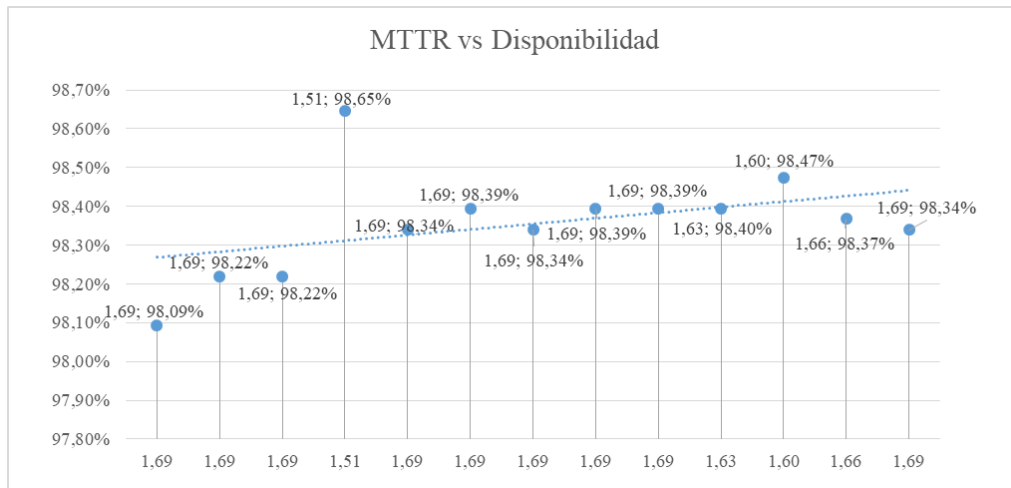


Figura 53.-Tiempo medio en reparación vs Disponibilidad del purificador de semolina.

En la figura 53 se aprecia que el valor máximo de la disponibilidad es de 98.65%(MTTR=1.51 horas) y un mínimo de 98.22%(MTTR=1.69), seguido de un valor máximo de tiempo de reparación de 1.69 horas (D=98.) y un mínimo de 1.51 horas (D=98.65%), reiterando la dispersión de datos y una repetitividad del tiempo de reparación de 1.69 horas.

Tabla 261.- Matriz AMFE del purificador de semolina.

MATRIZ AMFE												
Área:		Molienda		Marca:	ALAPALA			Fecha Rea:			Hoja N°	1
Nombre del equipo:		Purificador de semolina		Modelo:	AISA 46/200			Fecha Rev:			De	1
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallo	Causa raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones	
							F	G	D	IDR		
1	Motor eléctrico	Transformar la energía eléctrica en mecánica	Paro de la maquina	Fundición de masa	Incorrecta manipulación	Parada del proceso inesperada	1	10	4	40	Evitar golpear el cuerpo y el eje	
			Ausencia de ignición	Atascamiento	Impurezas acumuladas	Arranque detenido	1	6	6	36	Limpiar minuciosamente el equipo	
2	Cableado eléctrico	Permitir el flujo de la corriente eléctrica hacia el motor	No enciende el led de verificación	Obstrucción	Mal montaje	Falta de señal eléctrica	1	8	9	72	Limpiar minuciosamente evitando humedad	
			Segmentación del cableado	Rotura	Cortocircuito	Intermitencia de la energía	2	8	9	144	Limpiar minuciosamente evitando humedad	
3	Interruptor de corriente	Abrir o cerrar el circuito eléctrico	Oxidación	Desgaste	Corrosión	Deterioro de la estructura	1	9	9	81	Recubrir las zonas expuestas	
			Desprendimiento de partes	Rotura	Cortocircuito	Corte del paso de corriente	1	7	9	63	Limpiar minuciosamente evitando humedad	
4	Carcasa	Integrar los elementos que conforman la maquina	Irregularidades en la superficie	Deformación	Incorrecta manipulación	Variación de la forma inicial	1	6	8	48	Enderezamiento de las zonas afectadas	
			Oxidación de la superficie	Desgaste	Corrosión	Deterioro de la estructura	1	9	9	81	Recubrir las zonas expuestas	
5	Perillas de calibración	Controlar la distancia entre los rodillos	Desajuste de los rodillos	Desgaste	Fricción	Granulometría variante	2	6	8	96	Enderezamiento de las zonas afectadas	
			Desprendimiento de la perilla	Desprendimiento	Incorrecta manipulación	Limitación del control de la distancia de rodillos	1	8	10	80	Recubrir las zonas expuestas	

MATRIZ AMFE

Área:		Molienda		Marca:	ALAPALA		Fecha Rea:			Hoja N°	1
Nombre del equipo:		Purificador de semolina		Modelo:	AISA 46/200		Fecha Rev:			De	1
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallo	Causa raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IDR	
6	Puertas	Permitir la visualización de las semolina	Oxidación	Desgaste	Corrosión	Deterioro de la estructura	1	7	8	56	Recubrir las zonas expuestas
			Rechinidos en movimiento	Desgaste	Fricción	Sonidos extraños	4	4	4	64	Mejorar la lubricación y limpieza
7	Gomas de impacto	Mantener un rango de giro controlado de la estructura	Rotura de los soportes	Rotura	Incorrecta manipulación	Exposición de la banda	1	8	8	64	Ajuste adecuado al ensamblar
			Oxidación	Desgaste	Corrosión	Deterioro del protector	3	9	4	108	Recubrir las zonas expuestas
8	Chumaceras	Permitir el giro sin resistencia del eje dentro de la coraza del equipo	Rechinidos	Desgaste	Fricción	Sonidos extraños	3	4	7	84	Mejorar la lubricación
			Vibración	Desgaste	Lubricación pobre	Ralentización en los giros	5	6	6	180	Mejorar la lubricación
9	Tolva	Recibir la materia prima de los conductos de transporte asia el	Oxidación	Desgaste	Corrosión	Deterioro de la estructura	3	9	4	108	Recubrir las zonas expuestas
			Incorrecto acople de la tolva	Desalineación	Mal montaje	Perdida de materia prima	2	7	4	56	Verificación de la no existencia de separaciones y fugas
10	Base	Fijar la estructura al piso	Oxidación	Desgaste	Corrosión	Deterioro de la estructura	3	9	3	81	Recubrir las zonas expuestas
			Irregularidades en la superficie	Deformación	Incorrecta manipulación	Variación de la forma inicial	3	6	4	72	Enderezamiento de las zonas afectadas

Determinación de la fiabilidad del purificador de semolina en función del modelo matemático de Weibull de dos parámetros.

Tabla 262.- Datos estadísticos del mantenimiento anual del purificador de semolina.

Nº Actividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)
1	1	24,00	3,178
2	1	166,00	5,112
3	1	166,00	5,112
4	1	166,00	5,112
5	1	42,40	3,747
6	1	22,20	3,100
7	1	20,20	3,006
8	1	68,00	4,220
9	1	166,00	5,112
10	1	166,00	5,112
11	1	166,00	5,112
12	1	42,40	3,747
13	1	22,20	3,100
14	1	20,20	3,006
15	1	68,00	4,220
16	1	166,40	5,114
17	1	166,40	5,114
18	1	166,40	5,114
19	1	162,40	5,090
20	1	22,20	3,100
21	1	20,20	3,006
22	1	116,00	4,754
23	1	166,00	5,112
24	1	166,00	5,112
25	1	166,00	5,112
26	1	42,40	3,747
27	1	22,20	3,100
28	1	20,20	3,006
29	1	68,00	4,220
30	1	166,00	5,112
31	1	166,00	5,112
32	1	166,00	5,112
33	1	114,40	4,740
34	1	22,20	3,100
35	1	20,20	3,006
36	1	164,00	5,100
37	1	166,00	5,112
38	1	166,00	5,112

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)
39	1	142,00	4,956
40	1	18,40	2,912
41	1	22,20	3,100
42	1	20,20	3,006
43	1	116,00	4,754
44	1	166,00	5,112
45	1	166,00	5,112
46	1	214,00	5,366
47	1	18,40	2,912
48	1	22,20	3,100
49	1	20,20	3,006
50	1	44,00	3,784
51	1	166,00	5,112
52	1	166,00	5,112
53	1	166,00	5,112
54	1	138,40	4,930
55	1	22,20	3,100
56	1	20,20	3,006
57	1	140,00	4,942
58	1	166,20	5,113
59	1	166,20	5,113
60	1	166,20	5,113
61	1	17,60	2,868
62	1	22,40	3,109
63	1	20,40	3,016
64	1	92,20	4,524
65	1	166,40	5,114
66	1	166,40	5,114
67	1	238,40	5,474
68	1	17,40	2,856
69	1	22,20	3,100
70	1	20,20	3,006
71	1	20,40	3,016
72	1	166,20	5,113
73	1	166,20	5,113
74	1	166,20	5,113
75	1	137,60	4,924
76	1	22,20	3,100
77	1	20,40	3,016
78	1	140,20	4,943
79	1	166,00	5,112
80	1	166,00	5,112
81	1	166,00	5,112
82	1	18,40	2,912
83	1	22,20	3,100
84	1	20,20	3,006

Tenemos que para el purificador de semolina $\bar{x}=3.635$

Tabla 263.- Datos calculados del purificador de semolina.

Nº Actividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{x}) ²
1	1	24.00	3.178	0.1975
2	1	166.00	5.112	2.2188
3	1	166.00	5.112	2.2188
4	1	166.00	5.112	2.2188
5	1	42.40	3.747	0.0156
6	1	22.20	3.100	0.2728
7	1	20.20	3.006	0.3804
8	1	68.00	4.220	0.3565
9	1	166.00	5.112	2.2188
10	1	166.00	5.112	2.2188
11	1	166.00	5.112	2.2188
12	1	42.40	3.747	0.0156
13	1	22.20	3.100	0.2728
14	1	20.20	3.006	0.3804
15	1	68.00	4.220	0.3565
16	1	166.40	5.114	2.2260
17	1	166.40	5.114	2.2260
18	1	166.40	5.114	2.2260
19	1	162.40	5.090	2.1539
20	1	22.20	3.100	0.2728
21	1	20.20	3.006	0.3804
22	1	116.00	4.754	1.2795
23	1	166.00	5.112	2.2188
24	1	166.00	5.112	2.2188
25	1	166.00	5.112	2.2188
26	1	42.40	3.747	0.0156
27	1	22.20	3.100	0.2728
28	1	20.20	3.006	0.3804
29	1	68.00	4.220	0.3565
30	1	166.00	5.112	2.2188
31	1	166.00	5.112	2.2188
32	1	166.00	5.112	2.2188
33	1	114.40	4.740	1.2483
34	1	22.20	3.100	0.2728
35	1	20.20	3.006	0.3804
36	1	164.00	5.100	2.1828
37	1	166.00	5.112	2.2188
38	1	166.00	5.112	2.2188
39	1	142.00	4.956	1.7779
40	1	18.40	2.912	0.5042
41	1	22.20	3.100	0.2728
42	1	20.20	3.006	0.3804
43	1	116.00	4.754	1.2795

Nº Actividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)	$(\text{Ln}(\text{TO})-\bar{x})^2$
44	1	166.00	5.112	2.2188
45	1	166.00	5.112	2.2188
46	1	214.00	5.366	3.0399
47	1	18.40	2.912	0.5042
48	1	22.20	3.100	0.2728
49	1	20.20	3.006	0.3804
50	1	44.00	3.784	0.0262
51	1	166.00	5.112	2.2188
52	1	166.00	5.112	2.2188
53	1	166.00	5.112	2.2188
54	1	138.40	4.930	1.7101
55	1	22.20	3.100	0.2728
56	1	20.20	3.006	0.3804
57	1	140.00	4.942	1.7403
58	1	166.20	5.113	2.2224
59	1	166.20	5.113	2.2224
60	1	166.20	5.113	2.2224
61	1	17.60	2.868	0.5693
62	1	22.40	3.109	0.2635
63	1	20.40	3.016	0.3683
64	1	92.20	4.524	0.8128
65	1	166.40	5.114	2.2260
66	1	166.40	5.114	2.2260
67	1	238.40	5.474	3.4281
68	1	17.40	2.856	0.5867
69	1	22.20	3.100	0.2728
70	1	20.20	3.006	0.3804
71	1	20.40	3.016	0.3683
72	1	166.20	5.113	2.2224
73	1	166.20	5.113	2.2224
74	1	166.20	5.113	2.2224
75	1	137.60	4.924	1.6950
76	1	22.20	3.100	0.2728
77	1	20.40	3.016	0.3683
78	1	140.20	4.943	1.7441
79	1	166.00	5.112	2.2188
80	1	166.00	5.112	2.2188
81	1	166.00	5.112	2.2188
82	1	18.40	2.912	0.5042
83	1	22.20	3.100	0.2728
84	1	20.20	3.006	0.3804

Tabla 264.- Parámetros iniciales del purificador de semolina.

PARÁMETROS OBTENIDOS	
MEDIA \bar{x}	3.635
VARIANZA S^2	100.818
DESVIACIÓN S	10.041
BETA β	0.128
ALPHA α	3474.800
GAMA γ	0

Tabla 265.- Tabla del cálculo de fiabilidad e infiabilidad del purificador de semolina.

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{x}) ²	R(t)	R(t)%
1	1	24,00	3,178	0,1975	1,000	100,00%
2	1	166,00	5,112	2,2188	0,999	99,90%
3	1	166,00	5,112	2,2188	0,999	99,90%
4	1	166,00	5,112	2,2188	0,999	99,90%
5	1	42,40	3,747	0,0156	1,000	100,00%
6	1	22,20	3,100	0,2728	1,000	100,00%
7	1	20,20	3,006	0,3804	1,000	100,00%
8	1	68,00	4,220	0,3565	0,999	99,90%
9	1	166,00	5,112	2,2188	0,999	99,90%
10	1	166,00	5,112	2,2188	0,999	99,90%
11	1	166,00	5,112	2,2188	0,999	99,90%
12	1	42,40	3,747	0,0156	1,000	100,00%
13	1	22,20	3,100	0,2728	1,000	100,00%
14	1	20,20	3,006	0,3804	1,000	100,00%
15	1	68,00	4,220	0,3565	0,999	99,90%
16	1	166,40	5,114	2,2260	0,999	99,90%
17	1	166,40	5,114	2,2260	0,999	99,90%
18	1	166,40	5,114	2,2260	0,999	99,90%
19	1	162,40	5,090	2,1539	0,999	99,90%
20	1	22,20	3,100	0,2728	1,000	100,00%
21	1	20,20	3,006	0,3804	1,000	100,00%
22	1	116,00	4,754	1,2795	0,999	99,90%
23	1	166,00	5,112	2,2188	0,999	99,90%
24	1	166,00	5,112	2,2188	0,999	99,90%
25	1	166,00	5,112	2,2188	0,999	99,90%
26	1	42,40	3,747	0,0156	1,000	100,00%
27	1	22,20	3,100	0,2728	1,000	100,00%
28	1	20,20	3,006	0,3804	1,000	100,00%
29	1	68,00	4,220	0,3565	0,999	99,90%
30	1	166,00	5,112	2,2188	0,999	99,90%
31	1	166,00	5,112	2,2188	0,999	99,90%
32	1	166,00	5,112	2,2188	0,999	99,90%

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{X}) ²	R(t)	R(t)%
33	1	114,40	4,740	1,2483	0,999	99,90%
34	1	22,20	3,100	0,2728	1,000	100,00%
35	1	20,20	3,006	0,3804	1,000	100,00%
36	1	164,00	5,100	2,1828	0,999	99,90%
37	1	166,00	5,112	2,2188	0,999	99,90%
38	1	166,00	5,112	2,2188	0,999	99,90%
39	1	142,00	4,956	1,7779	0,999	99,90%
40	1	18,40	2,912	0,5042	1,000	100,00%
41	1	22,20	3,100	0,2728	1,000	100,00%
42	1	20,20	3,006	0,3804	1,000	100,00%
43	1	116,00	4,754	1,2795	0,999	99,90%
44	1	166,00	5,112	2,2188	0,999	99,90%
45	1	166,00	5,112	2,2188	0,999	99,90%
46	1	214,00	5,366	3,0399	0,999	99,90%
47	1	18,40	2,912	0,5042	1,000	100,00%
48	1	22,20	3,100	0,2728	1,000	100,00%
49	1	20,20	3,006	0,3804	1,000	100,00%
50	1	44,00	3,784	0,0262	1,000	100,00%
51	1	166,00	5,112	2,2188	0,999	99,90%
52	1	166,00	5,112	2,2188	0,999	99,90%
53	1	166,00	5,112	2,2188	0,999	99,90%
54	1	138,40	4,930	1,7101	0,999	99,90%
55	1	22,20	3,100	0,2728	1,000	100,00%
56	1	20,20	3,006	0,3804	1,000	100,00%
57	1	140,00	4,942	1,7403	0,999	99,90%
58	1	166,20	5,113	2,2224	0,999	99,90%
59	1	166,20	5,113	2,2224	0,999	99,90%
60	1	166,20	5,113	2,2224	0,999	99,90%
61	1	17,60	2,868	0,5693	1,000	100,00%
62	1	22,40	3,109	0,2635	1,000	100,00%
63	1	20,40	3,016	0,3683	1,000	100,00%
64	1	92,20	4,524	0,8128	0,999	99,90%
65	1	166,40	5,114	2,2260	0,999	99,90%
66	1	166,40	5,114	2,2260	0,999	99,90%
67	1	238,40	5,474	3,4281	0,999	99,90%
68	1	17,40	2,856	0,5867	1,000	100,00%
69	1	22,20	3,100	0,2728	1,000	100,00%
70	1	20,20	3,006	0,3804	1,000	100,00%
71	1	20,40	3,016	0,3683	1,000	100,00%
72	1	166,20	5,113	2,2224	0,999	99,90%
73	1	166,20	5,113	2,2224	0,999	99,90%
74	1	166,20	5,113	2,2224	0,999	99,90%
75	1	137,60	4,924	1,6950	0,999	99,90%
76	1	22,20	3,100	0,2728	1,000	100,00%
77	1	20,40	3,016	0,3683	1,000	100,00%

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{X}) ²	R(t)	R(t)%
78	1	140,20	4,943	1,7441	0,999	99,90%
79	1	166,00	5,112	2,2188	0,999	99,90%
80	1	166,00	5,112	2,2188	0,999	99,90%
81	1	166,00	5,112	2,2188	0,999	99,90%
82	1	18,40	2,912	0,5042	1,000	100,00%
83	1	22,20	3,100	0,2728	1,000	100,00%
84	1	20,20	3,006	0,3804	1,000	100,00%

Modelo gráfico de Weibull para el purificador de semolina

$$F(i) = \frac{i-0.3}{n+0.4} \quad F(i) = \frac{1-0.3}{72+0.4}$$

$$F(i) = 0.0097 \quad F(\%) = 0.97\%$$

Tabla 266.- Tabla del cálculo de falla acumulativa del purificador de semolina.

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)
1	17,40	0,008	0,83%
2	17,60	0,020	2,01%
3	18,40	0,032	3,20%
4	18,40	0,044	4,38%
5	18,40	0,056	5,57%
6	20,20	0,068	6,75%
7	20,20	0,079	7,94%
8	20,20	0,091	9,12%
9	20,20	0,103	10,31%
10	20,20	0,115	11,49%
11	20,20	0,127	12,68%
12	20,20	0,139	13,86%
13	20,20	0,150	15,05%
14	20,20	0,162	16,23%
15	20,20	0,174	17,42%
16	20,40	0,186	18,60%
17	20,40	0,198	19,79%
18	20,40	0,210	20,97%
19	22,20	0,222	22,16%
20	22,20	0,233	23,34%
21	22,20	0,245	24,53%
22	22,20	0,257	25,71%
23	22,20	0,269	26,90%
24	22,20	0,281	28,08%
25	22,20	0,293	29,27%
26	22,20	0,305	30,45%

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)
27	22,20	0,316	31,64%
28	22,20	0,328	32,82%
29	22,20	0,340	34,00%
30	22,40	0,352	35,19%
31	24,00	0,364	36,37%
32	42,40	0,376	37,56%
33	42,40	0,387	38,74%
34	42,40	0,399	39,93%
35	44,00	0,411	41,11%
36	68,00	0,423	42,30%
37	68,00	0,435	43,48%
38	68,00	0,447	44,67%
39	92,20	0,459	45,85%
40	114,40	0,470	47,04%
41	116,00	0,482	48,22%
42	116,00	0,494	49,41%
43	137,60	0,506	50,59%
44	138,40	0,518	51,78%
45	140,00	0,530	52,96%
46	140,20	0,541	54,15%
47	142,00	0,553	55,33%
48	162,40	0,565	56,52%
49	164,00	0,577	57,70%
50	166,00	0,589	58,89%
51	166,00	0,601	60,07%
52	166,00	0,613	61,26%
53	166,00	0,624	62,44%
54	166,00	0,636	63,63%
55	166,00	0,648	64,81%
56	166,00	0,660	66,00%
57	166,00	0,672	67,18%
58	166,00	0,684	68,36%
59	166,00	0,695	69,55%
60	166,00	0,707	70,73%
61	166,00	0,719	71,92%
62	166,00	0,731	73,10%
63	166,00	0,743	74,29%
64	166,00	0,755	75,47%
65	166,00	0,767	76,66%
66	166,00	0,778	77,84%
67	166,00	0,790	79,03%
68	166,00	0,802	80,21%

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)
69	166,00	0,814	81,40%
70	166,00	0,826	82,58%
71	166,00	0,838	83,77%
72	166,20	0,850	84,95%
73	166,20	0,861	86,14%
74	166,20	0,873	87,32%
75	166,20	0,885	88,51%
76	166,20	0,897	89,69%
77	166,20	0,909	90,88%
78	166,40	0,921	92,06%
79	166,40	0,932	93,25%
80	166,40	0,944	94,43%
81	166,40	0,956	95,62%
82	166,40	0,968	96,80%
83	214,00	0,980	97,99%
84	238,40	0,992	99,17%

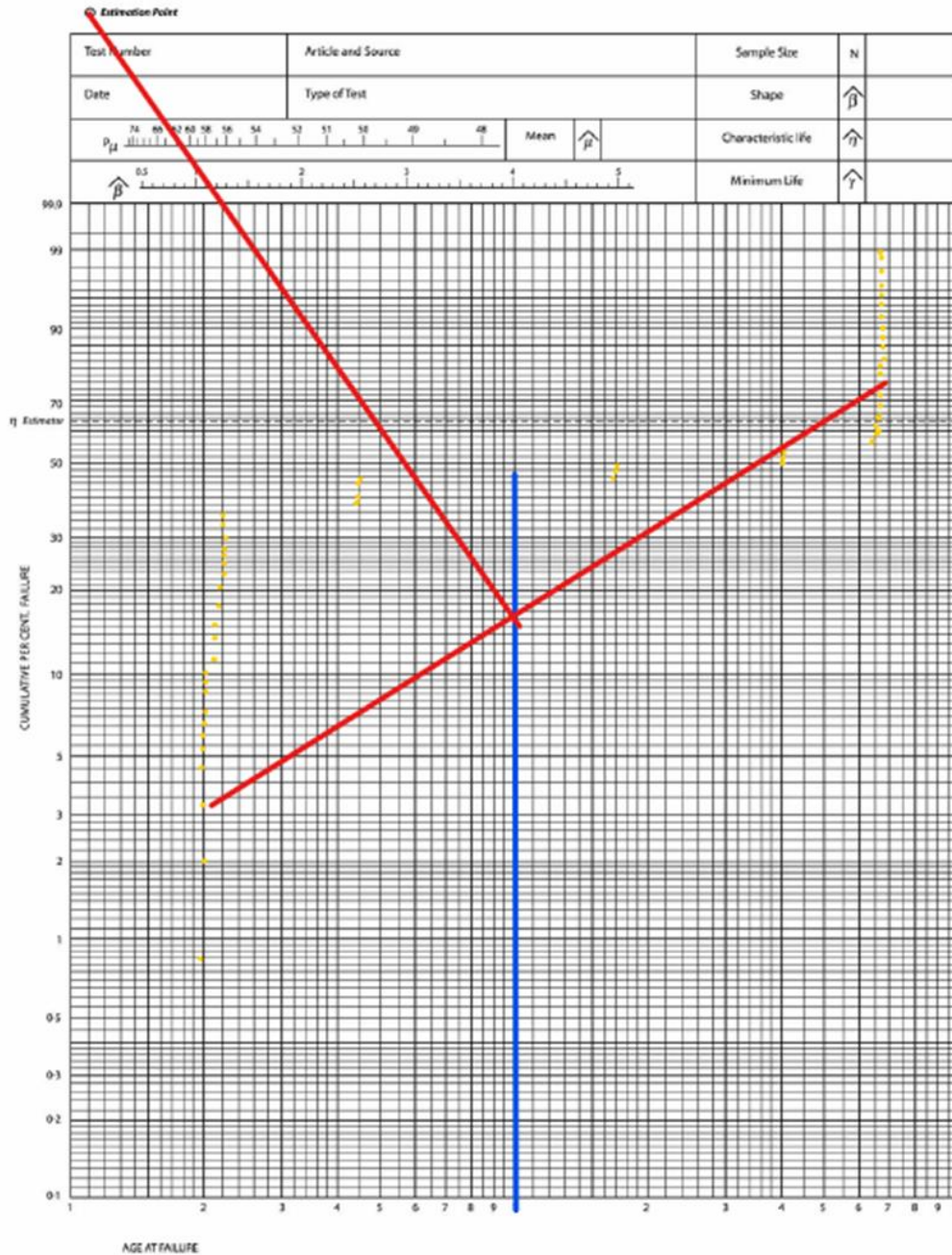


Figura 54.- Papel de Weibull del purificador de semolina.

En la figura 54 se observa la presencia de datos dispersos, los cuales ayudan a obtener la línea media entre los mismos y mediante la unión del punto de referencia con una línea perpendicular trazada, se obtiene que el valor del parámetro de forma es 100 y el parámetro calculado es 1,2.

Tabla 267.- Parámetros de fallas del purificador de semolina.

P_{μ}	61
β	1,2
η	100

Tabla 268.- Fiabilidad de Weibull del purificador de semolina.

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)	R(t)	R(t)%
1	17,40	0,008	0,83%	0,8617	86,17%
2	17,60	0,020	2,01%	0,8601	86,01%
3	18,40	0,032	3,20%	0,8537	85,37%
4	18,40	0,044	4,38%	0,8537	85,37%
5	18,40	0,056	5,57%	0,8537	85,37%
6	20,20	0,068	6,75%	0,8392	83,92%
7	20,20	0,079	7,94%	0,8392	83,92%
8	20,20	0,091	9,12%	0,8392	83,92%
9	20,20	0,103	10,31%	0,8392	83,92%
10	20,20	0,115	11,49%	0,8392	83,92%
11	20,20	0,127	12,68%	0,8392	83,92%
12	20,20	0,139	13,86%	0,8392	83,92%
13	20,20	0,150	15,05%	0,8392	83,92%
14	20,20	0,162	16,23%	0,8392	83,92%
15	20,20	0,174	17,42%	0,8392	83,92%
16	20,40	0,186	18,60%	0,8376	83,76%
17	20,40	0,198	19,79%	0,8376	83,76%
18	20,40	0,210	20,97%	0,8376	83,76%
19	22,20	0,222	22,16%	0,8232	82,32%
20	22,20	0,233	23,34%	0,8232	82,32%
21	22,20	0,245	24,53%	0,8232	82,32%
22	22,20	0,257	25,71%	0,8232	82,32%
23	22,20	0,269	26,90%	0,8232	82,32%
24	22,20	0,281	28,08%	0,8232	82,32%
25	22,20	0,293	29,27%	0,8232	82,32%
26	22,20	0,305	30,45%	0,8232	82,32%
27	22,20	0,316	31,64%	0,8232	82,32%
28	22,20	0,328	32,82%	0,8232	82,32%
29	22,20	0,340	34,00%	0,8232	82,32%
30	22,40	0,352	35,19%	0,8216	82,16%
31	24,00	0,364	36,37%	0,8090	80,90%
32	42,40	0,376	37,56%	0,6728	67,28%
33	42,40	0,387	38,74%	0,6728	67,28%
34	42,40	0,399	39,93%	0,6728	67,28%
35	44,00	0,411	41,11%	0,6618	66,18%
36	68,00	0,423	42,30%	0,5135	51,35%
37	68,00	0,435	43,48%	0,5135	51,35%
38	68,00	0,447	44,67%	0,5135	51,35%
39	92,20	0,459	45,85%	0,3939	39,39%
40	114,40	0,470	47,04%	0,3070	30,70%
41	116,00	0,482	48,22%	0,3014	30,14%

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)	R(t)	R(t)%
42	116,00	0,494	49,41%	0,3014	30,14%
43	137,60	0,506	50,59%	0,2353	23,53%
44	138,40	0,518	51,78%	0,2331	23,31%
45	140,00	0,530	52,96%	0,2288	22,88%
46	140,20	0,541	54,15%	0,2283	22,83%
47	142,00	0,553	55,33%	0,2236	22,36%
48	162,40	0,565	56,52%	0,1762	17,62%
49	164,00	0,577	57,70%	0,1729	17,29%
50	166,00	0,589	58,89%	0,1688	16,88%
51	166,00	0,601	60,07%	0,1688	16,88%
52	166,00	0,613	61,26%	0,1688	16,88%
53	166,00	0,624	62,44%	0,1688	16,88%
54	166,00	0,636	63,63%	0,1688	16,88%
55	166,00	0,648	64,81%	0,1688	16,88%
56	166,00	0,660	66,00%	0,1688	16,88%
57	166,00	0,672	67,18%	0,1688	16,88%
58	166,00	0,684	68,36%	0,1688	16,88%
59	166,00	0,695	69,55%	0,1688	16,88%
60	166,00	0,707	70,73%	0,1688	16,88%
61	166,00	0,719	71,92%	0,1688	16,88%
62	166,00	0,731	73,10%	0,1688	16,88%
63	166,00	0,743	74,29%	0,1688	16,88%
64	166,00	0,755	75,47%	0,1688	16,88%
65	166,00	0,767	76,66%	0,1688	16,88%
66	166,00	0,778	77,84%	0,1688	16,88%
67	166,00	0,790	79,03%	0,1688	16,88%
68	166,00	0,802	80,21%	0,1688	16,88%
69	166,00	0,814	81,40%	0,1688	16,88%
70	166,00	0,826	82,58%	0,1688	16,88%
71	166,00	0,838	83,77%	0,1688	16,88%
72	166,20	0,850	84,95%	0,1685	16,85%
73	166,20	0,861	86,14%	0,1685	16,85%
74	166,20	0,873	87,32%	0,1685	16,85%
75	166,20	0,885	88,51%	0,1685	16,85%
76	166,20	0,897	89,69%	0,1685	16,85%
77	166,20	0,909	90,88%	0,1685	16,85%
78	166,40	0,921	92,06%	0,1681	16,81%
79	166,40	0,932	93,25%	0,1681	16,81%
80	166,40	0,944	94,43%	0,1681	16,81%
81	166,40	0,956	95,62%	0,1681	16,81%
82	166,40	0,968	96,80%	0,1681	16,81%
83	214,00	0,980	97,99%	0,0952	9,52%
84	238,40	0,992	99,17%	0,0707	7,07%

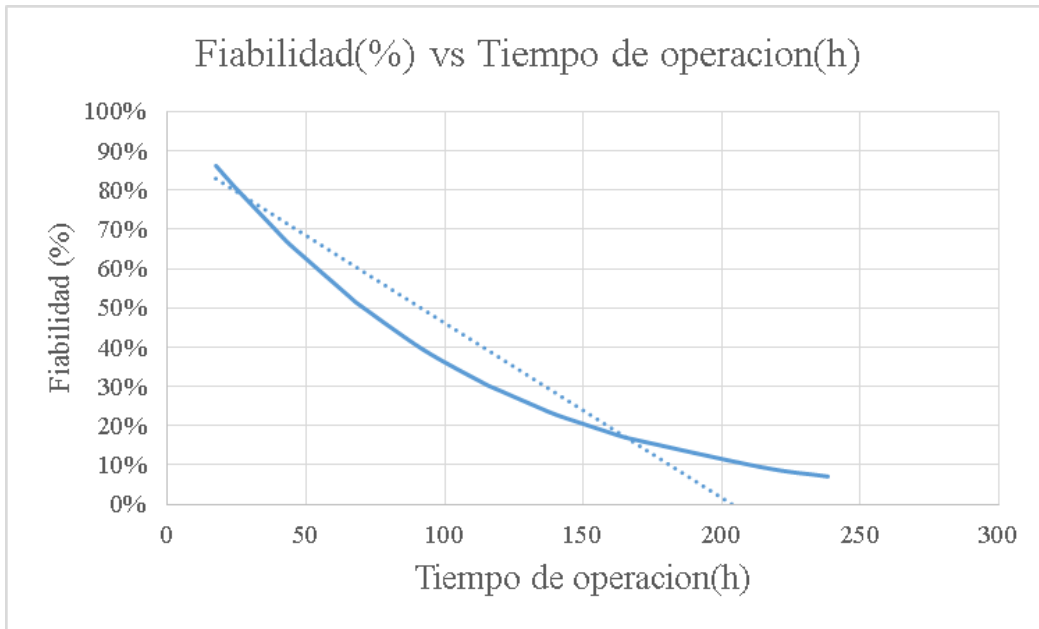


Figura 55.- Fiabilidad vs tiempo de operación del purificador de semolina.

En la figura 55 se observa una trayectoria logarítmica ya que los datos se encuentran correlacionados generando una línea con tendencia decreciente, también se aprecia que existe una alta fiabilidad del purificador de semolina con relación a los tiempos de operación y posterior a su puesta en marcha esta decrece en función de su uso y posibles fallas que presenta en el desarrollo de sus funciones.

Gamas de mantenimiento

Tabla 269.- Frecuencia de mantenimiento del purificador de semolina del mes de Enero.

Mes		ENERO																																		
Máquina	Purificador de semolina	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES				
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
Preventivo	Limpieza de la tolva del equipo		■							■							■								■							■				
	Limpieza del cableado eléctrico		■							■							■								■								■			
	Limpieza del interruptor de corriente		■							■							■								■								■			
	Limpieza del área del motor vibratorio		■							■							■								■								■			
	Limpieza zona del equipo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	Limpieza de separadores		■							■							■								■								■			
	Limpieza de la carcasa y puertas		■							■							■								■								■			
	Control de conexiones eléctricas																												■							
	Control de apriete de los pernos																												■							
	Control de apriete de las perillas																												■							
	Control de las gomas de impacto																												■							
	Control de la fijación de la tolva																													■						
	Control de estabilidad de la estructura																													■						
	Lubricación de bisagras de la puerta																													■						
	Lubricación de chumaceras																																			
	Hidratación de las gomas de impacto																												■							

Tabla 270.- Frecuencia de mantenimiento del purificador de semolina del mes de Febrero.

Mes		FEBRERO																														
Máquina	Purificador de semolina	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	DOMINGO		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		
Preventivo	Limpieza de la tolva del equipo																															
	Limpieza del cableado eléctrico																															
	Limpieza del interruptor de corriente																															
	Limpieza del área del motor vibratorio																															
	Limpieza zona del equipo																															
	Limpieza de separadores																															
	Limpieza de la carcasa y puertas																															
	Control de conexiones eléctricas																															
	Control de apriete de los pernos																															
	Control de apriete de las perillas																															
	Control de las gomas de impacto																															
	Control de la fijación de la tolva																															
	Control de estabilidad de la estructura																															
	Lubricación de bisagras de la puerta																															
	Lubricación de chumaceras																															
	Hidratación de las gomas de impacto																															

Tabla 271.- Frecuencia de mantenimiento del purificador de semolina del mes de Marzo.

Mes		MARZO																															
Máquina	Purificador de semolina	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Preventivo	Limpieza de la tolva del equipo																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor vibratorio																																
	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de separadores																																
	Limpieza de la carcasa y puertas																																
	Control de conexiones eléctricas																																
	Control de apriete de los pernos																																
	Control de apriete de las perillas																																
	Control de las gomas de impacto																																
	Control de la fijación de la tolva																																
	Control de estabilidad de la estructura																																
	Lubricación de bisagras de la puerta																																
	Lubricación de chumaceras																																
	Hidratación de las gomas de impacto																																

Tabla 272.- Frecuencia de mantenimiento del purificador de semolina del mes de Abril.

Mes		ABRIL																														
Máquina	Purificador de semolina	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Preventivo	Limpieza de la tolva del equipo			■							■							■							■							
	Limpieza del cableado eléctrico			■							■								■						■							
	Limpieza del interruptor de corriente			■							■								■						■							
	Limpieza del área del motor vibratorio			■							■								■						■							
	Limpieza zona del equipo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	Limpieza de separadores			■							■								■						■							
	Limpieza de la carcasa y puertas			■							■								■						■							
	Control de conexiones eléctricas																												■			
	Control de apriete de los pernos																												■			
	Control de apriete de las perillas																												■			
	Control de las gomas de impacto																												■			
	Control de la fijación de la tolva																													■		
	Control de estabilidad de la estructura																													■		
	Lubricación de bisagras de la puerta																													■		
	Lubricación de chumaceras																													■		
	Hidratación de las gomas de impacto																													■		

Tabla 273.- Frecuencia de mantenimiento del purificador de semolina del mes de Mayo.

Mes		MAYO																																	
Máquina	Purificador de semolina	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES			
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
Preventivo	Limpieza de la tolva del equipo																																		
	Limpieza del cableado eléctrico																																		
	Limpieza del interruptor de corriente																																		
	Limpieza del área del motor vibratorio																																		
	Limpieza zona del equipo																																		
	Limpieza de separadores																																		
	Limpieza de la carcasa y puertas																																		
	Control de conexiones eléctricas																																		
	Control de apriete de los pernos																																		
	Control de apriete de las perillas																																		
	Control de las gomas de impacto																																		
	Control de la fijación de la tolva																																		
	Control de estabilidad de la estructura																																		
	Lubricación de bisagras de la puerta																																		
	Lubricación de chumaceras																																		
	Hidratación de las gomas de impacto																																		

Tabla 274.- Frecuencia de mantenimiento del purificador de semolina del mes de Junio.

Mes		JUNIO																															
Máquina	Purificador de semolina	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Preventivo	Limpieza de la tolva del equipo																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor vibratorio																																
	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de separadores																																
	Limpieza de la carcasa y puertas																																
	Control de conexiones eléctricas																																
	Control de apriete de los pernos																																
	Control de apriete de las perillas																																
	Control de las gomas de impacto																																
	Control de la fijación de la tolva																																
	Control de estabilidad de la estructura																																
	Lubricación de bisagras de la puerta																																
	Lubricación de chumaceras																																
	Hidratación de las gomas de impacto																																

Tabla 275.- Frecuencia de mantenimiento del purificador de semolina del mes de Julio.

Mes		JULIO																															
Máquina	Purificador de semolina	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Preventivo	Limpieza de la tolva del equipo																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor vibratorio																																
	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de separadores																																
	Limpieza de la carcasa y puertas																																
	Control de conexiones eléctricas																																
	Control de apriete de los pernos																																
	Control de apriete de las perillas																																
	Control de las gomas de impacto																																
	Control de la fijación de la tolva																																
	Control de estabilidad de la estructura																																
	Lubricación de bisagras de la puerta																																
	Lubricación de chumaceras																																
	Hidratación de las gomas de impacto																																

Tabla 276.- Frecuencia de mantenimiento del purificador de semolina del mes de Agosto.

Mes		AGOSTO																																
Máquina	Purificador de semolina	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza de la tolva del equipo																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor vibratorio																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de separadores																																	
	Limpieza de la carcasa y puertas																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de apriete de los pernos																																	
	Control de apriete de las perillas																																	
	Control de las gomas de impacto																																	
	Control de la fijación de la tolva																																	
	Control de estabilidad de la estructura																																	
	Lubricación de bisagras de la puerta																																	
	Lubricación de chumaceras																																	
	Hidratación de las gomas de impacto																																	

Tabla 277.- Frecuencia de mantenimiento del purificador de semolina del mes de Septiembre.

Mes		SEPTIEMBRE																																	
Máquina	Purificador de semolina	V I E R N E S	S Á B A D O	D O M I N G O	L U N E S	M A R T E S	M I É R C O L E S	J U E V E S	V I E R N E S	S Á B A D O	D O M I N G O	L U N E S	M A R T E S	M I É R C O L E S	J U E V E S	V I E R N E S	S Á B A D O	D O M I N G O	L U N E S	M A R T E S	M I É R C O L E S	J U E V E S	V I E R N E S	S Á B A D O	D O M I N G O	L U N E S	M A R T E S	M I É R C O L E S	J U E V E S	V I E R N E S	S Á B A D O				
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30				
Preventivo	Limpieza de la tolva del equipo																																		
	Limpieza del cableado eléctrico																																		
	Limpieza del interruptor de corriente																																		
	Limpieza del área del motor vibratorio																																		
	Limpieza zona del equipo																																		
	Limpieza de separadores																																		
	Limpieza de la carcasa y puertas																																		
	Control de conexiones eléctricas																																		
	Control de apriete de los pernos																																		
	Control de apriete de las perillas																																		
	Control de las gomas de impacto																																		
	Control de la fijación de la tolva																																		
	Control de estabilidad de la estructura																																		
	Lubricación de bisagras de la puerta																																		
	Lubricación de chumaceras																																		
	Hidratación de las gomas de impacto																																		

Tabla 278.- Frecuencia de mantenimiento del purificador de semolina del mes de Octubre.

Mes		OCTUBRE																																
Máquina	Purificador de semolina	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza de la tolva del equipo																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor vibratorio																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de separadores																																	
	Limpieza de la carcasa y puertas																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de apriete de los pernos																																	
	Control de apriete de las perillas																																	
	Control de las gomas de impacto																																	
	Control de la fijación de la tolva																																	
	Control de estabilidad de la estructura																																	
	Lubricación de bisagras de la puerta																																	
	Lubricación de chumaceras																																	
	Hidratación de las gomas de impacto																																	

Tabla 279.- Frecuencia de mantenimiento del purificador de semolina del mes de Noviembre.

Mes		NOVIEMBRE																															
Máquina	Purificador de semolina	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Preventivo	Limpieza de la tolva del equipo																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor vibratorio																																
	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de separadores																																
	Limpieza de la carcasa y puertas																																
	Control de conexiones eléctricas																																
	Control de apriete de los pernos																																
	Control de apriete de las perillas																																
	Control de las gomas de impacto																																
	Control de la fijación de la tolva																																
	Control de estabilidad de la estructura																																
	Lubricación de bisagras de la puerta																																
	Lubricación de chumaceras																																
	Hidratación de las gomas de impacto																																

Tabla 280.- Frecuencia de mantenimiento del purificador de semolina del mes de Diciembre.

Mes		DICIEMBRE																																
Máquina	Purificador de semolina	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza de la tolva del equipo																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor vibratorio																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de separadores																																	
	Limpieza de la carcasa y puertas																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de apriete de los pernos																																	
	Control de apriete de las perillas																																	
	Control de las gomas de impacto																																	
	Control de la fijación de la tolva																																	
	Control de estabilidad de la estructura																																	
	Lubricación de bisagras de la puerta																																	
	Lubricación de chumaceras																																	
	Hidratación de las gomas de impacto																																	

3.1.5.11 Tamiz vibro vertical

Tabla 281.- Ficha técnica del tamiz vibro vertical.

					
MOLINOS MIRAFLORES S.A					
PLANTA SANTA ROSA					
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO					
ÁREA: MOLIENDA					
FICHA TÉCNICA		Nº: 11			
DATOS GENERALES					
NOMBRE DEL EQUIPO:		TAMIZ VIBRO VERTICAL			
CÓDIGO:	MAM-00211				
MARCA:	ALAPALA				
MODELO:	TOTAL 50				
COLOR:	BLANCO				
SERIAL:	201134				
AÑO DE FABRICACIÓN:	2020				
ORIGEN:	TURQUÍA				
FUNCIÓN DE EQUIPO:					
Dosificar y controlar la salida de la materia prima de los silos.					
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			DIMENSIONES		
VOLTAJE:	460	voltios	ANCHO:	1150	mm
FRECUENCIA:	60	Hertz	LARGO:	760	mm
AMPERAJE:	2,6	amperios	ALTO:	1775	mm
POTENCIA:	0,4	KW	MANTENIMIENTO		
RPM MOTOR:	600	rpm			
TEMPERATURA DE TRABAJO:	0° -40°	centígrados	CADA (X) HORAS DE	✓	
CAPACIDAD:	1,2	toneladas	SEMANAL:	✓	
LUBRICACIÓN:	grasa xm2, ep2		MENSUAL:	✓	
PESO:	479	kg	SEMESTRAL:	-	
VOLUMEN:	2,9	m³	ANUAL:	-	

Componentes

Tabla 282.- Componentes del tamiz vibro vertical.

Nº:	Componente	Función
1	Motor eléctrico	Transformar la energía eléctrica en mecánica
2	Cableado eléctrico	Permitir el flujo de la corriente eléctrica hacia el motor
3	Interruptor de corriente	Abrir o cerrar el circuito eléctrico
4	Carcasa	Integrar los elementos que conforman la maquina
5	Eje motriz	Desplazar los aditivos de la bandeja de mezcla al tonillo del transporte
6	Compuerta	Facilitar el acceso a la materia prima
7	Tornillo de paletas	Desplazar el producto
8	Rodamientos	Permitir el giro sin resistencia del eje dentro de la coraza del equipo
9	Cojinetes	Disminuir la fricción de elementos que se encuentran en contacto
10	Banda	Transferir el movimiento del motor aleje conductor
11	Polea	Guiar la polea para su correcto giro continuo
13	Protector de banda	Evitar que agentes externos interfieran con el funcionamiento de la banda

Componentes sustituibles

Tabla 283.- Componentes sustituibles del tamiz vibro vertical.

Componente sustituible	Características	Cantidad
Pernos de sujeción	Pernos 1/2 pulgada	40
Cable de alimentación eléctrica	Calibre 10	1
Interruptor eléctrico	Componente plástico	2
Banda trapecial	800 longitud x 15 alto x 18 ancho	2

Instrucciones de funcionamiento

- Verificar el estado de las conexiones eléctricas
- Verificar el estado de los pernos
- Verificar que no exista fuga de materia prima
- Autorizar el funcionamiento

Normas de seguridad

- Evitar liberar polvos de harina cerca del equipo

- Prohibir la movilización del personal cerca de la máquina cuando está en funcionamiento
- Manipular la máquina solo cuando esta se encuentre apagada
- Utilizar EPP siempre que la máquina se encuentre en funcionamiento

Instrucciones de mantenimiento

Las operaciones de limpieza, de mantenimiento y de lubricación se detallan a continuación mediante tablas.

Tabla 284.- Frecuencia de las acciones del tamiz vibro vertical.

Acciones de Limpieza	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Limpieza zona del equipo		x			
Limpieza de la carcasa y compuerta		x			
Limpieza de la protector de poleas			x		
Limpieza del cableado eléctrico			x		
Limpieza del interruptor de corriente			x		
Limpieza del área del motor eléctrico			x		
Limpieza de polea y banda			x		

Tabla 285.- Frecuencia de las acciones del tamiz vibro vertical.

Acciones de Mantenimiento	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Control de conexiones eléctricas			x		
Control de apriete de los pernos			x		
Control de estabilidad de la base del motor			x		
Control de tensión de la banda			x		
Control de estabilidad de polea			x		
Control de giro de tornillo de paletas			x		
Control de estabilidad de la estructura			x		

Tabla 286.- Frecuencia del tamiz vibro vertical.

Acciones de Lubricación	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Lubricación de cojinetes			x		
Lubricación de rodamientos			x		
Hidratación de la banda			x		

Tabla 287.- Estadístico de mantenimiento anual del tamiz vibro vertical.

Equipo	Tamiz Vibro vertical				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
ENERO	Inicio de actividades (Nuevo Año)						87,100	0,011	1,386	0,722	98,43%
	Limpieza zona del equipo	4/1/2021	24	1	0,8	1,8					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	11/1/2021	166,2	1	0,8	1,8					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	18/1/2021	166,2	1	0,8	1,8					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza de la protector de poleas	25/1/2021	166,2	2	1,75	3,75					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Limpieza de polea y banda	27/1/2021	44,25	0,7	0,7	1,4					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor										
	Control de tensión de la banda	28/1/2021	22,6	2	1,75	3,75					
	Control de estabilidad de polea										
	Control de giro de tornillo de paletas										
	Control de estabilidad de la estructura	29/1/2021	20,25	2	1,75	3,75					
Lubricación de cojinetes											
Lubricación de rodamientos											
Hidratación de la banda											

Equipo	Tamiz Vibro vertical				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
FEBRERO	Limpieza zona del equipo	1/2/2021	68,25	0,8	0,8	1,6	93,479	0,011	1,329	0,753	98,60%
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	8/2/2021	166,4	1	0,8	1,8					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	15/2/2021	166,2	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza de la protector de poleas	22/2/2021	166,4	2	1,75	3,75					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Limpieza de polea y banda	24/2/2021	44,25	0,7	0,7	1,4					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos	25/2/2021	22,6	2	1,75	3,75					
	Control de estabilidad de la base del motor										
	Control de tensión de la banda										
	Control de estabilidad de polea										
	Control de giro de tornillo de paletas	26/2/2021	20,25	2	1,75	3,75					
	Control de estabilidad de la estructura										
Lubricación de cojinetes											
Lubricación de rodamientos											
Hidratación de la banda											

Equipo	Tamiz Vibro vertical				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
MARZO	Limpieza zona del equipo	1/3/2021	68,25	1	0,8	1,8	110,621	0,009	1,329	0,753	98,81%
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	8/3/2021	166,2	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	15/3/2021	166,4	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza de la protector de poleas	22/3/2021	166,4	2	1,75	3,75					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Limpieza de polea y banda										
	Control de conexiones eléctricas	29/3/2021	164,25	0,7	0,7	1,4					
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor	30/3/2021	22,6	2	1,75	3,75					
	Control de tensión de la banda										
	Control de estabilidad de polea										
	Control de giro de tornillo de paletas										
	Control de estabilidad de la estructura	31/3/2021	20,25	2	1,75	3,75					
Lubricación de cojinetes											
Lubricación de rodamientos											
Hidratación de la banda											

Equipo	Tamiz Vibro vertical				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
ABRIL	Limpieza zona del equipo	5/4/2021	116,25	0,8	0,8	1,6	100,279	0,010	1,386	0,722	98,64%
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	12/4/2021	166,4	1,1	0,8	1,9					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	19/4/2021	166,1	1,1	0,8	1,9					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza de la protector de poleas	26/4/2021	166,1	2	1,75	3,75					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Limpieza de polea y banda										
	Control de conexiones eléctricas	28/4/2021	44,25	0,7	0,7	1,4					
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor	29/4/2021	22,6	2	1,75	3,75					
	Control de tensión de la banda										
	Control de estabilidad de polea										
	Control de giro de tornillo de paletas										
	Control de estabilidad de la estructura	30/4/2021	20,25	2	1,75	3,75					
Lubricación de cojinetes											
Lubricación de rodamientos											
Hidratación de la banda											

Equipo	Tamiz Vibro vertical				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
MAYO	Limpieza zona del equipo	3/5/2021	68,25	1,1	0,8	1,9	103,693	0,010	1,400	0,714	98,67%
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	10/5/2021	166,1	1,1	0,8	1,9					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	17/5/2021	166,1	1,1	0,8	1,9					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza de la protector de poleas	24/5/2021	166,1	2	1,75	3,75					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Limpieza de polea y banda	29/5/2021	116,25	1	0,7	1,7					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos	30/5/2021	22,3	1,5	1,75	3,25					
	Control de estabilidad de la base del motor										
	Control de tensión de la banda										
	Control de estabilidad de polea										
	Control de giro de tornillo de paletas										
	Control de estabilidad de la estructura	31/5/2021	20,75	2	1,75	3,75					
Lubricación de cojinetes											
Lubricación de rodamientos											
Hidratación de la banda											

Equipo	Tamiz Vibro vertical				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
JUNIO	Limpieza zona del equipo	7/6/2021	164,25	0,8	0,8	1,6	100,407	0,010	1,186	0,843	98,83%
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	14/6/2021	166,4	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	21/6/2021	166,4	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza de la protector de poleas	27/6/2021	142,4	1,5	1,75	3,25					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Limpieza de polea y banda	28/6/2021	20,75	0,9	0,7	1,6					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor	29/6/2021	22,4	2	1,75	3,75					
	Control de tensión de la banda										
	Control de estabilidad de polea										
	Control de giro de tornillo de paletas										
	Control de estabilidad de la estructura	30/6/2021	20,25	1,5	1,75	3,25					
Lubricación de cojinetes											
Lubricación de rodamientos											
Hidratación de la banda											

Equipo	Tamiz Vibro vertical				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
JULIO	Limpieza zona del equipo	5/7/2021	116,75	0,8	0,8	1,6	103,936	0,010	1,200	0,833	98,86%
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	12/7/2021	166,4	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	19/7/2021	166,4	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza de la protector de poleas	28/7/2021	214,4	1,5	1,75	3,25					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Limpieza de polea y banda										
	Control de conexiones eléctricas	29/7/2021	20,75	0,7	0,7	1,4					
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor	30/7/2021	22,6	2	1,75	3,75					
	Control de tensión de la banda										
	Control de estabilidad de polea										
	Control de giro de tornillo de paletas										
	Control de estabilidad de la estructura	31/7/2021	20,25	1,8	1,75	3,55					
Lubricación de cojinetes											
Lubricación de rodamientos											
Hidratación de la banda											

Equipo	Tamiz Vibro vertical				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
AGOSTO	Limpieza zona del equipo	2/8/2021	44,45	0,8	0,8	1,6	103,821	0,010	1,300	0,769	98,76%
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	9/8/2021	166,4	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	16/8/2021	166,4	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza de la protector de poleas	23/8/2021	166,4	1,8	1,75	3,55					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Limpieza de polea y banda	29/8/2021	140,45	0,9	0,7	1,6					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la base del motor	30/8/2021	22,4	2	1,75	3,75					
	Control de tensión de la banda										
	Control de estabilidad de polea										
	Control de giro de tornillo de paletas										
	Control de estabilidad de la estructura	31/8/2021	20,25	2	1,75	3,75					
Lubricación de cojinetes											
Lubricación de rodamientos											
Hidratación de la banda											

Equipo	Tamiz Vibro vertical				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
SEPTIEMBRE	Limpieza zona del equipo	6/9/2021	140,25	0,8	0,8	1,6	100,336	0,010	1,329	0,753	98,69%
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	13/9/2021	166,4	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	20/9/2021	166,4	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza de la protector de poleas	27/9/2021	166,4	2	1,75	3,75					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Limpieza de polea y banda	28/9/2021	20,25	0,9	0,7	1,6					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos	29/9/2021	22,4	2	1,75	3,75					
	Control de estabilidad de la base del motor										
	Control de tensión de la banda										
	Control de estabilidad de polea										
	Control de giro de tornillo de paletas	30/9/2021	20,25	2	1,75	3,75					
	Control de estabilidad de la estructura										
Lubricación de cojinetes											
Lubricación de rodamientos											
Hidratación de la banda											

Equipo	Tamiz Vibro vertical				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
OCTUBRE	Limpieza zona del equipo	4/10/2021	92,25	0,8	0,8	1,6	103,821	0,010	1,271	0,787	98,79%
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	11/10/2021	166,4	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	18/10/2021	166,4	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza de la protector de poleas	28/10/2021	238,4	1,8	1,75	3,55					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Limpieza de polea y banda	29/10/2021	20,45	0,9	0,7	1,6					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos	30/10/2021	22,4	1,8	1,75	3,55					
	Control de estabilidad de la base del motor										
	Control de tensión de la banda										
	Control de estabilidad de polea										
	Control de giro de tornillo de paletas	31/10/2021	20,45	2	1,75	3,75					
	Control de estabilidad de la estructura										
Lubricación de cojinetes											
Lubricación de rodamientos											
Hidratación de la banda											

Equipo	Tamiz Vibro vertical				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
NOVIEMBRE	Limpieza zona del equipo	1/11/2021	20,25	0,8	0,8	1,6	100,364	0,010	1,271	0,787	98,75%
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	8/11/2021	166,4	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	15/11/2021	166,4	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza de la protector de poleas	22/11/2021	166,4	1,8	1,75	3,55					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Limpieza de polea y banda	28/11/2021	140,45	0,9	0,7	1,6					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos	29/11/2021	22,4	2	1,75	3,75					
	Control de estabilidad de la base del motor										
	Control de tensión de la banda										
	Control de estabilidad de polea										
	Control de giro de tornillo de paletas	30/11/2021	20,25	1,8	1,75	3,55					
	Control de estabilidad de la estructura										
Lubricación de cojinetes											
Lubricación de rodamientos											
Hidratación de la banda											

Equipo	Tamiz Vibro vertical				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
DICIEMBRE	Limpieza zona del equipo	6/12/2021	140,45	0,8	0,8	1,6	100,421	0,010	1,243	0,805	98,78%
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	13/12/2021	166,4	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza zona del equipo	20/12/2021	166,4	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa y compuerta										
	Limpieza de la protector de poleas	27/12/2021	166,4	2	1,75	3,75					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Limpieza de polea y banda	28/12/2021	20,25	0,7	0,7	1,4					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos	29/12/2021	22,6	1,8	1,75	3,55					
	Control de estabilidad de la base del motor										
	Control de tensión de la banda										
	Control de estabilidad de polea										
	Control de giro de tornillo de paletas	30/12/2021	20,45	1,8	1,75	3,55					
	Control de estabilidad de la estructura										
Lubricación de cojinetes											
Lubricación de rodamientos											
Hidratación de la banda											
TOTALES			8457,95	109,40	100,20	209,60	8458	0,0001	109,40	0,009	98,72%
PROMEDIOS			100,690	1,302	1,193	2,495	100,690	11,483	1,302	0,774	98,72%

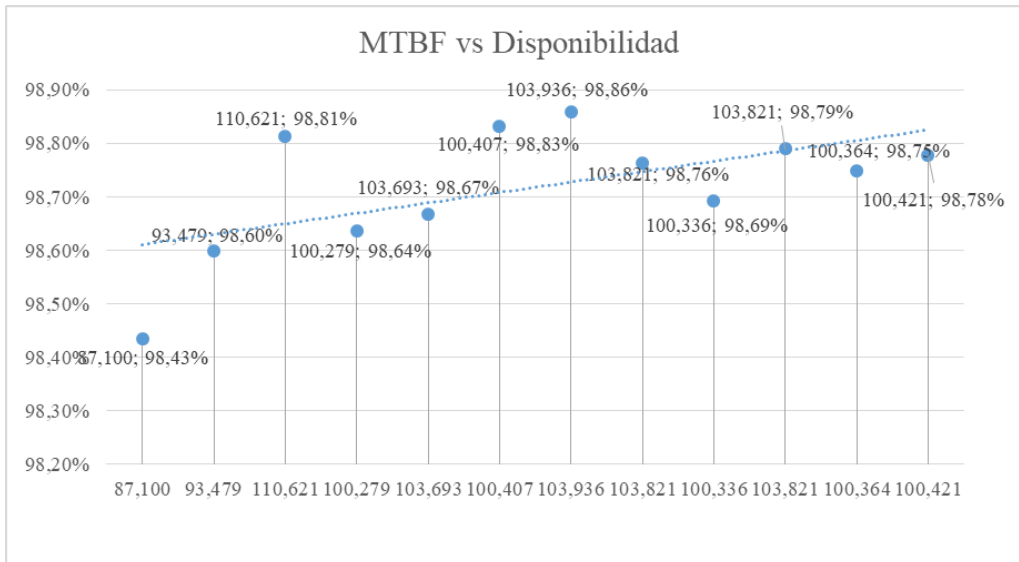


Figura 56.-Tiempo medio entre fallos vs Disponibilidad del tamiz vibro vertical.

En la figura 56 se logra apreciar que existe una disponibilidad máxima de un 98.86% acompañado de un MTBF de 103.36 horas, de igual manera se observa que la disponibilidad mínima es de 98.43% con un MTBF de 87.10 horas.

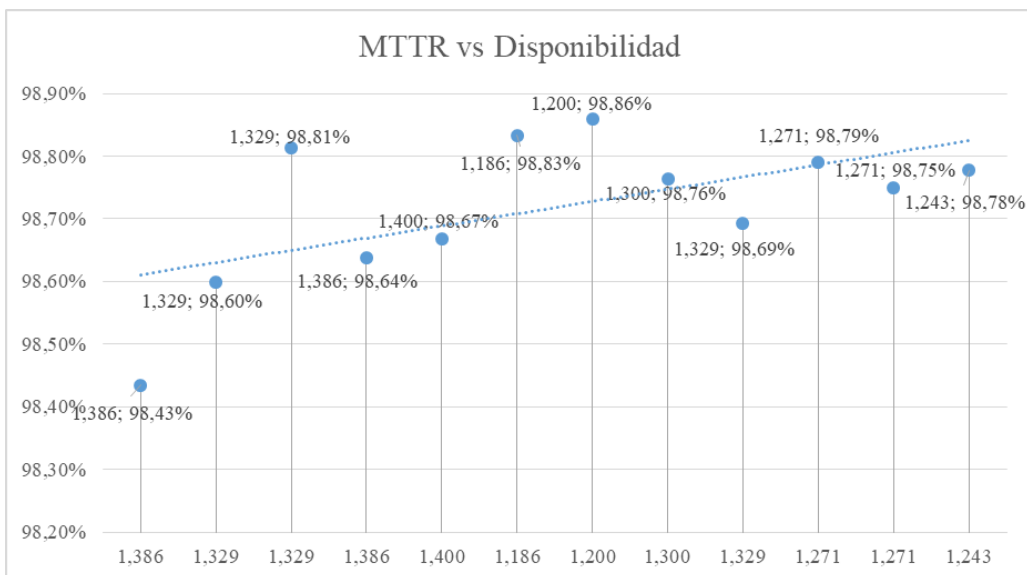


Figura 57.-Tiempo medio en reparación vs Disponibilidad del tamiz vibro vertical.

En la figura 57 se aprecia que el valor máximo de la disponibilidad es de 98.86% (MTTR=1.20 horas) y un mínimo de 98.43% (MTTR=1.386), seguido de un valor máximo de tiempo de reparación de 1.4 horas (D=98.67) y un mínimo de 1.200 horas (D=98.86%). Sin apreciar una correlación múltiple por la dispersión de los datos.

Tabla 288.- Matriz AMFE del tamiz vibro vertical.

MATRIZ AMFE											
Área:		Molienda		Marca:	ALAPALA			Fecha Rea:		Hoja N°	1
Nombre del equipo:		Tamiz vibro vertical		Modelo:	TKSF 40/100			Fecha Rev:		De	1
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallo	Causa raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	ID R	
1	Motor eléctrico	Transformar la energía eléctrica en mecánica	Paro de la maquina	Fundición de masa	Incorrecta manipulación	Parada del proceso inesperada	2	10	3	60	Evitar golpear el cuerpo y el eje
			Ausencia de ignición	Atascamiento	Impurezas acumuladas	Arranque detenido	3	9	2	54	Limpiar minuciosamente el
2	Cableado eléctrico	Permitir el flujo de la corriente eléctrica hacia el motor	No enciende el led de verificación	Obstrucción	Mal montaje	Falta de señal eléctrica	2	8	9	144	Limpiar minuciosamente evitando humedad
			Segmentación del cableado	Rotura	Cortocircuito	Intermitencia de la energía	2	8	9	144	Limpiar minuciosamente
3	Interruptor de corriente	Abrir o cerrar el circuito eléctrico	Oxidación	Desgaste	Corrosión	Deterioro de la estructura	3	9	3	81	Recubrir las zonas expuestas
			Desprendimiento de partes	Rotura	Cortocircuito	Corte del paso de corriente	4	9	2	72	Limpiar minuciosamente
4	Carcasa	Integrar los elementos que conforman la maquina	Irregularidades en la superficie	Deformación	Incorrecta manipulación	Variación de la forma inicial	3	6	4	72	Enderezamiento de las zonas afectadas
			Oxidación de la superficie	Desgaste	Corrosión	Deterioro de la estructura	3	9	3	81	Recubrir las zonas expuestas
5	Eje motriz	Desplazar los aditivos de la bandeja de mezcla al tonillo del transporte	Rotura de los soportes	Rotura	Incorrecta manipulación	Exposición de la banda	1	8	8	64	Ajuste adecuado al ensamblar
			Oxidación	Desgaste	Corrosión	Deterioro del protector	1	9	9	81	Recubrir las zonas expuestas

Área:		Molienda		Marca:	ALAPALA		Fecha Rea:				Hoja N°	1
Nombre del equipo:		Tamiz vibro vertical		Modelo:	TKSF 40/100		Fecha Rev:				De	1
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallo	Causa raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones	
							F	G	D	ID R		
6	Compuerta	Facilitar el acceso a la materia prima	Oxidación	Desgaste	Corrosión	Deterioro de la estructura	1	7	8	56	Recubrir las zonas expuestas	
			Rechinidos en movimiento	Desgaste	Fricción	Sonidos extraños	4	4	4	64	Mejorar la lubricación y limpieza	
7	Tornillo de paletas	Desplazar el producto	Se tambalea la máquina	Desalineación	Mal montaje	Giro de eje variante	1	5	7	35	Verificación del buen montaje	
			Rotura de paletas	Atascamiento	Impurezas en el eje	Ralentización en los giros	1	9	9	81	Limpiar minuciosamente el	
8	Rodamientos	Permitir el giro sin resistencia del eje dentro de la coraza del equipo	Rechinidos	Desgaste	Fricción	Sonidos extraños	3	4	7	84	Mejorar la lubricación	
			Vibración	Desgaste	Lubricación pobre	Ralentización en los giros	5	9	2	90	Mejorar la lubricación	
9	Cojinetes	Disminuir la fricción de elementos que se encuentran en contacto	Oxidación	Desgaste	Corrosión	Deterioro de la estructura	2	7	4	56	Recubrir las zonas expuestas	
			Rechinidos en movimiento	Desgaste	Fricción	Sonidos extraños	3	5	7	105	Mejorar la lubricación y limpieza	
10	Banda	Transferir el movimiento del motor aleje conductor	Desprendimiento de pedazos	Agrietamiento	Lubricación pobre	Banda pierde porciones	3	8	3	72	Mejorar la lubricación	
			Se secciona su unión	Rotura	Incorrecta manipulación	No hay transmisión de movimiento	2	9	2	36	Verificar la correcta tensión de la banda	
11	Polea	Guiar la polea para su correcto giro continuo	Incorrecto acople con a banda	Desalineación	Mal montaje	Giro de eje variante	3	7	3	63	Verificar el correcto giro previo al acople de la chaveta	
			Separación del eje motriz	Desprendimiento	Incorrecta manipulación	Para del proceso	2	9	3	54	Verificar el correcto apriete de la chaveta	
12	Protector de banda	Evitar que agentes externos interfieran con el funcionamiento de la	Rotura de los soportes	Rotura	Incorrecta manipulación	Exposición de la banda	3	8	3	72	Ajuste adecuado al ensamblar	
			Oxidación	Desgaste	Corrosión	Deterioro del protector	3	9	2	54	Recubrir las zonas expuestas	

Determinación de la fiabilidad del tamiz vibro vertical en función del modelo matemático de Weibull de dos parámetros.

Tabla 289.- Datos estadísticos del mantenimiento anual del tamiz vibro vertical.

Nº Actividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)
1	1	24,00	3,178
2	1	166,00	5,112
3	1	166,00	5,112
4	1	166,00	5,112
5	1	42,40	3,747
6	1	22,20	3,100
7	1	20,20	3,006
8	1	68,00	4,220
9	1	166,00	5,112
10	1	166,00	5,112
11	1	166,00	5,112
12	1	42,40	3,747
13	1	22,20	3,100
14	1	20,20	3,006
15	1	68,00	4,220
16	1	166,40	5,114
17	1	166,40	5,114
18	1	166,40	5,114
19	1	162,40	5,090
20	1	22,20	3,100
21	1	20,20	3,006
22	1	116,00	4,754
23	1	166,00	5,112
24	1	166,00	5,112
25	1	166,00	5,112
26	1	42,40	3,747
27	1	22,20	3,100
28	1	20,20	3,006
29	1	68,00	4,220
30	1	166,00	5,112
31	1	166,00	5,112
32	1	166,00	5,112
33	1	114,40	4,740
34	1	22,20	3,100
35	1	20,20	3,006
36	1	164,00	5,100
37	1	166,00	5,112
38	1	166,00	5,112

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)
39	1	142,00	4,956
40	1	18,40	2,912
41	1	22,20	3,100
42	1	20,20	3,006
43	1	116,00	4,754
44	1	166,00	5,112
45	1	166,00	5,112
46	1	214,00	5,366
47	1	18,40	2,912
48	1	22,20	3,100
49	1	20,20	3,006
50	1	44,00	3,784
51	1	166,00	5,112
52	1	166,00	5,112
53	1	166,00	5,112
54	1	138,40	4,930
55	1	22,20	3,100
56	1	20,20	3,006
57	1	140,00	4,942
58	1	166,20	5,113
59	1	166,20	5,113
60	1	166,20	5,113
61	1	17,60	2,868
62	1	22,40	3,109
63	1	20,40	3,016
64	1	92,20	4,524
65	1	166,40	5,114
66	1	166,40	5,114
67	1	238,40	5,474
68	1	17,40	2,856
69	1	22,20	3,100
70	1	20,20	3,006
71	1	20,40	3,016
72	1	166,20	5,113
73	1	166,20	5,113
74	1	166,20	5,113
75	1	137,60	4,924
76	1	22,20	3,100
77	1	20,40	3,016
78	1	140,20	4,943
79	1	166,00	5,112
80	1	166,00	5,112
81	1	166,00	5,112
82	1	18,40	2,912
83	1	22,20	3,100
84	1	20,20	3,006

Tenemos que para el tamiz vibro vertical $\bar{X}=3.6337$

Tabla 290.- Datos calculados del tamiz vibro vertical.

Nº Actividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{x}) ²
1	1	24.00	3.178	0.2076
2	1	166.20	5.113	2.1888
3	1	166.20	5.113	2.1888
4	1	166.20	5.113	2.1888
5	1	44.25	3.790	0.0244
6	1	22.60	3.118	0.2660
7	1	20.25	3.008	0.3913
8	1	68.25	4.223	0.3475
9	1	166.40	5.114	2.1924
10	1	166.20	5.113	2.1888
11	1	166.40	5.114	2.1924
12	1	44.25	3.790	0.0244
13	1	22.60	3.118	0.2660
14	1	20.25	3.008	0.3913
15	1	68.25	4.223	0.3475
16	1	166.20	5.113	2.1888
17	1	166.40	5.114	2.1924
18	1	166.40	5.114	2.1924
19	1	164.25	5.101	2.1540
20	1	22.60	3.118	0.2660
21	1	20.25	3.008	0.3913
22	1	116.25	4.756	1.2589
23	1	166.40	5.114	2.1924
24	1	166.10	5.113	2.1870
25	1	166.10	5.113	2.1870
26	1	44.25	3.790	0.0244
27	1	22.60	3.118	0.2660
28	1	20.25	3.008	0.3913
29	1	68.25	4.223	0.3475
30	1	166.10	5.113	2.1870
31	1	166.10	5.113	2.1870
32	1	166.10	5.113	2.1870
33	1	116.25	4.756	1.2589
34	1	22.30	3.105	0.2800
35	1	20.75	3.033	0.3614
36	1	164.25	5.101	2.1540
37	1	166.40	5.114	2.1924
38	1	166.40	5.114	2.1924
39	1	142.40	4.959	1.7554
40	1	20.75	3.033	0.3614
41	1	22.40	3.109	0.2753
42	1	20.25	3.008	0.3913
43	1	116.75	4.760	1.2686

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)	$(\text{Ln}(\text{TO})-\bar{X})^2$
44	1	166.40	5.114	2.1924
45	1	166.40	5.114	2.1924
46	1	214.40	5.368	3.0072
47	1	20.75	3.033	0.3614
48	1	22.60	3.118	0.2660
49	1	20.25	3.008	0.3913
50	1	44.45	3.794	0.0258
51	1	166.40	5.114	2.1924
52	1	166.40	5.114	2.1924
53	1	166.40	5.114	2.1924
54	1	140.45	4.945	1.7191
55	1	22.40	3.109	0.2753
56	1	20.25	3.008	0.3913
57	1	140.25	4.943	1.7153
58	1	166.40	5.114	2.1924
59	1	166.40	5.114	2.1924
60	1	166.40	5.114	2.1924
61	1	20.25	3.008	0.3913
62	1	22.40	3.109	0.2753
63	1	20.25	3.008	0.3913
64	1	92.25	4.525	0.7935
65	1	166.40	5.114	2.1924
66	1	166.40	5.114	2.1924
67	1	238.40	5.474	3.3864
68	1	20.45	3.018	0.3791
69	1	22.40	3.109	0.2753
70	1	20.45	3.018	0.3791
71	1	20.25	3.008	0.3913
72	1	166.40	5.114	2.1924
73	1	166.40	5.114	2.1924
74	1	166.40	5.114	2.1924
75	1	140.45	4.945	1.7191
76	1	22.40	3.109	0.2753
77	1	20.25	3.008	0.3913
78	1	140.45	4.945	1.7191
79	1	166.40	5.114	2.1924
80	1	166.40	5.114	2.1924
81	1	166.40	5.114	2.1924
82	1	20.25	3.008	0.3913
83	1	22.60	3.118	0.2660
84	1	20.45	3.018	0.3791

Tabla 291.-Parámetros iniciales del tamiz vibro vertical.

PARÁMETROS OBTENIDOS	
MEDIA \bar{x}	3.6337
VARIANZA S^2	101.1567
DESVIACIÓN S	10.058
BETA β	0.1275
ALPHA α	3498.1296
GAMA γ	0

Tabla 292.- Tabla del cálculo de fiabilidad e infiabilidad del tamiz vibro vertical.

Nº Actividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)-\bar{x})²	R(t)	R(t)%
1	1	24,00	3,178	0,2076	1,0000	100,00%
2	1	166,20	5,113	2,1888	0,9990	99,90%
3	1	166,20	5,113	2,1888	0,9990	99,90%
4	1	166,20	5,113	2,1888	0,9990	99,90%
5	1	44,25	3,790	0,0244	0,9990	99,90%
6	1	22,60	3,118	0,2660	1,0000	100,00%
7	1	20,25	3,008	0,3913	1,0000	100,00%
8	1	68,25	4,223	0,3475	0,9990	99,90%
9	1	166,40	5,114	2,1924	0,9990	99,90%
10	1	166,20	5,113	2,1888	0,9990	99,90%
11	1	166,40	5,114	2,1924	0,9990	99,90%
12	1	44,25	3,790	0,0244	0,9990	99,90%
13	1	22,60	3,118	0,2660	1,0000	100,00%
14	1	20,25	3,008	0,3913	1,0000	100,00%
15	1	68,25	4,223	0,3475	0,9990	99,90%
16	1	166,20	5,113	2,1888	0,9990	99,90%
17	1	166,40	5,114	2,1924	0,9990	99,90%
18	1	166,40	5,114	2,1924	0,9990	99,90%
19	1	164,25	5,101	2,1540	0,9990	99,90%
20	1	22,60	3,118	0,2660	1,0000	100,00%
21	1	20,25	3,008	0,3913	1,0000	100,00%
22	1	116,25	4,756	1,2589	0,9990	99,90%
23	1	166,40	5,114	2,1924	0,9990	99,90%
24	1	166,10	5,113	2,1870	0,9990	99,90%
25	1	166,10	5,113	2,1870	0,9990	99,90%
26	1	44,25	3,790	0,0244	0,9990	99,90%
27	1	22,60	3,118	0,2660	1,0000	100,00%
28	1	20,25	3,008	0,3913	1,0000	100,00%
29	1	68,25	4,223	0,3475	0,9990	99,90%
30	1	166,10	5,113	2,1870	0,9990	99,90%
31	1	166,10	5,113	2,1870	0,9990	99,90%
32	1	166,10	5,113	2,1870	0,9990	99,90%

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)	$(\text{Ln}(\text{TO})-\bar{x})^2$	R(t)	R(t)%
33	1	116,25	4,756	1,2589	0,9990	99,90%
34	1	22,30	3,105	0,2800	1,0000	100,00%
35	1	20,75	3,033	0,3614	1,0000	100,00%
36	1	164,25	5,101	2,1540	0,9990	99,90%
37	1	166,40	5,114	2,1924	0,9990	99,90%
38	1	166,40	5,114	2,1924	0,9990	99,90%
39	1	142,40	4,959	1,7554	0,9990	99,90%
40	1	20,75	3,033	0,3614	1,0000	100,00%
41	1	22,40	3,109	0,2753	1,0000	100,00%
42	1	20,25	3,008	0,3913	1,0000	100,00%
43	1	116,75	4,760	1,2686	0,9990	99,90%
44	1	166,40	5,114	2,1924	0,9990	99,90%
45	1	166,40	5,114	2,1924	0,9990	99,90%
46	1	214,40	5,368	3,0072	0,9990	99,90%
47	1	20,75	3,033	0,3614	1,0000	100,00%
48	1	22,60	3,118	0,2660	1,0000	100,00%
49	1	20,25	3,008	0,3913	1,0000	100,00%
50	1	44,45	3,794	0,0258	0,9990	99,90%
51	1	166,40	5,114	2,1924	0,9990	99,90%
52	1	166,40	5,114	2,1924	0,9990	99,90%
53	1	166,40	5,114	2,1924	0,9990	99,90%
54	1	140,45	4,945	1,7191	0,9990	99,90%
55	1	22,40	3,109	0,2753	1,0000	100,00%
56	1	20,25	3,008	0,3913	1,0000	100,00%
57	1	140,25	4,943	1,7153	0,9990	99,90%
58	1	166,40	5,114	2,1924	0,9990	99,90%
59	1	166,40	5,114	2,1924	0,9990	99,90%
60	1	166,40	5,114	2,1924	0,9990	99,90%
61	1	20,25	3,008	0,3913	1,0000	100,00%
62	1	22,40	3,109	0,2753	1,0000	100,00%
63	1	20,25	3,008	0,3913	1,0000	100,00%
64	1	92,25	4,525	0,7935	0,9990	99,90%
65	1	166,40	5,114	2,1924	0,9990	99,90%
66	1	166,40	5,114	2,1924	0,9990	99,90%
67	1	238,40	5,474	3,3864	0,9990	99,90%
68	1	20,45	3,018	0,3791	1,0000	100,00%
69	1	22,40	3,109	0,2753	1,0000	100,00%
70	1	20,45	3,018	0,3791	1,0000	100,00%
71	1	20,25	3,008	0,3913	1,0000	100,00%
72	1	166,40	5,114	2,1924	0,9990	99,90%
73	1	166,40	5,114	2,1924	0,9990	99,90%
74	1	166,40	5,114	2,1924	0,9990	99,90%
75	1	140,45	4,945	1,7191	0,9990	99,90%

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{x}) ²	R(t)	R(t)%
76	1	22,40	3,109	0,2753	1,0000	100,00%
77	1	20,25	3,008	0,3913	1,0000	100,00%
78	1	140,45	4,945	1,7191	0,9990	99,90%
79	1	166,40	5,114	2,1924	0,9990	99,90%
80	1	166,40	5,114	2,1924	0,9990	99,90%
81	1	166,40	5,114	2,1924	0,9990	99,90%
82	1	20,25	3,008	0,3913	1,0000	100,00%
83	1	22,60	3,118	0,2660	1,0000	100,00%
84	1	20,45	3,018	0,3791	1,0000	100,00%

Modelo gráfico de Weibull para el tamiz vibro vertical

$$F(i) = \frac{i-0.3}{n+0.4}$$

$$F(i) = \frac{1-0.3}{84+0.4}$$

$$F(i)=0.008 \quad F(\%)=0.83\%$$

Tabla 293.- Tabla del cálculo de falla acumulativa del tamiz vibro vertical.

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)
1	20,25	0,008	0,83%
2	20,25	0,020	2,01%
3	20,25	0,032	3,20%
4	20,25	0,044	4,38%
5	20,25	0,056	5,57%
6	20,25	0,068	6,75%
7	20,25	0,079	7,94%
8	20,25	0,091	9,12%
9	20,25	0,103	10,31%
10	20,25	0,115	11,49%
11	20,25	0,127	12,68%
12	20,25	0,139	13,86%
13	20,45	0,150	15,05%
14	20,45	0,162	16,23%
15	20,45	0,174	17,42%
16	20,75	0,186	18,60%
17	20,75	0,198	19,79%
18	20,75	0,210	20,97%
19	22,30	0,222	22,16%
20	22,40	0,233	23,34%

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)
21	22,40	0,245	24,53%
22	22,40	0,257	25,71%
23	22,40	0,269	26,90%
24	22,40	0,281	28,08%
25	22,60	0,293	29,27%
26	22,60	0,305	30,45%
27	22,60	0,316	31,64%
28	22,60	0,328	32,82%
29	22,60	0,340	34,00%
30	22,60	0,352	35,19%
31	24,00	0,364	36,37%
32	44,25	0,376	37,56%
33	44,25	0,387	38,74%
34	44,25	0,399	39,93%
35	44,45	0,411	41,11%
36	68,25	0,423	42,30%
37	68,25	0,435	43,48%
38	68,25	0,447	44,67%
39	92,25	0,459	45,85%
40	116,25	0,470	47,04%
41	116,25	0,482	48,22%
42	116,75	0,494	49,41%
43	140,25	0,506	50,59%
44	140,45	0,518	51,78%
45	140,45	0,530	52,96%
46	140,45	0,541	54,15%
47	142,40	0,553	55,33%
48	164,25	0,565	56,52%
49	164,25	0,577	57,70%
50	166,10	0,589	58,89%
51	166,10	0,601	60,07%
52	166,10	0,613	61,26%
53	166,10	0,624	62,44%
54	166,10	0,636	63,63%
55	166,20	0,648	64,81%
56	166,20	0,660	66,00%
57	166,20	0,672	67,18%
58	166,20	0,684	68,36%
59	166,20	0,695	69,55%
60	166,40	0,707	70,73%

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)
61	166,40	0,719	71,92%
62	166,40	0,731	73,10%
63	166,40	0,743	74,29%
64	166,40	0,755	75,47%
65	166,40	0,767	76,66%
66	166,40	0,778	77,84%
67	166,40	0,790	79,03%
68	166,40	0,802	80,21%
69	166,40	0,814	81,40%
70	166,40	0,826	82,58%
71	166,40	0,838	83,77%
72	166,40	0,850	84,95%
73	166,40	0,861	86,14%
74	166,40	0,873	87,32%
75	166,40	0,885	88,51%
76	166,40	0,897	89,69%
77	166,40	0,909	90,88%
78	166,40	0,921	92,06%
79	166,40	0,932	93,25%
80	166,40	0,944	94,43%
81	166,40	0,956	95,62%
82	166,40	0,968	96,80%
83	214,40	0,980	97,99%
84	238,40	0,992	99,17%

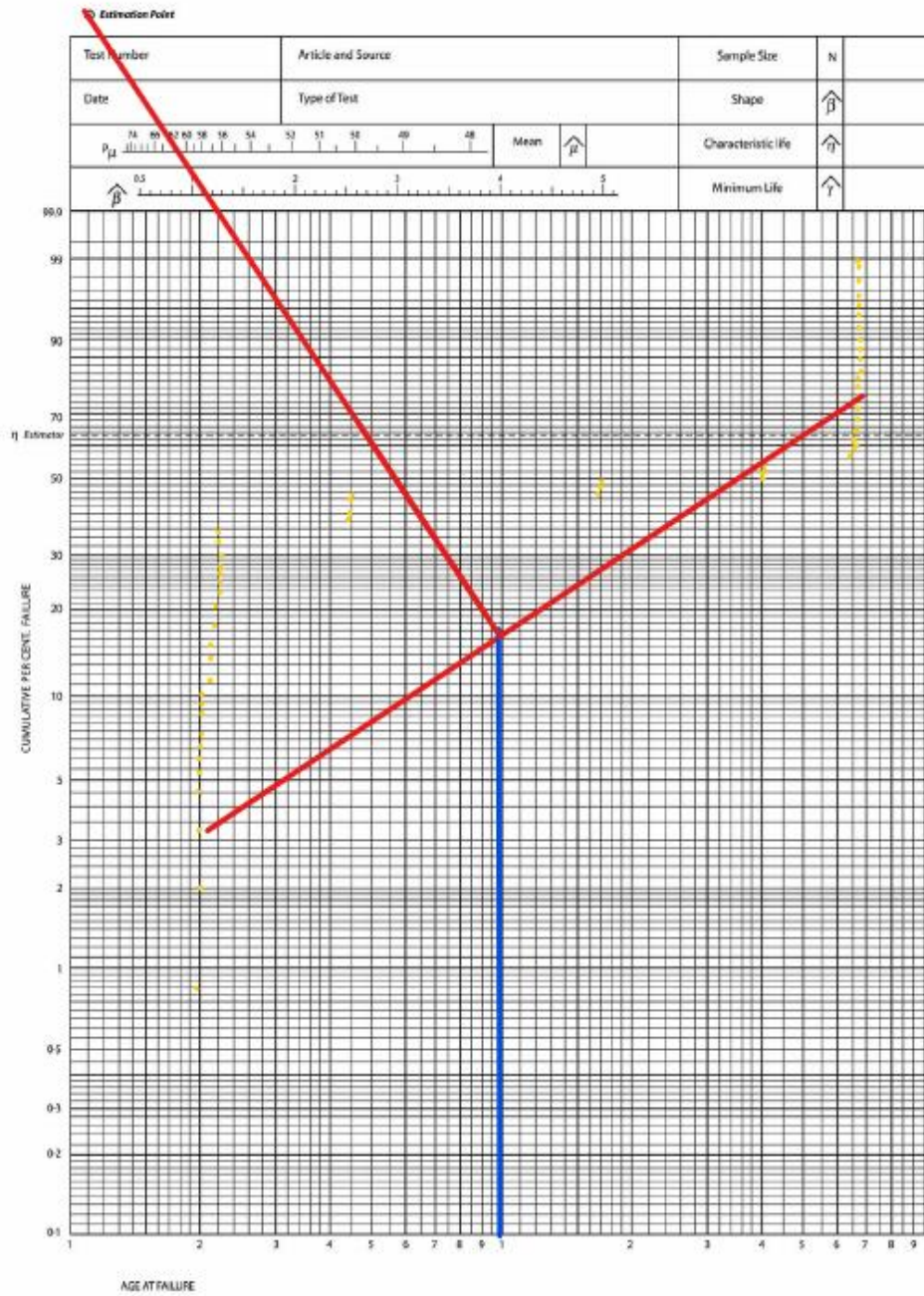


Figura 58.- Papel de Weibull del tamiz vibro vertical.

En la figura 58 se observa la presencia de datos dispersos, los cuales ayudan a obtener la línea media entre los mismos y mediante la unión del punto de referencia con una línea perpendicular trazada, se obtiene que el valor del parámetro de forma es 100 y el parámetro calculado es 1,1.

Tabla 294.- Parámetros de fallas del tamiz vibro vertical.

P_μ	61
β	1,1
η	100

Tabla 295.- Fiabilidad de Weibull del tamiz vibro vertical .

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)	R(t)	R(t)%
1	20,25	0,008	0,83%	0,8389	83,89%
2	20,25	0,020	2,01%	0,8389	83,89%
3	20,25	0,032	3,20%	0,8389	83,89%
4	20,25	0,044	4,38%	0,8389	83,89%
5	20,25	0,056	5,57%	0,8389	83,89%
6	20,25	0,068	6,75%	0,8389	83,89%
7	20,25	0,079	7,94%	0,8389	83,89%
8	20,25	0,091	9,12%	0,8389	83,89%
9	20,25	0,103	10,31%	0,8389	83,89%
10	20,25	0,115	11,49%	0,8389	83,89%
11	20,25	0,127	12,68%	0,8389	83,89%
12	20,25	0,139	13,86%	0,8389	83,89%
13	20,45	0,150	15,05%	0,8373	83,73%
14	20,45	0,162	16,23%	0,8373	83,73%
15	20,45	0,174	17,42%	0,8373	83,73%
16	20,75	0,186	18,60%	0,8349	83,49%
17	20,75	0,198	19,79%	0,8349	83,49%
18	20,75	0,210	20,97%	0,8349	83,49%
19	22,30	0,222	22,16%	0,8226	82,26%
20	22,40	0,233	23,34%	0,8218	82,18%
21	22,40	0,245	24,53%	0,8218	82,18%
22	22,40	0,257	25,71%	0,8218	82,18%
23	22,40	0,269	26,90%	0,8218	82,18%
24	22,40	0,281	28,08%	0,8218	82,18%
25	22,60	0,293	29,27%	0,8202	82,02%
26	22,60	0,305	30,45%	0,8202	82,02%
27	22,60	0,316	31,64%	0,8202	82,02%
28	22,60	0,328	32,82%	0,8202	82,02%
29	22,60	0,340	34,00%	0,8202	82,02%
30	22,60	0,352	35,19%	0,8202	82,02%
31	24,00	0,364	36,37%	0,8092	80,92%
32	44,25	0,376	37,56%	0,6604	66,04%
33	44,25	0,387	38,74%	0,6604	66,04%
34	44,25	0,399	39,93%	0,6604	66,04%
35	44,45	0,411	41,11%	0,6590	65,90%
36	68,25	0,423	42,30%	0,5125	51,25%
37	68,25	0,435	43,48%	0,5125	51,25%
38	68,25	0,447	44,67%	0,5125	51,25%
39	92,25	0,459	45,85%	0,3941	39,41%
40	116,25	0,470	47,04%	0,3010	30,10%
41	116,25	0,482	48,22%	0,3010	30,10%

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)	R(t)	R(t)%
42	116,75	0,494	49,41%	0,2993	29,93%
43	140,25	0,506	50,59%	0,2285	22,85%
44	140,45	0,518	51,78%	0,2280	22,80%
45	140,45	0,530	52,96%	0,2280	22,80%
46	140,45	0,541	54,15%	0,2280	22,80%
47	142,40	0,553	55,33%	0,2229	22,29%
48	164,25	0,565	56,52%	0,1727	17,27%
49	164,25	0,577	57,70%	0,1727	17,27%
50	166,10	0,589	58,89%	0,1690	16,90%
51	166,10	0,601	60,07%	0,1690	16,90%
52	166,10	0,613	61,26%	0,1690	16,90%
53	166,10	0,624	62,44%	0,1690	16,90%
54	166,10	0,636	63,63%	0,1690	16,90%
55	166,20	0,648	64,81%	0,1688	16,88%
56	166,20	0,660	66,00%	0,1688	16,88%
57	166,20	0,672	67,18%	0,1688	16,88%
58	166,20	0,684	68,36%	0,1688	16,88%
59	166,20	0,695	69,55%	0,1688	16,88%
60	166,40	0,707	70,73%	0,1684	16,84%
61	166,40	0,719	71,92%	0,1684	16,84%
62	166,40	0,731	73,10%	0,1684	16,84%
63	166,40	0,743	74,29%	0,1684	16,84%
64	166,40	0,755	75,47%	0,1684	16,84%
65	166,40	0,767	76,66%	0,1684	16,84%
66	166,40	0,778	77,84%	0,1684	16,84%
67	166,40	0,790	79,03%	0,1684	16,84%
68	166,40	0,802	80,21%	0,1684	16,84%
69	166,40	0,814	81,40%	0,1684	16,84%
70	166,40	0,826	82,58%	0,1684	16,84%
71	166,40	0,838	83,77%	0,1684	16,84%
72	166,40	0,850	84,95%	0,1684	16,84%
73	166,40	0,861	86,14%	0,1684	16,84%
74	166,40	0,873	87,32%	0,1684	16,84%
75	166,40	0,885	88,51%	0,1684	16,84%
76	166,40	0,897	89,69%	0,1684	16,84%
77	166,40	0,909	90,88%	0,1684	16,84%
78	166,40	0,921	92,06%	0,1684	16,84%
79	166,40	0,932	93,25%	0,1684	16,84%
80	166,40	0,944	94,43%	0,1684	16,84%
81	166,40	0,956	95,62%	0,1684	16,84%
82	166,40	0,968	96,80%	0,1684	16,84%
83	214,40	0,980	97,99%	0,0950	9,50%
84	238,40	0,992	99,17%	0,0710	7,10%

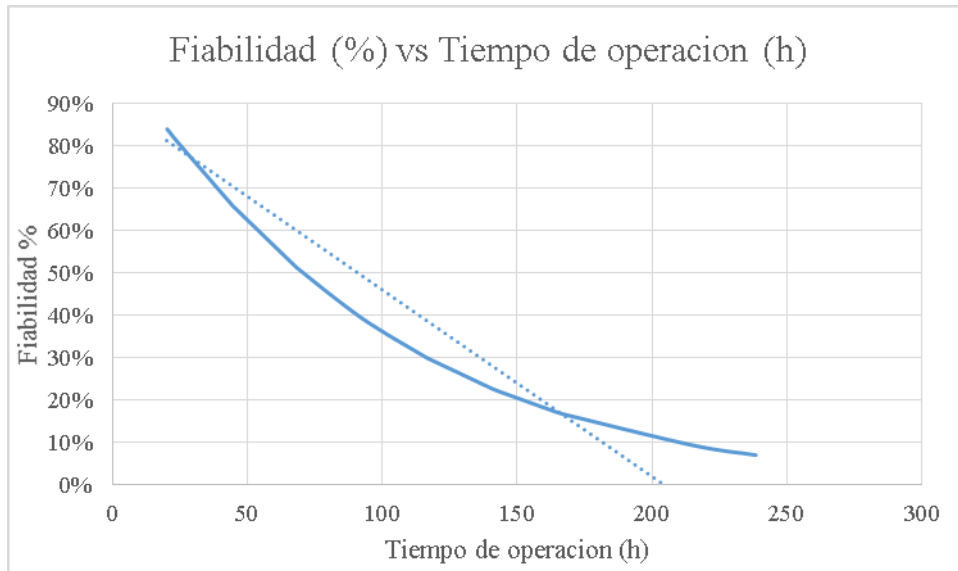


Figura 59.- Fiabilidad vs tiempo de operación del tamiz vibro vertical.

En la figura 59 se observa una trayectoria logarítmica ya que los datos se encuentran correlacionados generando una línea con tendencia decreciente, también se aprecia que existe una alta fiabilidad del tamiz vibro vertical con relación a los tiempos de operación y posterior a su puesta en marcha esta decrece en función de su uso y posibles fallas que presenta en el desarrollo de sus funciones.

Gamas de mantenimiento

Tabla 296.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz vibro vertical del mes de Enero.

Mes		ENERO																																
Máquina	Tamiz vibro vertical	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y compuerta		■							■							■														■			
	Limpieza zona del equipo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	Limpieza de la protector de poleas		■								■							■														■		
	Limpieza del cableado eléctrico		■								■							■														■		
	Limpieza del interruptor de corriente		■								■							■														■		
	Limpieza del área del motor eléctrico		■								■							■														■		
	Limpieza de polea y banda		■								■							■														■		
	Control de conexiones eléctricas																											■						
	Control de apriete de los pernos																											■						
	Control de estabilidad de la base del motor																											■						
	Control de tensión de la banda																											■						
	Control de estabilidad de polea																											■						
	Control de giro de tornillo de paletas																											■						
	Control de estabilidad de la estructura																											■						
	Lubricación de cojinetes																													■				
	Lubricación de rodamientos																													■				
	Hidratación de la banda																													■				

Tabla 297.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz vibro vertical del mes de Febrero.

Mes		FEBRERO																													
Máquina	Tamiz vibro vertical	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y compuerta																														
	Limpieza zona del equipo																														
	Limpieza de la protector de poleas																														
	Limpieza del cableado eléctrico																														
	Limpieza del interruptor de corriente																														
	Limpieza del área del motor eléctrico																														
	Limpieza de polea y banda																														
	Control de conexiones eléctricas																														
	Control de apriete de los pernos																														
	Control de estabilidad de la base del motor																														
	Control de tensión de la banda																														
	Control de estabilidad de polea																														
	Control de giro de tornillo de paletas																														
	Control de estabilidad de la estructura																														
	Lubricación de cojinetes																														
	Lubricación de rodamientos																														
	Hidratación de la banda																														

Tabla 298.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz vibro vertical del mes de Marzo.

Mes		MARZO																																	
Máquina	Tamiz vibro vertical	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES			
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
Preventivo	Limpieza de la carcasa y compuerta																																		
	Limpieza zona del equipo																																		
	Limpieza de la protector de poleas																																		
	Limpieza del cableado eléctrico																																		
	Limpieza del interruptor de corriente																																		
	Limpieza del área del motor eléctrico																																		
	Limpieza de polea y banda																																		
	Control de conexiones eléctricas																																		
	Control de apriete de los pernos																																		
	Control de estabilidad de la base del motor																																		
	Control de tensión de la banda																																		
	Control de estabilidad de polea																																		
	Control de giro de tornillo de paletas																																		
	Control de estabilidad de la estructura																																		
	Lubricación de cojinetes																																		
	Lubricación de rodamientos																																		
Hidratación de la banda																																			

Tabla 299.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz vibro vertical del mes de Abril.

Mes		ABRIL																														
Máquina	Tamiz vibro vertical	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Preventivo	Limpieza de la carcasa y compuerta																															
	Limpieza zona del equipo																															
	Limpieza de la protector de poleas																															
	Limpieza del cableado eléctrico																															
	Limpieza del interruptor de corriente																															
	Limpieza del área del motor eléctrico																															
	Limpieza de polea y banda																															
	Control de conexiones eléctricas																															
	Control de apriete de los pernos																															
	Control de estabilidad de la base del motor																															
	Control de tensión de la banda																															
	Control de estabilidad de polea																															
	Control de giro de tornillo de paletas																															
	Control de estabilidad de la estructura																															
	Lubricación de cojinetes																															
	Lubricación de rodamientos																															
	Hidratación de la banda																															

Tabla 300.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz vibro vertical del mes de Mayo.

Mes		MAYO																																
Máquina	Tamiz vibro vertical	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y compuerta	■							■							■								■										
	Limpieza zona del equipo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	Limpieza de la protector de poleas	■							■							■								■										
	Limpieza del cableado eléctrico	■							■							■								■										
	Limpieza del interruptor de corriente	■							■							■								■										
	Limpieza del área del motor eléctrico	■							■							■								■										
	Limpieza de polea y banda	■							■							■								■										
	Control de conexiones eléctricas																											■						
	Control de apriete de los pernos																											■						
	Control de estabilidad de la base del motor																											■						
	Control de tensión de la banda																											■						
	Control de estabilidad de polea																											■						
	Control de giro de tornillo de paletas																											■						
	Control de estabilidad de la estructura																											■						
	Lubricación de cojinetes																													■				
	Lubricación de rodamientos																													■				
Hidratación de la banda																													■					

Tabla 301.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz vibro vertical del mes de Junio.

Mes		JUNIO																															
Máquina	Tamiz vibro vertical	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y compuerta																																
	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de la protector de poleas																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Limpieza de polea y banda																																
	Control de conexiones eléctricas																																
	Control de apriete de los pernos																																
	Control de estabilidad de la base del motor																																
	Control de tensión de la banda																																
	Control de estabilidad de polea																																
	Control de giro de tornillo de paletas																																
	Control de estabilidad de la estructura																																
	Lubricación de cojinetes																																
	Lubricación de rodamientos																																
	Hidratación de la banda																																

Tabla 302.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz vibro vertical del mes de Julio.

Mes		JULIO																																	
Máquina	Tamiz vibro vertical	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES			
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
Preventivo	Limpieza de la carcasa y compuerta																																		
	Limpieza zona del equipo																																		
	Limpieza de la protector de poleas																																		
	Limpieza del cableado eléctrico																																		
	Limpieza del interruptor de corriente																																		
	Limpieza del área del motor eléctrico																																		
	Limpieza de polea y banda																																		
	Control de conexiones eléctricas																																		
	Control de apriete de los pernos																																		
	Control de estabilidad de la base del motor																																		
	Control de tensión de la banda																																		
	Control de estabilidad de polea																																		
	Control de giro de tornillo de paletas																																		
	Control de estabilidad de la estructura																																		
	Lubricación de cojinetes																																		
	Lubricación de rodamientos																																		
Hidratación de la banda																																			

Tabla 303.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz vibro vertical del mes de Agosto.

Mes		AGOSTO																																
Máquina	Tamiz vibro vertical	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y compuerta																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la protector de poleas																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor eléctrico																																	
	Limpieza de polea y banda																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de apriete de los pernos																																	
	Control de estabilidad de la base del motor																																	
	Control de tensión de la banda																																	
	Control de estabilidad de polea																																	
	Control de giro de tornillo de paletas																																	
	Control de estabilidad de la estructura																																	
	Lubricación de cojinetes																																	
Lubricación de rodamientos																																		
Hidratación de la banda																																		

Tabla 304.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz vibro vertical del mes de Septiembre.

Mes		SEPTIEMBRE																														
Máquina	Tamiz vibro vertical	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Preventivo	Limpieza de la carcasa y compuerta																															
	Limpieza zona del equipo																															
	Limpieza de la protector de poleas																															
	Limpieza del cableado eléctrico																															
	Limpieza del interruptor de corriente																															
	Limpieza del área del motor eléctrico																															
	Limpieza de polea y banda																															
	Control de conexiones eléctricas																															
	Control de apriete de los pernos																															
	Control de estabilidad de la base del motor																															
	Control de tensión de la banda																															
	Control de estabilidad de polea																															
	Control de giro de tornillo de paletas																															
	Control de estabilidad de la estructura																															
	Lubricación de cojinetes																															
	Lubricación de rodamientos																															
	Hidratación de la banda																															

Tabla 305.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz vibro vertical doble del mes de Octubre.

Mes		OCTUBRE																																
Máquina	Tamiz vibro vertical	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y compuerta																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la protector de poleas																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor eléctrico																																	
	Limpieza de polea y banda																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de apriete de los pernos																																	
	Control de estabilidad de la base del motor																																	
	Control de tensión de la banda																																	
	Control de estabilidad de polea																																	
	Control de giro de tornillo de paletas																																	
	Control de estabilidad de la estructura																																	
	Lubricación de cojinetes																																	
	Lubricación de rodamientos																																	
Hidratación de la banda																																		

Tabla 306.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz vibro vertical del mes de Noviembre.

Mes		NOVIEMBRE																														
Máquina	Tamiz vibro vertical	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Preventivo	Limpieza de la carcasa y compuerta																															
	Limpieza zona del equipo																															
	Limpieza de la protector de poleas																															
	Limpieza del cableado eléctrico																															
	Limpieza del interruptor de corriente																															
	Limpieza del área del motor eléctrico																															
	Limpieza de polea y banda																															
	Control de conexiones eléctricas																															
	Control de apriete de los pernos																															
	Control de estabilidad de la base del motor																															
	Control de tensión de la banda																															
	Control de estabilidad de polea																															
	Control de giro de tornillo de paletas																															
	Control de estabilidad de la estructura																															
	Lubricación de cojinetes																															
	Lubricación de rodamientos																															
	Hidratación de la banda																															

Tabla 307.- Frecuencia de mantenimiento del tamiz vibro vertical del mes de Diciembre.

Mes		DICIEMBRE																																
Máquina	Tamiz vibro vertical	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza de la carcasa y compuerta				■							■							■							■								
	Limpieza zona del equipo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
	Limpieza de la protector de poleas				■								■							■						■								
	Limpieza del cableado eléctrico				■								■							■						■								
	Limpieza del interruptor de corriente				■								■							■						■								
	Limpieza del área del motor eléctrico				■								■							■						■								
	Limpieza de polea y banda				■								■							■						■								
	Control de conexiones eléctricas																												■					
	Control de apriete de los pernos																													■				
	Control de estabilidad de la base del motor																													■				
	Control de tensión de la banda																													■				
	Control de estabilidad de polea																													■				
	Control de giro de tornillo de paletas																													■				
	Control de estabilidad de la estructura																													■				
	Lubricación de cojinetes																														■			
	Lubricación de rodamientos																														■			
Hidratación de la banda																														■				

3.1.5.12 Separador de impacto

Tabla 308.- Ficha técnica del separador de impacto.

					
MOLINOS MIRAFLORES S.A					
PLANTA SANTA ROSA					
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO					
				ÁREA: MOLIENDA	
FICHA TÉCNICA		N°: 12			
DATOS GENERALES					
NOMBRE DEL EQUIPO:			SEPARADOR DE IMPACTO		
CÓDIGO:	MAM-00212				
MARCA:	ALAPALA				
MODELO:	DIKA 45/7,5				
COLOR:	BLANCO				
SERIAL:	201136				
AÑO DE FABRICACIÓN:	2020				
ORIGEN:	TURQUÍA				
FUNCIÓN DE EQUIPO:					
Romper los grupos que se conformar posterior al proceso de la molienda					
CARACTERÍSTICAS TECNICAS			DIMENSIONES		
VOLTAJE:	460	voltios	ANCHO:	700	mm
FRECUENCIA:	60	Hertz	LARGO:	806	mm
AMPERAJE:	2,6	amperios	ALTO:	1620	mm
POTENCIA:	11	KW			
RPM MOTOR:	600	rpm	MANTENIMIENTO		
TEMPERATURA DE TRABAJO:	0° -40°	centígrados	CADA (X) HORAS DE	✓	
CAPACIDAD:	2,8	toneladas	SEMANAL:	✓	
PESO:	267	kg	MENSUAL:	✓	
VOLUMEN:	1,2	m ³	SEMESTRAL	-	
LUBRICACIÓN:	grasa xm2, ep2		ANUAL:	✓	

Componentes

Tabla 309.- Componentes del separador de impacto.

Nº:	Componente	Función
1	Motor eléctrico	Transformar la energía eléctrica en mecánica
2	Cableado eléctrico	Permitir el flujo de la corriente eléctrica hacia el motor
3	Interruptor de corriente	Abrir o cerrar el circuito eléctrico
4	Carcasa	Integrar los elementos que conforman la maquina
5	Eje motriz	Desplazar los aditivos de la bandeja de mezcla al tonillo del transporte
6	Rodamientos	Permitir el giro sin resistencia del eje dentro de la coraza del equipo

Componentes sustituibles

Tabla 310.- Componentes sustituibles del separador de impacto.

Componente sustituible	Características	Cantidad
Pernos de sujeción	Pernos 1/2 pulgada	28
Cable de alimentación eléctrica	Calibre 10	1
Interruptor eléctrico	Componente plástico	2

Instrucciones de funcionamiento

- Verificar el estado de las conexiones eléctricas
- Verificar el estado de los pernos
- Verificar que no exista fuga de materia prima
- Autorizar el funcionamiento

Normas de seguridad

- Evitar liberar polvos de harina cerca del equipo
- Prohibir la movilización del personal cerca de la máquina cuando está en funcionamiento
- Manipular la máquina solo cuando esta se encuentre apagada
- Utilizar EPP siempre que la máquina se encuentre en funcionamiento

Instrucciones de mantenimiento

Las operaciones de limpieza, de mantenimiento y de lubricación se detallan a continuación mediante tablas.

Tabla 311.- Frecuencia de las acciones del separador de impacto.

Acciones de Limpieza	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Limpieza de la carcasa		x			
Limpieza del cableado eléctrico			x		
Limpieza del interruptor de corriente			x		
Limpieza del área del motor eléctrico			x		

Tabla 312.- Frecuencia de las acciones del separador de impacto.

Acciones de Mantenimiento	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Control de conexiones eléctricas			x		
Control de apriete de los pernos			x		
Control de estabilidad de la estructura			x		

Tabla 313.- Frecuencia del separador de impacto.

Acciones de Lubricación	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Lubricación de cojinetes			x		

Tabla 314.- Estadístico de mantenimiento anual del separador de impacto.

Equipo	Separador de impacto				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
ENERO	Inicio de actividades (Nuevo Año)						98,600	0,010	0,867	1,154	99,13%
	Limpieza de la carcasa	4/1/2021	24,00	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa	11/1/2021	166,40	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa	18/1/2021	166,40	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa	25/1/2021	166,40	1	1	2					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente	27/1/2021	46,00	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos	28/1/2021	22,40	1	1	2					
	Control de estabilidad de la estructura										
Lubricación de cojinetes											
FEBRERO	Limpieza de la carcasa	1/2/2021	94,00	0,8	0,8	1,6	110,267	0,009	0,867	1,154	99,22%
	Limpieza de la carcasa	8/2/2021	166,40	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa	15/2/2021	166,40	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa	22/2/2021	166,40	1	1	2					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente	24/2/2021	46,00	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos	25/2/2021	22,40	1	1	2					
	Control de estabilidad de la estructura										
	Lubricación de cojinetes										

Equipo	Separador de impacto				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
MARZO	Limpieza de la carcasa	1/3/2021	94,00	0,8	0,8	1,6	130,267	0,008	0,867	1,154	99,34%
	Limpieza de la carcasa	8/3/2021	166,40	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa	15/3/2021	166,40	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa	22/3/2021	166,40	1	1	2					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico	29/3/2021	166,00	0,8	0,8	1,6					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos	30/3/2021	22,40	1	1	2					
	Control de estabilidad de la estructura										
Lubricación de cojinetes											
ABRIL	Limpieza de la carcasa	5/4/2021	142,00	0,8	0,8	1,6	118,267	0,008	0,867	1,154	99,27%
	Limpieza de la carcasa	12/4/2021	166,40	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa	19/4/2021	166,40	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa	26/4/2021	166,40	1	1	2					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico	28/4/2021	46,00	0,8	0,8	1,6					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos	29/4/2021	22,40	1	1	2					
	Control de estabilidad de la estructura										
Lubricación de cojinetes											

Equipo	Separador de impacto				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
MAYO	Limpieza de la carcasa	3/5/2021	94,00	0,8	0,8	1,6	126,267	0,008	0,867	1,154	99,32%
	Limpieza de la carcasa	10/5/2021	166,40	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa	17/5/2021	166,40	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa	29/5/2021	286,40	1	1	2					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente	30/5/2021	22,00	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos	31/5/2021	22,40	1	1	2					
	Control de estabilidad de la estructura										
Lubricación de cojinetes											
JUNIO	Limpieza de la carcasa	7/6/2021	166,00	0,8	0,8	1,6	118,267	0,008	0,867	1,154	99,27%
	Limpieza de la carcasa	14/6/2021	166,40	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa	21/6/2021	166,40	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa	28/6/2021	166,40	1	1	2					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente	29/6/2021	22,00	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos	30/6/2021	22,40	1	1	2					
	Control de estabilidad de la estructura										
Lubricación de cojinetes											

Equipo	Separador de impacto				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
JULIO	Limpieza de la carcasa	6/7/2021	142,00	0,8	0,8	1,6	122,267	0,008	0,867	1,154	99,30%
	Limpieza de la carcasa	12/7/2021	142,40	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa	19/7/2021	166,40	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa	29/7/2021	238,40	1	1	2					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico	30/7/2021	22,00	0,8	0,8	1,6					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos	31/7/2021	22,40	1	1	2					
	Control de estabilidad de la estructura										
Lubricación de cojinetes											
AGOSTO	Limpieza de la carcasa	2/8/2021	46,00	0,8	0,8	1,6	122,267	0,008	0,867	1,154	99,30%
	Limpieza de la carcasa	9/8/2021	166,40	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa	16/8/2021	166,40	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa	23/8/2021	166,40	1	1	2					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico	30/8/2021	166,00	0,8	0,8	1,6					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos	31/8/2021	22,40	1	1	2					
	Control de estabilidad de la estructura										
Lubricación de cojinetes											

Equipo	Separador de impacto				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
SEPTIEMBRE	Limpieza de la carcasa	6/9/2021	142,00	0,8	0,8	1,6	118,267	0,008	0,867	1,154	99,27%
	Limpieza de la carcasa	13/9/2021	166,40	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa	20/9/2021	166,40	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa	27/9/2021	166,40	1	1	2					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico	29/9/2021	46,00	0,8	0,8	1,6					
	Control de conexiones eléctricas	30/9/2021	22,40	1	1	2					
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la estructura										
Lubricación de cojinetes											
OCTUBRE	Limpieza de la carcasa	4/10/2021	94,00	0,8	0,8	1,6	122,267	0,008	0,867	1,154	99,30%
	Limpieza de la carcasa	11/10/2021	166,40	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa	18/10/2021	166,40	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa	25/10/2021	166,40	1	1	2					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente	30/10/2021	118,00	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos	31/10/2021	22,40	1	1	2					
	Control de estabilidad de la estructura										
Lubricación de cojinetes											

Equipo	Separador de impacto				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
NOVIEMBRE	Limpieza de la carcasa	1/11/2021	22,00	0,8	0,8	1,6	118,267	0,008	0,867	1,154	99,27%
	Limpieza de la carcasa	8/11/2021	166,40	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa	15/11/2021	166,40	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa	22/11/2021	166,40	1	1	2					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente	29/11/2021	166,00	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Control de conexiones eléctricas	30/11/2021	22,40	1	1	2					
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la estructura										
Lubricación de cojinetes											
DICIEMBRE	Limpieza de la carcasa	6/12/2021	142,00	0,8	0,8	1,6	114,267	0,009	0,867	1,154	99,25%
	Limpieza de la carcasa	13/12/2021	166,40	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa	20/12/2021	166,40	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa	27/12/2021	166,40	1	1	2					
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente	28/12/2021	22,00	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Control de conexiones eléctricas	29/12/2021	22,40	1	1	2					
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la estructura										
Lubricación de cojinetes											
TOTALES			8517,2	62,4	62,4	124,8	8517,200	0	62,400	0,016	99,27%
PROMEDIOS			118,294	0,867	0,867	1,733	120,085	7,506	0,867	1,154	99,28%

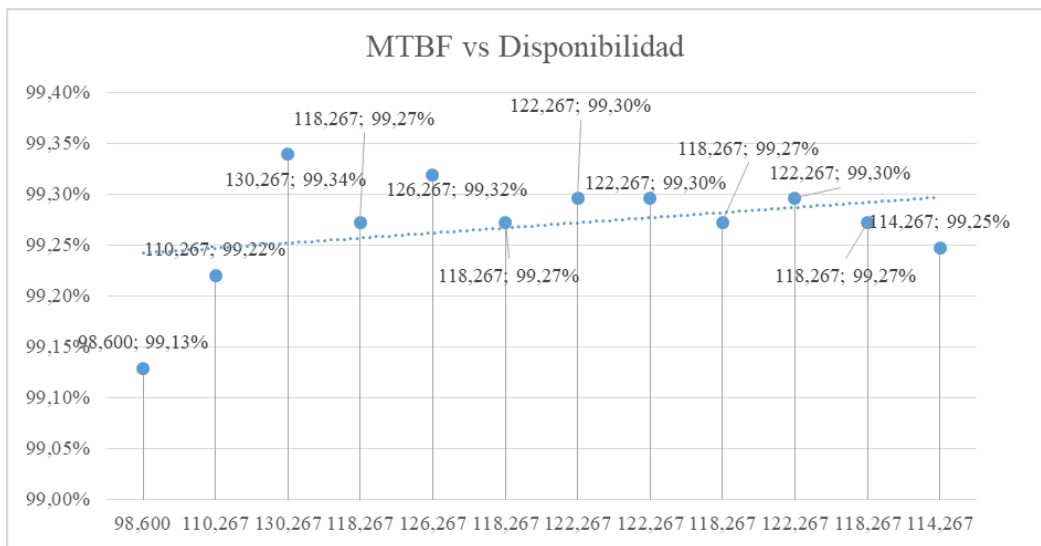


Figura 60.-Tiempo medio entre fallos vs Disponibilidad del separador de impacto.

En la figura 60 se logra apreciar que existe una disponibilidad máxima de un 99.34% acompañado de un MTBF de 126.26 horas, de igual manera se observa que la disponibilidad mínima es de 99.13% con un MTBF de 98.6 horas, son poder apreciar una continuidad lineal entre puntos por sus variaciones.

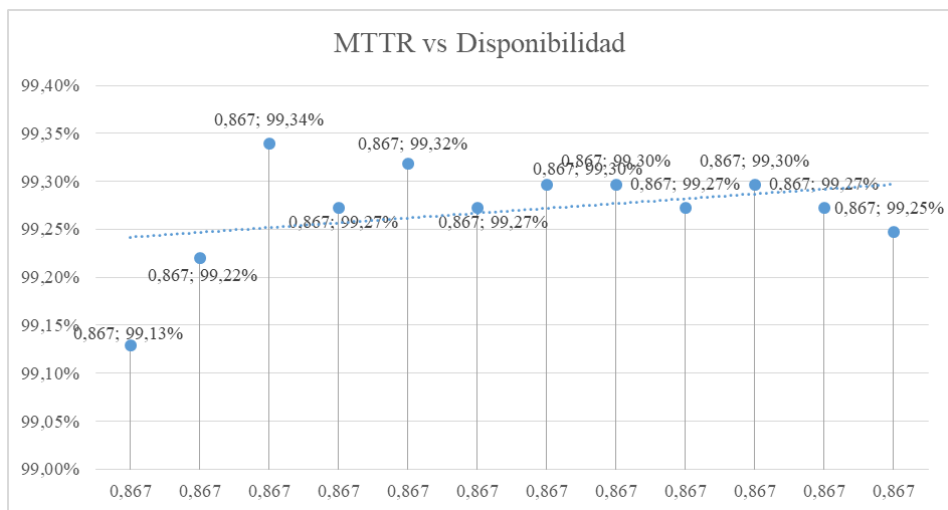


Figura 61.-Tiempo medio en reparación vs Disponibilidad del separador de impacto.

En la figura 61 se aprecia que el valor máximo de la disponibilidad es de 99.34%(MTTR=086 horas) y un mínimo de 99.13%(MTTR=0.86), Descartando la correlación múltiple ya que los datos analizados son dispersos.

Tabla 315.- Matriz AMFE del separador de impacto.

MATRIZ AMFE											
Área:		Molienda		Marca:	ALAPALA			Fecha Rea:		Hoja N°	1
Nombre del equipo:		Separador de impacto		Modelo:	DIKA 45/7,5			Fecha Rev:		De	1
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallo	Causa raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IDR	
1	Motor eléctrico	Transformar la energía eléctrica en mecánica	Paro de la maquina	Fundición de masa	Incorrecta manipulación	Parada del proceso inesperada	2	10	3	60	Evitar golpear el cuerpo y el eje
			Ausencia de ignición	Atascamiento	Impurezas acumuladas	Arranque detenido	3	9	2	54	Limpiar minuciosamente el equipo
2	Cableado eléctrico	Permitir el flujo de la corriente eléctrica hacia el motor	No enciende el led de verificación	Obstrucción	Mal montaje	Falta de señal eléctrica	2	8	9	144	Limpiar minuciosamente evitando humedad
			Segmentación del cableado	Rotura	Cortocircuito	Intermitencia de la energía	2	8	9	144	Limpiar minuciosamente evitando humedad
3	Interruptor de corriente	Abrir o cerrar el circuito eléctrico	Oxidación	Desgaste	Corrosión	Deterioro de la estructura	3	9	3	81	Recubrir las zonas expuestas
			Desprendimiento de partes	Rotura	Cortocircuito	Corte del paso de corriente	4	9	2	72	Limpiar minuciosamente evitando humedad
4	Carcasa	Integrar los elementos que conforman la maquina	Irregularidades en la superficie	Deformación	Incorrecta manipulación	Variación de la forma inicial	3	6	4	72	Enderezamiento de las zonas afectadas
			Oxidación de la superficie	Desgaste	Corrosión	Deterioro de la estructura	3	9	3	81	Recubrir las zonas expuestas
5	Eje motriz	Desplazar los aditivos de la bandeja de mezcla al tonillo del transporte	Rotura de los soportes	Rotura	Incorrecta manipulación	Exposición de la banda	1	8	8	64	Ajuste adecuado al ensamblar
			Oxidación	Desgaste	Corrosión	Deterioro del protector	1	9	9	81	Recubrir las zonas expuestas
6	Rodamientos	Permitir el giro sin resistencia del eje dentro de la coraza del equipo	Rechinidos	Desgaste	Fricción	Sonidos extraños	3	4	7	84	Mejorar la lubricación
			Vibración	Desgaste	Lubricación pobre	Ralentización en los giros	5	9	2	90	Mejorar la lubricación

Determinación de la fiabilidad del separador de impacto en función del modelo matemático de Weibull de dos parámetros.

Tabla 316.- Datos estadísticos del mantenimiento anual del separador de impacto.

Nº Actividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)
1	1	24,00	3,178
2	1	166,40	5,114
3	1	166,40	5,114
4	1	166,40	5,114
5	1	46,00	3,829
6	1	22,40	3,109
7	1	94,00	4,543
8	1	166,40	5,114
9	1	166,40	5,114
10	1	166,40	5,114
11	1	46,00	3,829
12	1	22,40	3,109
13	1	94,00	4,543
14	1	166,40	5,114
15	1	166,40	5,114
16	1	166,40	5,114
17	1	166,00	5,112
18	1	22,40	3,109
19	1	142,00	4,956
20	1	166,40	5,114
21	1	166,40	5,114
22	1	166,40	5,114
23	1	46,00	3,829
24	1	22,40	3,109
25	1	94,00	4,543
26	1	166,40	5,114
27	1	166,40	5,114
28	1	286,40	5,657
29	1	22,00	3,091
30	1	22,40	3,109
31	1	166,00	5,112
32	1	166,40	5,114
33	1	166,40	5,114
34	1	166,40	5,114
35	1	22,00	3,091
36	1	22,40	3,109
37	1	142,00	4,956
38	1	142,40	4,959

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)
39	1	166,40	5,114
40	1	238,40	5,474
41	1	22,00	3,091
42	1	22,40	3,109
43	1	46,00	3,829
44	1	166,40	5,114
45	1	166,40	5,114
46	1	166,40	5,114
47	1	166,00	5,112
48	1	22,40	3,109
49	1	142,00	4,956
50	1	166,40	5,114
51	1	166,40	5,114
52	1	166,40	5,114
53	1	46,00	3,829
54	1	22,40	3,109
55	1	94,00	4,543
56	1	166,40	5,114
57	1	166,40	5,114
58	1	166,40	5,114
59	1	118,00	4,771
60	1	22,40	3,109
61	1	22,00	3,091
62	1	166,40	5,114
63	1	166,40	5,114
64	1	166,40	5,114
65	1	166,00	5,112
66	1	22,40	3,109
67	1	142,00	4,956
68	1	166,40	5,114
69	1	166,40	5,114
70	1	166,40	5,114
71	1	22,00	3,091
72	1	22,40	3,109

Tenemos que para el separador de impacto $\bar{x}=4.4884$

Tabla 317.- Datos calculados del separador de impacto.

Nº Actividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{X}) ²
1	1	24.00	3.178	1.7170
2	1	166.40	5.114	0.3919
3	1	166.40	5.114	0.3919
4	1	166.40	5.114	0.3919
5	1	46.00	3.829	0.4353
6	1	22.40	3.109	1.9026
7	1	94.00	4.543	0.0030
8	1	166.40	5.114	0.3919
9	1	166.40	5.114	0.3919
10	1	166.40	5.114	0.3919
11	1	46.00	3.829	0.4353
12	1	22.40	3.109	1.9026
13	1	94.00	4.543	0.0030
14	1	166.40	5.114	0.3919
15	1	166.40	5.114	0.3919
16	1	166.40	5.114	0.3919
17	1	166.00	5.112	0.3889
18	1	22.40	3.109	1.9026
19	1	142.00	4.956	0.2185
20	1	166.40	5.114	0.3919
21	1	166.40	5.114	0.3919
22	1	166.40	5.114	0.3919
23	1	46.00	3.829	0.4353
24	1	22.40	3.109	1.9026
25	1	94.00	4.543	0.0030
26	1	166.40	5.114	0.3919
27	1	166.40	5.114	0.3919
28	1	286.40	5.657	1.3665
29	1	22.00	3.091	1.9526
30	1	22.40	3.109	1.9026
31	1	166.00	5.112	0.3889
32	1	166.40	5.114	0.3919
33	1	166.40	5.114	0.3919
34	1	166.40	5.114	0.3919
35	1	22.00	3.091	1.9526
36	1	22.40	3.109	1.9026
37	1	142.00	4.956	0.2185
38	1	142.40	4.959	0.2211
39	1	166.40	5.114	0.3919
40	1	238.40	5.474	0.9713
41	1	22.00	3.091	1.9526
42	1	22.40	3.109	1.9026
43	1	46.00	3.829	0.4353

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{x}) ²
44	1	166.40	5.114	0.3919
45	1	166.40	5.114	0.3919
46	1	166.40	5.114	0.3919
47	1	166.00	5.112	0.3889
48	1	22.40	3.109	1.9026
49	1	142.00	4.956	0.2185
50	1	166.40	5.114	0.3919
51	1	166.40	5.114	0.3919
52	1	166.40	5.114	0.3919
53	1	46.00	3.829	0.4353
54	1	22.40	3.109	1.9026
55	1	94.00	4.543	0.0030
56	1	166.40	5.114	0.3919
57	1	166.40	5.114	0.3919
58	1	166.40	5.114	0.3919
59	1	118.00	4.771	0.0797
60	1	22.40	3.109	1.9026
61	1	22.00	3.091	1.9526
62	1	166.40	5.114	0.3919
63	1	166.40	5.114	0.3919
64	1	166.40	5.114	0.3919
65	1	166.00	5.112	0.3889
66	1	22.40	3.109	1.9026
67	1	142.00	4.956	0.2185
68	1	166.40	5.114	0.3919
69	1	166.40	5.114	0.3919
70	1	166.40	5.114	0.3919
71	1	22.00	3.091	1.9526
72	1	22.40	3.109	1.9026

Tabla 318.- Parámetros iniciales del separador de impacto.

PARÁMETROS OBTENIDOS	
MEDIA \bar{x}	4.4884
VARIANZA S^2	41.8332
DESVIACIÓN S	6.468
BETA β	0.1983
ALPHA α	1634.5837
GAMA γ	0

Tabla 319.- Tabla del cálculo de fiabilidad e infiabilidad.

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{x}) ²	R(t)	R(t)%
1	1	24,00	3,178	1,7170	0,9990	99,90%
2	1	166,40	5,114	0,3919	0,9990	99,90%
3	1	166,40	5,114	0,3919	0,9990	99,90%
4	1	166,40	5,114	0,3919	0,9990	99,90%
5	1	46,00	3,829	0,4353	0,9990	99,90%
6	1	22,40	3,109	1,9026	0,9990	99,90%
7	1	94,00	4,543	0,0030	0,9990	99,90%
8	1	166,40	5,114	0,3919	0,9990	99,90%
9	1	166,40	5,114	0,3919	0,9990	99,90%
10	1	166,40	5,114	0,3919	0,9990	99,90%
11	1	46,00	3,829	0,4353	0,9990	99,90%
12	1	22,40	3,109	1,9026	0,9990	99,90%
13	1	94,00	4,543	0,0030	0,9990	99,90%
14	1	166,40	5,114	0,3919	0,9990	99,90%
15	1	166,40	5,114	0,3919	0,9990	99,90%
16	1	166,40	5,114	0,3919	0,9990	99,90%
17	1	166,00	5,112	0,3889	0,9990	99,90%
18	1	22,40	3,109	1,9026	0,9990	99,90%
19	1	142,00	4,956	0,2185	0,9990	99,90%
20	1	166,40	5,114	0,3919	0,9990	99,90%
21	1	166,40	5,114	0,3919	0,9990	99,90%
22	1	166,40	5,114	0,3919	0,9990	99,90%
23	1	46,00	3,829	0,4353	0,9990	99,90%
24	1	22,40	3,109	1,9026	0,9990	99,90%
25	1	94,00	4,543	0,0030	0,9990	99,90%
26	1	166,40	5,114	0,3919	0,9990	99,90%
27	1	166,40	5,114	0,3919	0,9990	99,90%
28	1	286,40	5,657	1,3665	0,9990	99,90%
29	1	22,00	3,091	1,9526	0,9990	99,90%
30	1	22,40	3,109	1,9026	0,9990	99,90%
31	1	166,00	5,112	0,3889	0,9990	99,90%
32	1	166,40	5,114	0,3919	0,9990	99,90%
33	1	166,40	5,114	0,3919	0,9990	99,90%
34	1	166,40	5,114	0,3919	0,9990	99,90%
35	1	22,00	3,091	1,9526	0,9990	99,90%
36	1	22,40	3,109	1,9026	0,9990	99,90%
37	1	142,00	4,956	0,2185	0,9990	99,90%
38	1	142,40	4,959	0,2211	0,9990	99,90%
39	1	166,40	5,114	0,3919	0,9990	99,90%
40	1	238,40	5,474	0,9713	0,9990	99,90%

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{x}) ²	R(t)	R(t)%
41	1	22,00	3,091	1,9526	0,9990	99,90%
42	1	22,40	3,109	1,9026	0,9990	99,90%
43	1	46,00	3,829	0,4353	0,9990	99,90%
44	1	166,40	5,114	0,3919	0,9990	99,90%
45	1	166,40	5,114	0,3919	0,9990	99,90%
46	1	166,40	5,114	0,3919	0,9990	99,90%
47	1	166,00	5,112	0,3889	0,9990	99,90%
48	1	22,40	3,109	1,9026	0,9990	99,90%
49	1	142,00	4,956	0,2185	0,9990	99,90%
50	1	166,40	5,114	0,3919	0,9990	99,90%
51	1	166,40	5,114	0,3919	0,9990	99,90%
52	1	166,40	5,114	0,3919	0,9990	99,90%
53	1	46,00	3,829	0,4353	0,9990	99,90%
54	1	22,40	3,109	1,9026	0,9990	99,90%
55	1	94,00	4,543	0,0030	0,9990	99,90%
56	1	166,40	5,114	0,3919	0,9990	99,90%
57	1	166,40	5,114	0,3919	0,9990	99,90%
58	1	166,40	5,114	0,3919	0,9990	99,90%
59	1	118,00	4,771	0,0797	0,9990	99,90%
60	1	22,40	3,109	1,9026	0,9990	99,90%
61	1	22,00	3,091	1,9526	0,9990	99,90%
62	1	166,40	5,114	0,3919	0,9990	99,90%
63	1	166,40	5,114	0,3919	0,9990	99,90%
64	1	166,40	5,114	0,3919	0,9990	99,90%
65	1	166,00	5,112	0,3889	0,9990	99,90%
66	1	22,40	3,109	1,9026	0,9990	99,90%
67	1	142,00	4,956	0,2185	0,9990	99,90%
68	1	166,40	5,114	0,3919	0,9990	99,90%
69	1	166,40	5,114	0,3919	0,9990	99,90%
70	1	166,40	5,114	0,3919	0,9990	99,90%
71	1	22,00	3,091	1,9526	0,9990	99,90%
72	1	22,40	3,109	1,9026	0,9990	99,90%

Modelo gráfico de Weibull para el separador de impacto

$$F(i) = \frac{i-0.3}{n+0.4}$$

$$F(i) = \frac{1-0.3}{72+0.4}$$

$$F(i) = 0.0097$$

$$F(\%) = 0.97\%$$

Tabla 320.- Tabla del cálculo de falla acumulativa del separador de impacto.

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)
1	22,00	0,010	0,97%
2	22,00	0,023	2,35%
3	22,00	0,037	3,73%
4	22,00	0,051	5,11%
5	22,00	0,065	6,49%
6	22,40	0,079	7,87%
7	22,40	0,093	9,25%
8	22,40	0,106	10,64%
9	22,40	0,120	12,02%
10	22,40	0,134	13,40%
11	22,40	0,148	14,78%
12	22,40	0,162	16,16%
13	22,40	0,175	17,54%
14	22,40	0,189	18,92%
15	22,40	0,203	20,30%
16	22,40	0,217	21,69%
17	22,40	0,231	23,07%
18	24,00	0,244	24,45%
19	46,00	0,258	25,83%
20	46,00	0,272	27,21%
21	46,00	0,286	28,59%
22	46,00	0,300	29,97%
23	46,00	0,314	31,35%
24	94,00	0,327	32,73%
25	94,00	0,341	34,12%
26	94,00	0,355	35,50%
27	94,00	0,369	36,88%
28	118,00	0,383	38,26%
29	142,00	0,396	39,64%
30	142,00	0,410	41,02%
31	142,00	0,424	42,40%
32	142,00	0,438	43,78%
33	142,40	0,452	45,17%
34	166,00	0,465	46,55%
35	166,00	0,479	47,93%
36	166,00	0,493	49,31%
37	166,00	0,507	50,69%
38	166,40	0,521	52,07%
39	166,40	0,535	53,45%
40	166,40	0,548	54,83%

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)
41	166,40	0,562	56,22%
42	166,40	0,576	57,60%
43	166,40	0,590	58,98%
44	166,40	0,604	60,36%
45	166,40	0,617	61,74%
46	166,40	0,631	63,12%
47	166,40	0,645	64,50%
48	166,40	0,659	65,88%
49	166,40	0,673	67,27%
50	166,40	0,686	68,65%
51	166,40	0,700	70,03%
52	166,40	0,714	71,41%
53	166,40	0,728	72,79%
54	166,40	0,742	74,17%
55	166,40	0,756	75,55%
56	166,40	0,769	76,93%
57	166,40	0,783	78,31%
58	166,40	0,797	79,70%
59	166,40	0,811	81,08%
60	166,40	0,825	82,46%
61	166,40	0,838	83,84%
62	166,40	0,852	85,22%
63	166,40	0,866	86,60%
64	166,40	0,880	87,98%
65	166,40	0,894	89,36%
66	166,40	0,907	90,75%
67	166,40	0,921	92,13%
68	166,40	0,935	93,51%
69	166,40	0,949	94,89%
70	166,40	0,963	96,27%
71	238,40	0,977	97,65%
72	286,40	0,990	99,03%

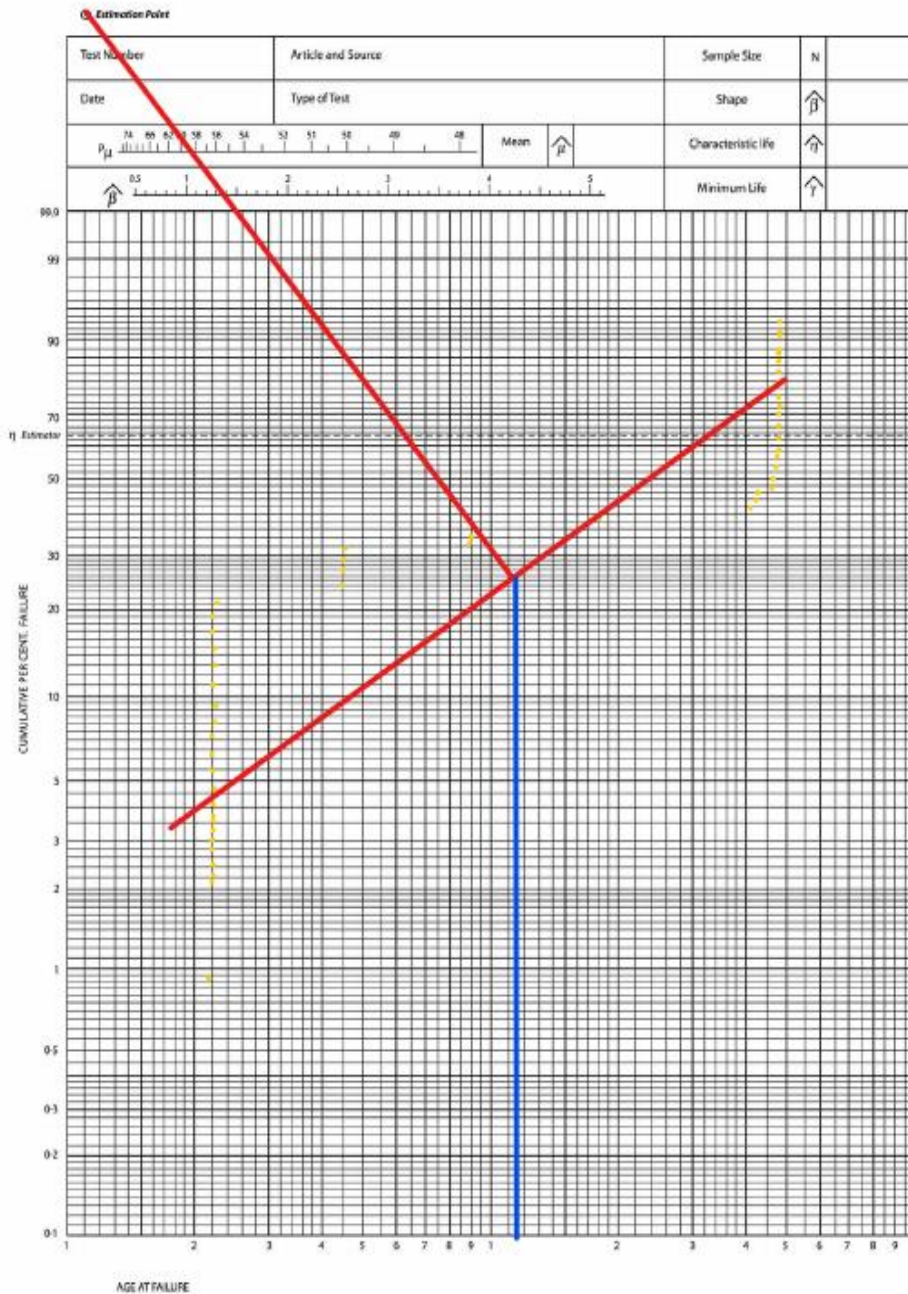


Figura 62.- Papel de Weibull del separador de impacto.

En la figura 62 se observa la presencia de datos dispersos, los cuales ayudan a obtener la línea media entre los mismos y mediante la unión del punto de referencia con una línea perpendicular trazada, se obtiene que el valor del parámetro de forma es 103.5 y el parámetro calculado es 1,3.

Tabla 321.- Parámetros de fallas del separador de impacto.

P_{μ}	58
β	1,3
η	103,5

Tabla 322.- Fiabilidad de Weibull del separador de impacto.

Nº fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)	R(t)	R(t)%
1	22,00	0,010	0,97%	0,8978	89,78%
2	22,00	0,023	2,35%	0,8978	89,78%
3	22,00	0,037	3,73%	0,8978	89,78%
4	22,00	0,051	5,11%	0,8978	89,78%
5	22,00	0,065	6,49%	0,8978	89,78%
6	22,40	0,079	7,87%	0,8957	89,57%
7	22,40	0,093	9,25%	0,8957	89,57%
8	22,40	0,106	10,64%	0,8957	89,57%
9	22,40	0,120	12,02%	0,8957	89,57%
10	22,40	0,134	13,40%	0,8957	89,57%
11	22,40	0,148	14,78%	0,8957	89,57%
12	22,40	0,162	16,16%	0,8957	89,57%
13	22,40	0,175	17,54%	0,8957	89,57%
14	22,40	0,189	18,92%	0,8957	89,57%
15	22,40	0,203	20,30%	0,8957	89,57%
16	22,40	0,217	21,69%	0,8957	89,57%
17	22,40	0,231	23,07%	0,8957	89,57%
18	24,00	0,244	24,45%	0,8872	88,72%
19	46,00	0,258	25,83%	0,7701	77,01%
20	46,00	0,272	27,21%	0,7701	77,01%
21	46,00	0,286	28,59%	0,7701	77,01%
22	46,00	0,300	29,97%	0,7701	77,01%
23	46,00	0,314	31,35%	0,7701	77,01%
24	94,00	0,327	32,73%	0,5402	54,02%
25	94,00	0,341	34,12%	0,5402	54,02%
26	94,00	0,355	35,50%	0,5402	54,02%
27	94,00	0,369	36,88%	0,5402	54,02%
28	118,00	0,383	38,26%	0,4453	44,53%
29	142,00	0,396	39,64%	0,3641	36,41%
30	142,00	0,410	41,02%	0,3641	36,41%
31	142,00	0,424	42,40%	0,3641	36,41%
32	142,00	0,438	43,78%	0,3641	36,41%
33	142,40	0,452	45,17%	0,3628	36,28%
34	166,00	0,465	46,55%	0,2956	29,56%
35	166,00	0,479	47,93%	0,2956	29,56%
36	166,00	0,493	49,31%	0,2956	29,56%
37	166,00	0,507	50,69%	0,2956	29,56%
38	166,40	0,521	52,07%	0,2946	29,46%
39	166,40	0,535	53,45%	0,2946	29,46%
40	166,40	0,548	54,83%	0,2946	29,46%
41	166,40	0,562	56,22%	0,2946	29,46%
42	166,40	0,576	57,60%	0,2946	29,46%

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)	R(t)	R(t)%
43	166,40	0,590	58,98%	0,2946	29,46%
44	166,40	0,604	60,36%	0,2946	29,46%
45	166,40	0,617	61,74%	0,2946	29,46%
46	166,40	0,631	63,12%	0,2946	29,46%
47	166,40	0,645	64,50%	0,2946	29,46%
48	166,40	0,659	65,88%	0,2946	29,46%
49	166,40	0,673	67,27%	0,2946	29,46%
50	166,40	0,686	68,65%	0,2946	29,46%
51	166,40	0,700	70,03%	0,2946	29,46%
52	166,40	0,714	71,41%	0,2946	29,46%
53	166,40	0,728	72,79%	0,2946	29,46%
54	166,40	0,742	74,17%	0,2946	29,46%
55	166,40	0,756	75,55%	0,2946	29,46%
56	166,40	0,769	76,93%	0,2946	29,46%
57	166,40	0,783	78,31%	0,2946	29,46%
58	166,40	0,797	79,70%	0,2946	29,46%
59	166,40	0,811	81,08%	0,2946	29,46%
60	166,40	0,825	82,46%	0,2946	29,46%
61	166,40	0,838	83,84%	0,2946	29,46%
62	166,40	0,852	85,22%	0,2946	29,46%
63	166,40	0,866	86,60%	0,2946	29,46%
64	166,40	0,880	87,98%	0,2946	29,46%
65	166,40	0,894	89,36%	0,2946	29,46%
66	166,40	0,907	90,75%	0,2946	29,46%
67	166,40	0,921	92,13%	0,2946	29,46%
68	166,40	0,935	93,51%	0,2946	29,46%
69	166,40	0,949	94,89%	0,2946	29,46%
70	166,40	0,963	96,27%	0,2946	29,46%
71	238,40	0,977	97,65%	0,1524	15,24%
72	286,40	0,990	99,03%	0,0959	9,59%

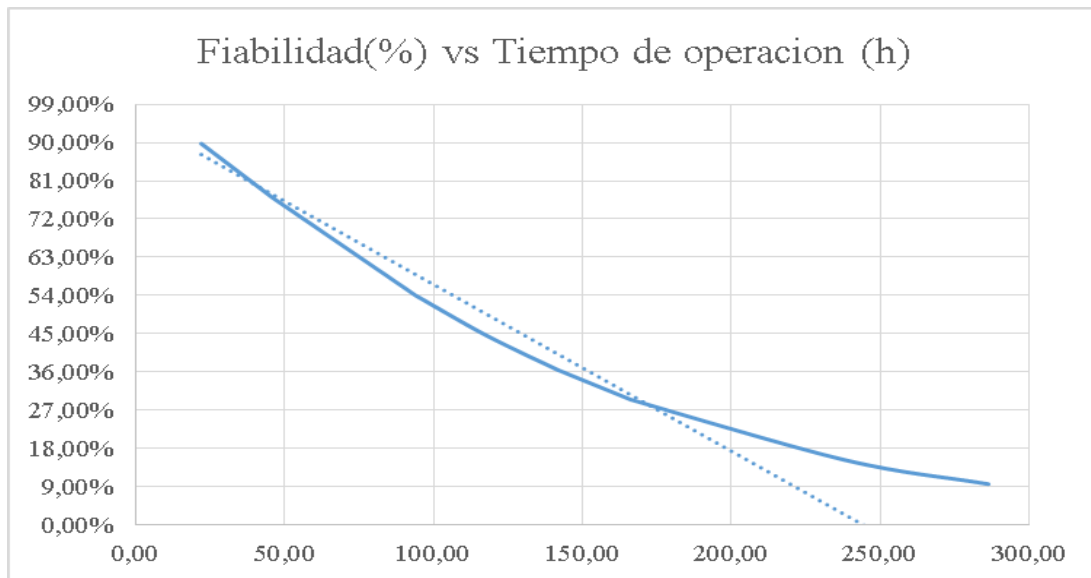


Figura 63.- Fiabilidad vs tiempo de operación del separador de impacto.

En la figura 63 se observa una trayectoria logarítmica ya que los datos se encuentran correlacionados generando una línea con tendencia decreciente, también se aprecia que existe una alta fiabilidad del separador de impacto con relación a los tiempos de operación y posterior a su puesta en marcha esta decrece en función de su uso y posibles fallas que presenta en el desarrollo de sus funciones.

Gamas de mantenimiento

Tabla 323.- Frecuencia de mantenimiento del separador de impacto del mes de Enero.

Máquina	Separador de impacto	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Preventivo	Limpieza de la carcasa																															
	Limpieza del cableado eléctrico																															
	Limpieza del interruptor de corriente																															
	Limpieza del área del motor eléctrico																															
	Control de conexiones eléctricas																															
	Control de apriete de los pernos																															
	Control de estabilidad de la estructura																															
	Lubricación de cojinetes																															

Tabla 324.- Frecuencia de mantenimiento del separador de impacto del mes de Febrero.

Mes		FEBRERO																												
Máquina	Separador de impacto	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
Preventivo	Limpieza zona del equipo																													
	Limpieza de la carcasa																													
	Limpieza de banda y polea																													
	Limpieza del cableado eléctrico																													
	Limpieza del interruptor de corriente																													
	Limpieza del área del motor eléctrico																													
	Control de apriete de pernos																													
	Control de estado de rodete																													

Tabla 325.- Frecuencia de mantenimiento del separador de impacto del mes de Marzo.

Mes		MARZO																															
Máquina	Separador de impacto	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de la carcasa																																
	Limpieza de banda y polea																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Control de apriete de pernos																																
	Control de estado de rodete																																

Tabla 326.- Frecuencia de mantenimiento del separador de impacto del mes de Abril.

Mes		ABRIL																															
Máquina	Separador de impacto	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de la carcasa																																
	Limpieza de banda y polea																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Control de apriete de pernos																																

Tabla 327.- Frecuencia de mantenimiento del separador de impacto del mes de Mayo.

Mes		MAYO																															
Máquina	Separador de impacto	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Preventivo	Limpieza zona del equipo	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
	Limpieza de la carcasa	█							█							█								█									
	Limpieza de banda y polea	█							█							█								█									
	Limpieza del cableado eléctrico	█							█							█								█									
	Limpieza del interruptor de corriente	█							█							█								█									
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Control de apriete de pernos																																
	Control de estado de rodete																																

Tabla 328.- Frecuencia de mantenimiento del separador de impacto del mes de Junio.

Mes		JUNIO																															
Máquina	Separador de impacto	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
Preventivo	Limpieza zona del equipo	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
	Limpieza de la carcasa					█							█								█						█						
	Limpieza de banda y polea					█							█								█						█						
	Limpieza del cableado eléctrico					█							█								█						█						
	Limpieza del interruptor de corriente					█							█								█						█						
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Control de apriete de pernos																																
	Control de estado de rodete																																

Tabla 329.- Frecuencia de mantenimiento del separador de impacto del mes de Julio.

Mes		JULIO																															
Máquina	Separador de impacto	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de la carcasa																																
	Limpieza de banda y polea																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Control de apriete de pernos																																
	Control de estado de rodete																																

Tabla 330.- Frecuencia de mantenimiento del separador de impacto del mes de Agosto.

Mes		AGOSTO																															
Máquina	Separador de impacto	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de la carcasa																																
	Limpieza de banda y polea																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Control de apriete de pernos																																
	Control de estado de rodete																																

Tabla 331.- Frecuencia de mantenimiento del separador de impacto del mes de Septiembre.

Mes		SEPTIEMBRE																														
Máquina	Separador de impacto	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Preventivo	Limpieza zona del equipo																															
	Limpieza de la carcasa																															
	Limpieza de banda y polea																															
	Limpieza del cableado eléctrico																															
	Limpieza del interruptor de corriente																															
	Limpieza del área del motor eléctrico																															
	Control de apriete de pernos																															
	Control de estado de rodete																															

Tabla 332.- Frecuencia de mantenimiento del separador de impacto doble del mes de Octubre.

Mes		OCTUBRE																															
Máquina	Separador de impacto	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de la carcasa																																
	Limpieza de banda y polea																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Control de apriete de pernos																																
	Control de estado de rodete																																

Tabla 333.- Frecuencia de mantenimiento del separador de impacto del mes de Noviembre.

Mes		NOVIEMBRE																													
Máquina	Separador de impacto	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Preventivo	Limpieza zona del equipo																														
	Limpieza de la carcasa																														
	Limpieza de banda y polea																														
	Limpieza del cableado eléctrico																														
	Limpieza del interruptor de corriente																														
	Limpieza del área del motor eléctrico																														
	Control de apriete de pernos																														
	Control de estado de rodete																														

Tabla 334.- Frecuencia de mantenimiento del separador de impacto del mes de Diciembre.

Mes		DICIEMBRE																														
Máquina	Separador de impacto	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Preventivo	Limpieza zona del equipo																															
	Limpieza de la carcasa																															
	Limpieza de banda y polea																															
	Limpieza del cableado eléctrico																															
	Limpieza del interruptor de corriente																															
	Limpieza del área del motor eléctrico																															
	Control de apriete de pernos																															
	Control de estado de rodete																															

3.1.5.13 Microdosificador

Tabla 335.- Ficha técnica del microdosificador.

					
MOLINOS MIRAFLORES S.A					
PLANTA SANTA ROSA					
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO					
				ÁREA: MOLIENDA	
FICHA TÉCNICA			Nº: 13		
DATOS GENERALES					
NOMBRE DEL EQUIPO:			MICRODOSIFICADOR		
CÓDIGO:	MAM-002014				
MARCA:	ALAPALA				
MODELO:	ASA-MTP-25				
COLOR:	BLANCO				
SERIAL:	201112				
AÑO DE FABRICACIÓN:	2020				
ORIGEN:	TURQUÍA				
FUNCIÓN DE EQUIPO:					
Adicionar componentes químicos en polvo a la harina					
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				DIMENSIONES	
VOLTAJE:	460	voltios	ANCHO:	110	mm
FRECUENCIA:	60	Hertz	LARGO:	50	mm
POTENCIA:	0,5	KW	ALTO:	90	mm
AMPERAJE:	0,4	amperios	VOLUMEN:	0,1	m ³
CAPACIDAD:	50	kg			
RPM MOTOR:	1200	rpm			
TEMPERATURA DE TRABAJO:	10°-50°	centígrados			
MANTENIMIENTO					
CADA (X) HORAS DE TRABAJO:	✓				
SEMANAL:	-				
MENSUAL:	✓				
SEMESTRAL:	✓				
ANUAL:	✓				

Componentes

Tabla 336.- Componentes del microdosificador.

Nº:	Componente	Función
1	Motor eléctrico	Transformar la energía eléctrica en mecánica
2	Cableado eléctrico	Permitir el flujo de la corriente eléctrica hacia el motor
3	Interruptor de corriente	Abrir o cerrar el circuito eléctrico
4	Carcasa	Integrar los elementos que conforman la maquina
5	Eje motriz	Desplazar los aditivos de la bandeja de mezcla al tonillo del transporte
6	Compuerta	Entregar los aditivos al tornillo de transporte
7	Panel de control	Controlar los parámetros de funcionamiento

Componentes sustituibles

Tabla 337.- Componentes sustituibles del microdosificador.

Componente sustituible	Características	Cantidad
Pernos de sujeción	Pernos 3/8 pulgada	40
Cable de alimentación eléctrica	Calibre 10	1
Interruptor eléctrico	Componente plástico	2

Instrucciones de funcionamiento

- Verificar el estado de las conexiones eléctricas
- Verificar el estado de los pernos
- Verificar que no exista fuga de materia prima
- Verificar el tensión de las mallas
- Verificar el correcto acople de los marcos de tamiz junto a la malla
- Autorizar el funcionamiento

Normas de seguridad

- Evitar liberar polvos de harina cerca del equipo
- Prohibir la movilización del personal cerca de la máquina cuando está en funcionamiento
- Evitar abrir las puertas de los compartimentos cuando se encienda el equipo
- Manipular la máquina solo cuando esta se encuentre apagada
- Utilizar EPP siempre que la máquina se encuentre en funcionamiento

Instrucciones de mantenimiento

Las operaciones de limpieza, de mantenimiento y de lubricación se detallan a continuación mediante tablas.

Tabla 338.- Frecuencia de las acciones de limpieza del microdosificador.

Acciones de Limpieza	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Limpieza zona del equipo		x			
Limpieza de la carcasa y compuertas		x			
Limpieza del cableado eléctrico			x		
Limpieza del interruptor de corriente			x		
Limpieza del área del motor eléctrico			x		

Tabla 339.- Frecuencia de las acciones de mantenimiento del microdosificador.

Acciones de Mantenimiento	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Control de conexiones eléctricas			x		
Control de apriete de los pernos			x		
Control de estabilidad de la estructura			x		

Tabla 340.- Frecuencia de las acciones de microdosificador.

Acciones de Lubricación	Diaria	Semanal	Mensual	Semestral	Anual
Lubricación de cojinetes			x		

Tabla 341.- Estadístico de mantenimiento anual del microdosificador.

Equipo	Microdosificador				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
ENERO	Inicio de actividades (Nuevo Año)						108,720	0,009	1,040	0,962	99,05%
	Limpieza zona del equipo	4/1/2021	24	1	0,8	1,8					
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza zona del equipo	11/1/2021	166,2	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza zona del equipo	18/1/2021	166,4	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza zona del equipo	25/1/2021	166,4	2	1,4	3,4					
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico	26/1/2021	20,6	0,6	0,7	1,3					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
Control de estabilidad de la estructura											
Lubricación de cojinetes											
FEBRERO	Limpieza zona del equipo	1/2/2021	142,7	0,8	0,8	1,6	132,420	0,008	1,160	0,862	99,13%
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza zona del equipo	8/2/2021	166,4	1,2	0,8	2					
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza zona del equipo	15/2/2021	166	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza zona del equipo	22/2/2021	166,4	2	1,4	3,4					
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico	23/2/2021	20,6	1	0,7	1,7					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la estructura										
Lubricación de cojinetes											

Equipo	Microdosificador				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
MARZO	Limpieza zona del equipo	1/3/2021	142,3	1	0,8	1,8	161,220	0,006	1,020	0,980	99,37%
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza zona del equipo	8/3/2021	166,2	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza zona del equipo	15/3/2021	166,4	1	0,8	1,8					
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza zona del equipo	22/3/2021	166,2	1,6	1,4	3					
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la estructura	29/3/2021	165	0,7	0,7	1,4					
Lubricación de cojinetes											
ABRIL	Limpieza zona del equipo	5/4/2021	166,6	0,8	0,8	1,6	137,360	0,007	0,940	1,064	99,32%
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza zona del equipo	12/4/2021	166,4	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza zona del equipo	19/4/2021	166,4	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza zona del equipo	26/4/2021	166,4	1,6	1,4	3					
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Control de conexiones eléctricas	27/4/2021	21	0,7	0,7	1,4					
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la estructura										
Lubricación de cojinetes											

Equipo	Microdosificador				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
MAYO	Limpieza zona del equipo	3/5/2021	142,6	0,8	0,8	1,6	156,680	0,006	0,880	1,136	99,44%
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza zona del equipo	10/5/2021	166,4	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza zona del equipo	17/5/2021	166,4	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza zona del equipo	24/5/2021	166,4	1	1,4	2,4					
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos	30/5/2021	141,6	1	0,7	1,7					
	Control de estabilidad de la estructura										
Lubricación de cojinetes											
JUNIO	Limpieza zona del equipo	7/6/2021	190,3	1,2	0,8	2	132,180	0,008	1,360	0,735	98,98%
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza zona del equipo	12/6/2021	118	1,2	0,8	2					
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza zona del equipo	19/6/2021	166	1,2	0,8	2					
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza zona del equipo	26/6/2021	166	2	1,4	3,4					
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos	27/6/2021	20,6	1,2	0,7	1,9					
	Control de estabilidad de la estructura										
Lubricación de cojinetes											

Equipo	Microdosificador				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
JULIO	Limpieza zona del equipo	5/7/2021	190,1	0,8	0,8	1,6	141,940	0,007	1,120	0,893	99,22%
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza zona del equipo	12/7/2021	166,4	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza zona del equipo	19/7/2021	166,4	1	0,8	1,8					
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza zona del equipo	26/7/2021	166,2	2	1,4	3,4					
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Control de conexiones eléctricas	27/7/2021	20,6	1	0,7	1,7					
	Control de apriete de los pernos										
AGOSTO	Limpieza zona del equipo	2/8/2021	142,3	0,8	0,8	1,6	132,580	0,008	0,960	1,042	99,28%
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza zona del equipo	9/8/2021	166,4	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza zona del equipo	16/8/2021	166,4	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza zona del equipo	23/8/2021	166,4	1,2	1,4	2,6					
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Control de conexiones eléctricas	24/8/2021	21,4	1,2	0,7	1,9					
	Control de apriete de los pernos										
Control de estabilidad de la estructura											
Lubricación de cojinetes											

Equipo	Microdosificador				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
SEPTIEMBRE	Limpieza zona del equipo	6/9/2021	310,1	0,8	0,8	1,6	165,900	0,006	1,100	0,909	99,34%
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza zona del equipo	13/9/2021	166,4	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza zona del equipo	20/9/2021	166,4	1,2	0,8	2					
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza zona del equipo	27/9/2021	166	2	1,4	3,4					
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Control de conexiones eléctricas	28/9/2021	20,6	0,7	0,7	1,4					
Control de apriete de los pernos											
OCTUBRE	Limpieza zona del equipo	4/10/2021	142,6	1,2	0,8	2	132,360	0,008	1,140	0,877	99,15%
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza zona del equipo	11/10/2021	166	0,8	0,8	1,6					
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza zona del equipo	18/10/2021	166,4	1,2	0,8	2					
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza zona del equipo	25/10/2021	166	1,8	1,4	3,2					
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico										
	Control de conexiones eléctricas	26/10/2021	20,8	0,7	0,7	1,4					
	Control de apriete de los pernos										
Control de estabilidad de la estructura											
Lubricación de cojinetes											

Equipo	Microdosificador				Horas de trabajo			24			
Mes	Actividades	Fecha	TO(h)	TR(h)	TM(h)	TP(h)	MTBF(h)	λ	MTTR(h)	μ	D(%)
NOVIEMBRE	Limpieza zona del equipo	1/11/2021	142,6	0,8	0,8	1,6	141,960	0,007	1,140	0,877	99,20%
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza zona del equipo	8/11/2021	166,4	1,2	0,8	2					
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza zona del equipo	15/11/2021	166	1,2	0,8	2					
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza zona del equipo	24/11/2021	214	1,8	1,4	3,2					
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico	25/11/2021	20,8	0,7	0,7	1,4					
Control de conexiones eléctricas											
Control de apriete de los pernos											
DICIEMBRE	Limpieza zona del equipo	6/12/2021	262,6	0,8	0,8	1,6	156,550	0,006	0,950	1,053	99,40%
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza zona del equipo	13/12/2021	166,4	0,9	0,8	1,7					
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza zona del equipo	20/12/2021	166,3	0,6	0,8	1,4					
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza zona del equipo	27/12/2021	166,6	1,75	1,4	3,15					
	Limpieza de la carcasa y compuertas										
	Limpieza del cableado eléctrico										
	Limpieza del interruptor de corriente										
	Limpieza del área del motor eléctrico	28/12/2021	20,85	0,7	0,7	1,4					
	Control de conexiones eléctricas										
	Control de apriete de los pernos										
	Control de estabilidad de la estructura										
Lubricación de cojinetes											
NOVIEMBRE			6820	64,05	54	94	6820,000	0,00014663	64,050	0,0156128	99,07%
PROMEDIOS			142,083	1,065	0,894	1,958	143,627	7,389	1,076	0,944	99,25%

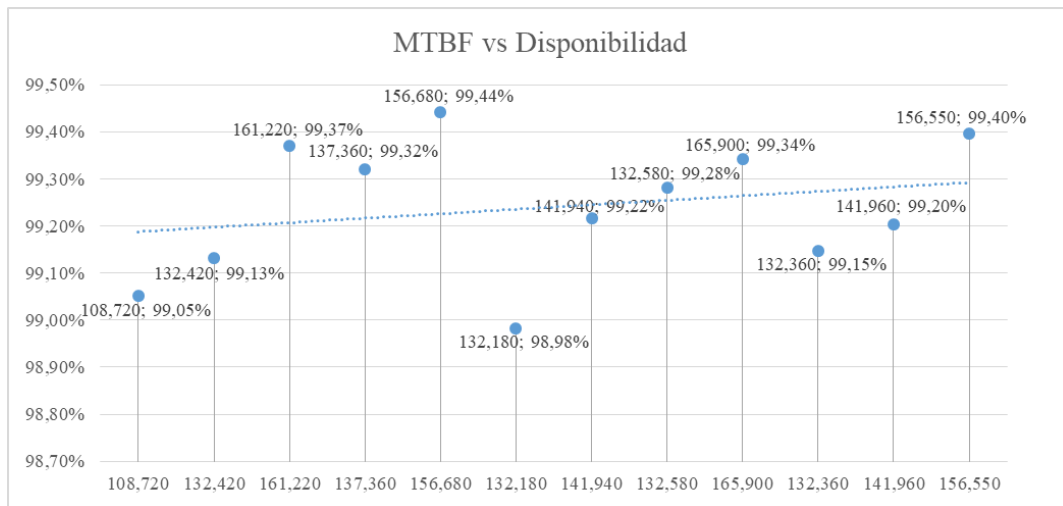


Figura 64.-Tiempo medio entre fallos vs Disponibilidad del microdosificador.

En la figura 64 se logra apreciar que existe una disponibilidad máxima de un 98.25% acompañado de un MTBF de 109.35 horas, de igual manera se observa que la disponibilidad mínima es de 85.67% con un MTBF de 97.37 horas.

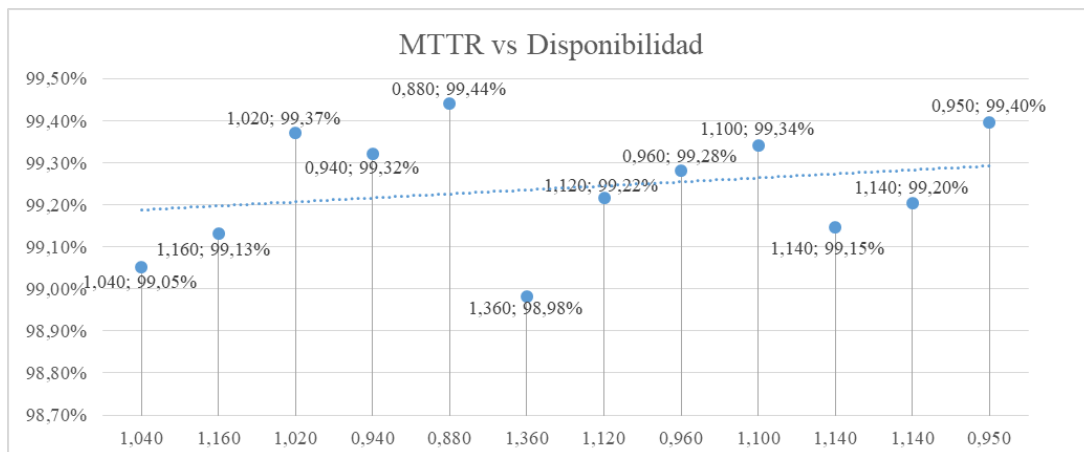


Figura 65.-Tiempo medio en reparación vs Disponibilidad del microdosificador.

En la figura 65 se aprecia que el valor máximo de la disponibilidad es de 98.07%(MTTR=1.943 horas) y un mínimo de 97.37%(MTTR=2.314), seguido de un valor máximo de tiempo de reparación de 2.31 horas (D=97.37) y un mínimo de 1.94 horas (D=98.25%). Descartando la correlación múltiple ya que los datos analizados son dispersos.

Tabla 342.- Matriz AMFE del microdosificador.

MATRIZ AMFE											
Área:		Molienda			Marca:	ALAPALA		Fecha Rea:		Hoja N°	1
Nombre del equipo:		Microdosificador			Modelo:	ASA-MTP-25		Fecha Rev:		De	1
N°	Componente	Función	Falla funcional	Modo de fallo	Causa raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IDR	
1	Motor eléctrico	Transformar la energía eléctrica en mecánica	Paro de la maquina	Fundición de masa	Incorrecta manipulación	Parada del proceso inesperada	2	10	3	60	Evitar golpear el cuerpo y el eje
			Ausencia de ignición	Atascamiento	Impurezas acumuladas	Arranque detenido	3	9	2	54	Limpiar minuciosamente el equipo
2	Cableado eléctrico	Permitir el flujo de la corriente eléctrica hacia el motor	No enciende el led de verificación	Obstrucción	Mal montaje	Falta de señal eléctrica	2	9	6	108	Limpiar minuciosamente evitando humedad
			Segmentación del cableado	Rotura	Cortocircuito	Intermitencia de la energía	2	9	6	108	Limpiar minuciosamente evitando humedad
3	Interruptor de corriente	Abrir o cerrar el circuito eléctrico	Oxidación	Desgaste	Corrosión	Deterioro de la estructura	3	9	3	81	Recubrir las zonas expuestas
			Desprendimiento de partes	Rotura	Cortocircuito	Corte del paso de corriente	4	9	2	72	Limpiar minuciosamente evitando humedad
4	Carcasa	Integrar los elementos que conforman la maquina	Irregularidades en la superficie	Deformación	Incorrecta manipulación	Variación de la forma inicial	3	6	4	72	Enderezamiento de las zonas afectadas
			Oxidación de la superficie	Desgaste	Corrosión	Deterioro de la estructura	3	9	3	81	Recubrir las zonas expuestas
5	Eje motriz	Desplazar los aditivos de la bandeja de mezcla al tonillo del transporte	Rotura de los soportes	Rotura	Incorrecta manipulación	Exposición de la banda	1	8	8	64	Ajuste adecuado al ensamblar
			Oxidación	Desgaste	Corrosión	Deterioro del protector	1	9	9	81	Recubrir las zonas expuestas
6	Compuerta	Entregar los aditivos al tornillo de transporte	Oxidación	Desgaste	Corrosión	Deterioro de la estructura	2	7	8	112	Recubrir las zonas expuestas
			Rechinidos en movimiento	Desgaste	Fricción	Sonidos extraños	4	4	4	64	Mejorar la lubricación y limpieza
7	Panel de control	Controlar los parámetros de funcionamiento	Pantalla apagada	Desconfiguración	Conexiones inestables	Limitación de uso de la máquina	2	9	3	54	Verificar las conexiones en los mantenimientos
			Inexactitud de comandos táctiles	Descalibración	Incorrecto mantenimiento	Limitación de uso de la máquina	3	9	4	108	Calibrar la pantalla

Determinación de la fiabilidad del planificador en función del modelo matemático de Weibull de dos parámetros.

Tabla 343.- Datos estadísticos del mantenimiento anual del microdosificador.

Nº Actividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)
1	1	24,000	3,178
2	1	166,200	5,113
3	1	166,400	5,114
4	1	166,400	5,114
5	1	20,600	3,025
6	1	142,700	4,961
7	1	166,400	5,114
8	1	166,000	5,112
9	1	166,400	5,114
10	1	20,600	3,025
11	1	142,300	4,958
12	1	166,200	5,113
13	1	166,400	5,114
14	1	166,200	5,113
15	1	165,000	5,106
16	1	166,600	5,116
17	1	166,400	5,114
18	1	166,400	5,114
19	1	166,400	5,114
20	1	21,000	3,045
21	1	142,600	4,960
22	1	166,400	5,114
23	1	166,400	5,114
24	1	166,400	5,114
25	1	141,600	4,953
26	1	190,300	5,249
27	1	118,000	4,771
28	1	166,000	5,112
29	1	166,000	5,112
30	1	20,600	3,025
31	1	190,100	5,248
32	1	166,400	5,114
33	1	166,400	5,114
34	1	166,200	5,113
35	1	20,600	3,025
36	1	142,300	4,958
37	1	166,400	5,114
38	1	166,400	5,114
39	1	166,400	5,114
40	1	21,400	3,063

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)
41	1	310,100	5,737
42	1	166,400	5,114
43	1	166,400	5,114
44	1	166,000	5,112
45	1	20,600	3,025
46	1	142,600	4,960
47	1	166,000	5,112
48	1	166,400	5,114
49	1	166,000	5,112
50	1	20,800	3,035
51	1	142,600	4,960
52	1	166,400	5,114
53	1	166,000	5,112
54	1	214,000	5,366
55	1	20,800	3,035
56	1	262,600	5,571
57	1	166,400	5,114
58	1	166,300	5,114
59	1	166,600	5,116
60	1	20,850	3,037

Tenemos que para el microdosificador $\bar{x}=4.7377$

Tabla 344.- Datos calculados del microdosificador.

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{x}) ²
1	1	24.000	3.178	2.432
2	1	166.200	5.113	0.141
3	1	166.400	5.114	0.142
4	1	166.400	5.114	0.142
5	1	20.600	3.025	2.932
6	1	142.700	4.961	0.050
7	1	166.400	5.114	0.142
8	1	166.000	5.112	0.140
9	1	166.400	5.114	0.142
10	1	20.600	3.025	2.932
11	1	142.300	4.958	0.049
12	1	166.200	5.113	0.141
13	1	166.400	5.114	0.142
14	1	166.200	5.113	0.141
15	1	165.000	5.106	0.136
16	1	166.600	5.116	0.143
17	1	166.400	5.114	0.142
18	1	166.400	5.114	0.142

Nº Actividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)-\bar{x})²
19	1	166.400	5.114	0.142
20	1	21.000	3.045	2.867
21	1	142.600	4.960	0.049
22	1	166.400	5.114	0.142
23	1	166.400	5.114	0.142
24	1	166.400	5.114	0.142
25	1	141.600	4.953	0.046
26	1	190.300	5.249	0.261
27	1	118.000	4.771	0.001
28	1	166.000	5.112	0.140
29	1	166.000	5.112	0.140
30	1	20.600	3.025	2.932
31	1	190.100	5.248	0.260
32	1	166.400	5.114	0.142
33	1	166.400	5.114	0.142
34	1	166.200	5.113	0.141
35	1	20.600	3.025	2.932
36	1	142.300	4.958	0.049
37	1	166.400	5.114	0.142
38	1	166.400	5.114	0.142
39	1	166.400	5.114	0.142
40	1	21.400	3.063	2.803
41	1	310.100	5.737	0.998
42	1	166.400	5.114	0.142
43	1	166.400	5.114	0.142
44	1	166.000	5.112	0.140
45	1	20.600	3.025	2.932
46	1	142.600	4.960	0.049
47	1	166.000	5.112	0.140
48	1	166.400	5.114	0.142
49	1	166.000	5.112	0.140
50	1	20.800	3.035	2.899
51	1	142.600	4.960	0.049
52	1	166.400	5.114	0.142
53	1	166.000	5.112	0.140
54	1	214.000	5.366	0.395
55	1	20.800	3.035	2.899
56	1	262.600	5.571	0.694
57	1	166.400	5.114	0.142
58	1	166.300	5.114	0.141
59	1	166.600	5.116	0.143
60	1	20.850	3.037	2.891

Tabla 345.- Parámetros iniciales del microdosificador.

PARÁMETROS OBTENIDOS	
MEDIA \bar{x}	4.7377
VARIANZA S^2	26.4339
DESVIACIÓN S	5.141
BETA β	0.2495
ALPHA α	1154.5267
GAMA γ	0

Tabla 346.- Tabla del cálculo de fiabilidad e infiabilidad del microdosificador.

Nº Actividad	Nº Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{x}) ²	R(t)	R(t)%	F(t)	F(t)%
1	1	24,000	3,178	2,432	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
2	1	166,200	5,113	0,141	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
3	1	166,400	5,114	0,142	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
4	1	166,400	5,114	0,142	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
5	1	20,600	3,025	2,932	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
6	1	142,700	4,961	0,050	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
7	1	166,400	5,114	0,142	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
8	1	166,000	5,112	0,140	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
9	1	166,400	5,114	0,142	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
10	1	20,600	3,025	2,932	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
11	1	142,300	4,958	0,049	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
12	1	166,200	5,113	0,141	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
13	1	166,400	5,114	0,142	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
14	1	166,200	5,113	0,141	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
15	1	165,000	5,106	0,136	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
16	1	166,600	5,116	0,143	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
17	1	166,400	5,114	0,142	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
18	1	166,400	5,114	0,142	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
19	1	166,400	5,114	0,142	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
20	1	21,000	3,045	2,867	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
21	1	142,600	4,960	0,049	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
22	1	166,400	5,114	0,142	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
23	1	166,400	5,114	0,142	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
24	1	166,400	5,114	0,142	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
25	1	141,600	4,953	0,046	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
26	1	190,300	5,249	0,261	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
27	1	118,000	4,771	0,001	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
28	1	166,000	5,112	0,140	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
29	1	166,000	5,112	0,140	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
30	1	20,600	3,025	2,932	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
31	1	190,100	5,248	0,260	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
32	1	166,400	5,114	0,142	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
33	1	166,400	5,114	0,142	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%

N° Actividad	N° Falla	TO(h)	Ln(TO)	(Ln(TO)- \bar{X}) ²	R(t)	R(t)%	F(t)	F(t)%
34	1	166,200	5,113	0,141	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
35	1	20,600	3,025	2,932	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
36	1	142,300	4,958	0,049	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
37	1	166,400	5,114	0,142	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
38	1	166,400	5,114	0,142	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
39	1	166,400	5,114	0,142	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
40	1	21,400	3,063	2,803	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
41	1	310,100	5,737	0,998	0,9940	99,40%	0,0060	0,60%
42	1	166,400	5,114	0,142	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
43	1	166,400	5,114	0,142	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
44	1	166,000	5,112	0,140	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
45	1	20,600	3,025	2,932	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
46	1	142,600	4,960	0,049	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
47	1	166,000	5,112	0,140	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
48	1	166,400	5,114	0,142	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
49	1	166,000	5,112	0,140	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
50	1	20,800	3,035	2,899	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
51	1	142,600	4,960	0,049	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
52	1	166,400	5,114	0,142	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
53	1	166,000	5,112	0,140	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
54	1	214,000	5,366	0,395	0,9980	99,80%	0,0020	0,20%
55	1	20,800	3,035	2,899	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
56	1	262,600	5,571	0,694	0,9970	99,70%	0,0030	0,30%
57	1	166,400	5,114	0,142	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
58	1	166,300	5,114	0,141	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
59	1	166,600	5,116	0,143	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%
60	1	20,850	3,037	2,891	0,9990	99,90%	0,0010	0,10%

Modelo gráfico de Weibull para el microdosificador

$$F(i) = \frac{i-0.3}{n+0.4} \quad F(i) = \frac{1-0.3}{84+0.4}$$

$$F(i) = 0.0083 \quad F(\%) = 0.83\%$$

Tabla 347.- Tabla del cálculo de falla acumulativa del microdosificador.

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)
1	20,600	0,012	1,16%
2	20,600	0,028	2,81%
3	20,600	0,045	4,47%
4	20,600	0,061	6,13%
5	20,600	0,078	7,78%
6	20,800	0,094	9,44%
7	20,800	0,111	11,09%
8	20,850	0,127	12,75%

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)
9	21,000	0,144	14,40%
10	21,400	0,161	16,06%
11	24,000	0,177	17,72%
12	118,000	0,194	19,37%
13	141,600	0,210	21,03%
14	142,300	0,227	22,68%
15	142,300	0,243	24,34%
16	142,600	0,260	25,99%
17	142,600	0,276	27,65%
18	142,600	0,293	29,30%
19	142,700	0,310	30,96%
20	165,000	0,326	32,62%
21	166,000	0,343	34,27%
22	166,000	0,359	35,93%
23	166,000	0,376	37,58%
24	166,000	0,392	39,24%
25	166,000	0,409	40,89%
26	166,000	0,425	42,55%
27	166,000	0,442	44,21%
28	166,200	0,459	45,86%
29	166,200	0,475	47,52%
30	166,200	0,492	49,17%
31	166,200	0,508	50,83%
32	166,300	0,525	52,48%
33	166,400	0,541	54,14%
34	166,400	0,558	55,79%
35	166,400	0,575	57,45%
36	166,400	0,591	59,11%
37	166,400	0,608	60,76%
38	166,400	0,624	62,42%
39	166,400	0,641	64,07%
40	166,400	0,657	65,73%
41	166,400	0,674	67,38%
42	166,400	0,690	69,04%
43	166,400	0,707	70,70%
44	166,400	0,724	72,35%
45	166,400	0,740	74,01%
46	166,400	0,757	75,66%
47	166,400	0,773	77,32%
48	166,400	0,790	78,97%

N° fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)
49	166,400	0,806	80,63%
50	166,400	0,823	82,28%
51	166,400	0,839	83,94%
52	166,400	0,856	85,60%
53	166,400	0,873	87,25%
54	166,600	0,889	88,91%
55	166,600	0,906	90,56%
56	190,100	0,922	92,22%
57	190,300	0,939	93,87%
58	214,000	0,955	95,53%
59	262,600	0,972	97,19%
60	310,100	0,988	98,84%

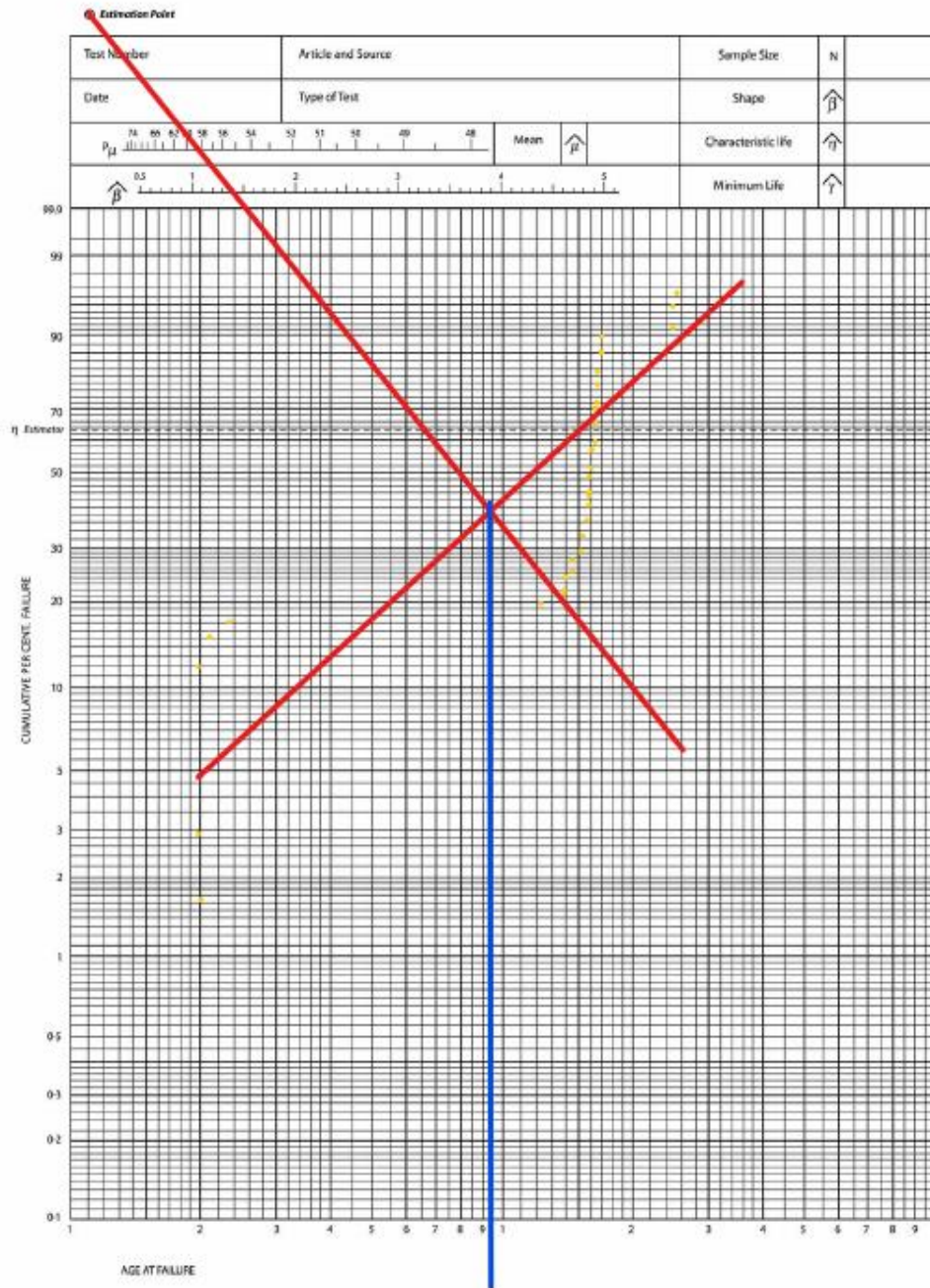


Figura 66.- Papel de Weibull del microdosificador.

En la figura 66 se observa la presencia de datos dispersos, los cuales ayudan a obtener la línea media entre los mismos y mediante la unión del punto de referencia con una línea perpendicular trazada, se obtiene que el valor del parámetro de forma es 95 y el parámetro calculado es 1,32.

Tabla 348.- Parámetros de fallas del microdosificador.

P_{μ}	58,5
β	1,32
η	95

Tabla 349.- Fiabilidad de Weibull del microdosificador.

Nº fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)	R(t)	R(t)%
1	20,600	0,012	1,16%	0,9492	94,92%
2	20,600	0,028	2,81%	0,9492	94,92%
3	20,600	0,045	4,47%	0,9492	94,92%
4	20,600	0,061	6,13%	0,9492	94,92%
5	20,600	0,078	7,78%	0,9492	94,92%
6	20,800	0,094	9,44%	0,9486	94,86%
7	20,800	0,111	11,09%	0,9486	94,86%
8	20,850	0,127	12,75%	0,9484	94,84%
9	21,000	0,144	14,40%	0,9480	94,80%
10	21,400	0,161	16,06%	0,9468	94,68%
11	24,000	0,177	17,72%	0,9392	93,92%
12	118,000	0,194	19,37%	0,6546	65,46%
13	141,600	0,210	21,03%	0,5902	59,02%
14	142,300	0,227	22,68%	0,5883	58,83%
15	142,300	0,243	24,34%	0,5883	58,83%
16	142,600	0,260	25,99%	0,5875	58,75%
17	142,600	0,276	27,65%	0,5875	58,75%
18	142,600	0,293	29,30%	0,5875	58,75%
19	142,700	0,310	30,96%	0,5873	58,73%
20	165,000	0,326	32,62%	0,5307	53,07%
21	166,000	0,343	34,27%	0,5282	52,82%
22	166,000	0,359	35,93%	0,5282	52,82%
23	166,000	0,376	37,58%	0,5282	52,82%
24	166,000	0,392	39,24%	0,5282	52,82%
25	166,000	0,409	40,89%	0,5282	52,82%
26	166,000	0,425	42,55%	0,5282	52,82%
27	166,000	0,442	44,21%	0,5282	52,82%
28	166,200	0,459	45,86%	0,5277	52,77%
29	166,200	0,475	47,52%	0,5277	52,77%
30	166,200	0,492	49,17%	0,5277	52,77%
31	166,200	0,508	50,83%	0,5277	52,77%
32	166,300	0,525	52,48%	0,5275	52,75%
33	166,400	0,541	54,14%	0,5273	52,73%
34	166,400	0,558	55,79%	0,5273	52,73%
35	166,400	0,575	57,45%	0,5273	52,73%
36	166,400	0,591	59,11%	0,5273	52,73%
37	166,400	0,608	60,76%	0,5273	52,73%
38	166,400	0,624	62,42%	0,5273	52,73%
39	166,400	0,641	64,07%	0,5273	52,73%
40	166,400	0,657	65,73%	0,5273	52,73%
41	166,400	0,674	67,38%	0,5273	52,73%
42	166,400	0,690	69,04%	0,5273	52,73%
43	166,400	0,707	70,70%	0,5273	52,73%
44	166,400	0,724	72,35%	0,5273	52,73%

Nº fallas i	TO(h)	Rango medio Fi	Frecuencia de falla acumulativa Fi(%)	R(t)	R(t)%
45	166,400	0,740	74,01%	0,5273	52,73%
46	166,400	0,757	75,66%	0,5273	52,73%
47	166,400	0,773	77,32%	0,5273	52,73%
48	166,400	0,790	78,97%	0,5273	52,73%
49	166,400	0,806	80,63%	0,5273	52,73%
50	166,400	0,823	82,28%	0,5273	52,73%
51	166,400	0,839	83,94%	0,5273	52,73%
52	166,400	0,856	85,60%	0,5273	52,73%
53	166,400	0,873	87,25%	0,5273	52,73%
54	166,600	0,889	88,91%	0,5268	52,68%
55	166,600	0,906	90,56%	0,5268	52,68%
56	190,100	0,922	92,22%	0,4719	47,19%
57	190,300	0,939	93,87%	0,4715	47,15%
58	214,000	0,955	95,53%	0,4208	42,08%
59	262,600	0,972	97,19%	0,3307	33,07%
60	310,100	0,988	98,84%	0,2590	25,90%

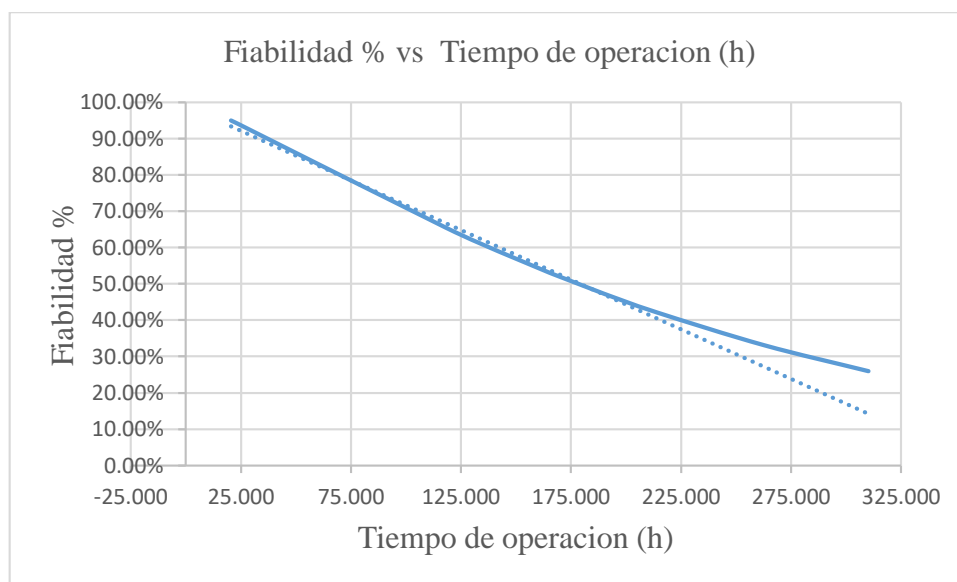


Figura 67.- Fiabilidad vs tiempo de operación del microdosificador.

En la figura 67 se observa una trayectoria logarítmica ya que los datos se encuentran correlacionados generando una línea con tendencia decreciente, también se aprecia que existe una alta fiabilidad del microdosificador con relación a los tiempos de operación y posterior a su puesta en marcha esta decrece en función de su uso y posibles fallas que presenta en el desarrollo de sus funciones.

Gamas de mantenimiento

Tabla 350.- Frecuencia de mantenimiento del microdosificador del mes de Enero.

Mes		ENERO																																		
Máquina	Microdosificador	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES				
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																			
	Limpieza de la carcasa y compuertas																																			
	Limpieza zona del equipo																																			
	Limpieza de la carcasa y compuertas																																			
	Limpieza zona del equipo																																			
	Limpieza de la carcasa y compuertas																																			
	Limpieza zona del equipo																																			
	Limpieza de la carcasa y compuertas																																			
	Limpieza del cableado eléctrico																																			
	Limpieza del interruptor de corriente																																			
	Limpieza del área del motor eléctrico																																			
	Control de conexiones eléctricas																																			
	Control de apriete de los pernos																																			
	Control de estabilidad de la estructura																																			
	Lubricación de cojinetes																																			

Tabla 351.- Frecuencia de mantenimiento del microdosificador del mes de Febrero.

Mes		FEBRERO																															
Máquina	Microdosificador	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	DOMINGO			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29			
Tipo	Actividades																																
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de la carcasa y compuertas																																
	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de la carcasa y compuertas																																
	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de la carcasa y compuertas																																
	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de la carcasa y compuertas																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Control de conexiones eléctricas																																
	Control de apriete de los pernos																																
	Control de estabilidad de la estructura																																
	Lubricación de cojinetes																																

Tabla 352.- Frecuencia de mantenimiento del microdosificador del mes de Marzo.

Mes		MARZO																																	
Máquina	Microdosificador	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES			
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																		
	Limpieza de la carcasa y compuertas																																		
	Limpieza zona del equipo																																		
	Limpieza de la carcasa y compuertas																																		
	Limpieza zona del equipo																																		
	Limpieza de la carcasa y compuertas																																		
	Limpieza zona del equipo																																		
	Limpieza de la carcasa y compuertas																																		
	Limpieza del cableado eléctrico																																		
	Limpieza del interruptor de corriente																																		
	Limpieza del área del motor eléctrico																																		
	Control de conexiones eléctricas																																		
	Control de apriete de los pernos																																		
	Control de estabilidad de la estructura																																		
	Lubricación de cojinetes																																		

Tabla 353.- Frecuencia de mantenimiento del microdosificador del mes de Abril.

Mes		ABRIL																													
Máquina	Microdosificador	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Preventivo	Limpieza zona del equipo			■							■							■							■						
	Limpieza de la carcasa y compuertas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Limpieza zona del equipo			■							■							■							■						
	Limpieza de la carcasa y compuertas			■							■							■							■						
	Limpieza zona del equipo			■							■							■							■						
	Limpieza de la carcasa y compuertas			■							■							■							■						
	Limpieza zona del equipo				■							■							■							■					
	Limpieza de la carcasa y compuertas				■							■							■							■					
	Limpieza del cableado eléctrico				■							■							■							■					
	Limpieza del interruptor de corriente				■							■							■							■					
	Limpieza del área del motor eléctrico				■							■							■							■					
	Control de conexiones eléctricas																													■	
	Control de apriete de los pernos																														■
	Control de estabilidad de la estructura																														■
	Lubricación de cojinetes																														■

Tabla 354.- Frecuencia de mantenimiento del microdosificador del mes de Mayo.

Mes		MAYO																																
Máquina	Microdosificador	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la carcasa y compuertas																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la carcasa y compuertas																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la carcasa y compuertas																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la carcasa y compuertas																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor eléctrico																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de apriete de los pernos																																	
	Control de estabilidad de la estructura																																	
	Lubricación de cojinetes																																	

Tabla 355.- Frecuencia de mantenimiento del microdosificador del mes de Junio.

Mes		JUNIO																																
Máquina	Microdosificador	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES			
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la carcasa y compuertas																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la carcasa y compuertas																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la carcasa y compuertas																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la carcasa y compuertas																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor eléctrico																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de apriete de los pernos																																	
	Control de estabilidad de la estructura																																	
	Lubricación de cojinetes																																	

Tabla 356.- Frecuencia de mantenimiento del microdosificador del mes de Julio.

Mes		JULIO																																
Máquina	Microdosificador	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la carcasa y compuertas																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la carcasa y compuertas																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la carcasa y compuertas																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la carcasa y compuertas																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor eléctrico																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de apriete de los pernos																																	
	Control de estabilidad de la estructura																																	
	Lubricación de cojinetes																																	

Tabla 357.- Frecuencia de mantenimiento del microdosificador del mes de Agosto.

Mes		AGOSTO																																
Máquina	Microdosificador	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES		
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la carcasa y compuertas																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la carcasa y compuertas																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la carcasa y compuertas																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la carcasa y compuertas																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor eléctrico																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de apriete de los pernos																																	
	Control de estabilidad de la estructura																																	
	Lubricación de cojinetes																																	

Tabla 358.- Frecuencia de mantenimiento del microdosificador del mes de Septiembre.

Mes		SEPTIEMBRE																													
Máquina	Microdosificador	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Preventivo	Limpieza zona del equipo				■							■							■							■					
	Limpieza de la carcasa y compuertas	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Limpieza zona del equipo				■							■							■							■					
	Limpieza de la carcasa y compuertas				■							■							■							■					
	Limpieza zona del equipo				■							■							■							■					
	Limpieza de la carcasa y compuertas				■							■							■							■					
	Limpieza zona del equipo					■							■							■							■				
	Limpieza de la carcasa y compuertas					■							■							■							■				
	Limpieza del cableado eléctrico					■							■							■							■				
	Limpieza del interruptor de corriente					■							■							■							■				
	Limpieza del área del motor eléctrico					■							■							■							■				
	Control de conexiones eléctricas																												■		
	Control de apriete de los pernos																												■		
	Control de estabilidad de la estructura																													■	
	Lubricación de cojinetes																													■	

Tabla 359.- Frecuencia de mantenimiento del microdosificador del mes de Octubre.

Mes		OCTUBRE																														
Máquina	Microdosificador	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Preventivo	Limpieza zona del equipo		■							■							■							■							■	
	Limpieza de la carcasa y compuertas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Limpieza zona del equipo		■							■							■							■							■	
	Limpieza de la carcasa y compuertas		■							■							■							■							■	
	Limpieza zona del equipo		■							■							■							■							■	
	Limpieza de la carcasa y compuertas		■							■							■							■							■	
	Limpieza zona del equipo			■								■						■							■						■	
	Limpieza de la carcasa y compuertas			■								■						■							■						■	
	Limpieza del cableado eléctrico			■								■						■							■						■	
	Limpieza del interruptor de corriente			■								■						■							■						■	
	Limpieza del área del motor eléctrico			■								■						■							■						■	
	Control de conexiones eléctricas																														■	
	Control de apriete de los pernos																														■	
	Control de estabilidad de la estructura																														■	
	Lubricación de cojinetes																														■	

Tabla 360.- Frecuencia de mantenimiento del microdosificador del mes de Noviembre.

Mes		NOVIEMBRE																																
Máquina	Microdosificador	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES			
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la carcasa y compuertas																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la carcasa y compuertas																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la carcasa y compuertas																																	
	Limpieza zona del equipo																																	
	Limpieza de la carcasa y compuertas																																	
	Limpieza del cableado eléctrico																																	
	Limpieza del interruptor de corriente																																	
	Limpieza del área del motor eléctrico																																	
	Control de conexiones eléctricas																																	
	Control de apriete de los pernos																																	
	Control de estabilidad de la estructura																																	
	Lubricación de cojinetes																																	

Tabla 361.- Frecuencia de mantenimiento del microdosificador del mes de Diciembre.

Mes		DICIEMBRE																															
Máquina	Microdosificador	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	
Tipo	Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Preventivo	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de la carcasa y compuertas																																
	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de la carcasa y compuertas																																
	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de la carcasa y compuertas																																
	Limpieza zona del equipo																																
	Limpieza de la carcasa y compuertas																																
	Limpieza del cableado eléctrico																																
	Limpieza del interruptor de corriente																																
	Limpieza del área del motor eléctrico																																
	Control de conexiones eléctricas																																
	Control de apriete de los pernos																																
	Control de estabilidad de la estructura																																
	Lubricación de cojinetes																																

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Mediante la recolección, análisis y validación de la información histórica en la planta respecto a los fallos, paros y averías existentes en el tiempo de funcionamiento desde la puesta en marcha de los equipos, se logró establecer el estado actual de la maquinaria presente en el área de molienda es de nuevas, determinando que por su poco tiempo de uso estas tienden a tener un alto índice de fiabilidad ya que el tipo de fallas no son representativas o comprometen a la línea de producción, conformando el estadístico anual de manera técnica, que posteriormente permite obtener los valores de la disponibilidad mediante realización de varias tablas en un software de cálculo, simplificando la obtención de resultados.

Empleando la Nota Técnica de Prevención NTP 679, se desarrolló las matrices AMFE correspondientes a cada máquina, estableciendo que los equipos con mayor índice de prioridad de riesgo, son conformados por elementos que permiten la transmisión de movimiento o de giro (cojinetes, rodamientos, chumaceras) siendo el microdosificador, los molinos de rodillo y de martillo los más propensos a una falla y esto se debe a que al estar empleados en un ambiente en donde existe polvo de harinas, de espesores micrométricos y que se encuentran libres en el aire, pueden llegar a influir en el adecuado funcionamiento de los mismo y por ende una para inesperada de la máquina seguido de la afectación al proceso de producción.

La realización de la bitácora de mantenimiento con sus respectivas gamas se dio mediante el análisis de los resultados obtenidos empleando AMFE, acompañadas del análisis de fiabilidad basado en WEIBULL, estableciendo valores más certeros, seguido de un análisis IN SITU. Enfocando actividades diarias de limpieza de las zonas de la maquinaria y estableciendo los procesos más complejos cada 3 semanas, ya que la planta trabaja 3 semanas continuas y una realiza una para total.

La documentación técnica realizada para la conformación del presente plan de mantenimiento agrupando en un compendio de varios módulos, para ser entregado a la empresa, el mismo que permite darle control y seguimiento a las acciones establecidas en las gamas anteriormente, desarrollado exclusivamente para la industria de las harinas de

consumo humano y bajo las directrices establecidas por el jefe de área de Molinos Miraflores.

4.2 Recomendaciones

Analizar los documentos y manuales existentes de las máquinas tanto en la etapa de parada, como en la de funcionamiento de cada equipo del área de molienda.

En el proceso de recolección de información en planta, se requiere el acompañamiento del técnico encargado del mantenimiento, facilitando la inducción del funcionamiento de la maquinaria.

Para el desarrollo del estadístico, hay que cotejar la información recabada en documentación física como documentación digital con el personal de mantenimiento, logrando evitar pasar por alto información que no haya sido tomada en cuenta en la realización de dichos documentos.

Realizar las gráficas de WEIBULL empleando un software de cálculo básico, con el fin de obtener datos más fiables, descartando los errores de interpretación de la gráfica desarrollada manualmente.

La planta de molinos Miraflores por su gran envergadura, consta de 4 áreas de producción para lo cual se debe complementar el presente documento con la realización del plan de mantenimiento preventivo para las áreas de silo, limpieza y embalaje.

Abocar esfuerzos y recursos para la correcta aplicación de los procesos de mantenimiento preventivo tanto a los molinos de rodillo simple como al molino de rodillo doble.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. A. Viscaíno Cuzco, Desarrollo de un plan de mantenimiento para el funcionamiento adecuado de los equipos eléctrico y mecánicos de un edificio de oficinas en la ciudad de Cuenca, Riobamba: Escuela Politécnica de Chimborazo, 2016.
- [2] J. C. Calloni, Mantenimiento Electrico y Mecanico para pequeñas y medianas empresas, Buenos Aires: Nobuko, 2007.
- [3] B. A. Alarcon Quiñonez y D. M. Romero Montenegro, Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para una empresa productora y comercializadora de harina y aceite de pescado ubicada en la ciudad de santa elena, Guayaquil: Universidad Politecnica Salesiana, 2020.
- [4] F. Herraes Garrido, «El análisis modal de fallos y efectos: una primera aproximación a su aplicación en la industria del aserradero de la madera en rollo,» *5° Congreso Forestal Español*, pp. 2-10, 2019.
- [5] A. P. Suárez Barahona, Elaboración e implementación del programa de mantenimiento preventivo para la empresa “Molinos El fénix”, para mejorar la confiabilidad de su maquinaria y equipos, Riobamba: Universidad Nacional del Chimborazo, 2013.
- [6] A. L. Proaño Villacrés, Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para el Molino Santa Rosa de la empresa Industrias Catedral S.A., Ambato: Universidad Tecnica de Ambato, 2021.
- [7] R. Piqueras y J. M. Fernandez, «Análisis de Datos para el Mantenimiento Preventivo de Maquinaria,» *Estudios en Ingeniería y Tecnología*, vol. 7, nº 1, pp. 1-8, 2020.
- [8] E. Andrea y C. Sierra, Técnicas de mantenimiento en instalaciones mineras, vol. I, Santander: UC, 2017.
- [9] M. Pinzón, D. Mesa Grajales y Y. Ortiz Sánchez, «La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento,» vol. 1, nº 30, pp. 155-161, 2006.
- [10] J. A. Medrano Vazquez, V. L. Gonzales Ajuech y V. M. Diaz de Leon Satiago, Mantenimiento. Técnicas y aplicaciones industriales, México: Grupo Editorial Patria, 2017.
- [11] P. Viveros, R. Stegmaier, F. Kristjanpoller, L. Barbera y A. Crespo, «Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo,» *Ingeniare*, vol. 21, nº 1, pp. 125-138, 2013.

- [12] R. Rios Ramirez, Metodología para la investigación y redacción, Malaga: Servicios Académicos Intercontinentales S.L, 2017.
- [13] E. Cansino Flores, «Planificación del mantenimiento,» de *Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo y seguridad industrial para la fábrica Minerosa*, Quito, Universidad Politécnica Nacional, 2015, p. 21.
- [14] B. S. Dhillon, Engineering Maintenance: A Modern Approach, Boca Raton: CRC Press, 2002.
- [15] C. A. Montilla Montaña,, Fundamentos de mantenimiento industrial, Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, 2016.
- [16] M. García Córdoba, «Una polémica trascendental sobre el mantenimiento preventivo y predictivo,» vol. 3, nº 8, pp. 1-10, 2017.
- [17] E. Dounce Villanueva, «Mantenimiento,» de *La productividad en el mantenimiento industrial*, MEXICO, Patria, 2007, pp. 42-50.
- [18] A. M. Amaguaña Moreta, “Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para el ascensor del edificio de la carrera de ingeniería civil de la facultad de ingeniería civil y mecánica de la Universidad Técnica De Ambato”, Ambato: Universidad Tecnica de Ambato, 2021.
- [19] M. E. Tamariz Velez, Diseño del plan de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos móviles y fijos de la empresa MIRASOL S.A., Cuenca: Universidad de Cuenca, 2014.
- [20] J. Diaz Navarro, «Gestión de equipos,» de *Técnicas de mantenimiento industrial*, Madrid, Editorial ALCIÓN, 2004, pp. 13-21.
- [21] O. García Palencia, «Mantenimiento y tipo de mantenimiento,» de *Gestión Moderna del mantenimiento Industrial Principios Fundamentales*, Bogotá, Ediciones de la U, 2012, pp. 22-70.
- [22] R. Angel Casca y H. Olaya Vargas, Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para le empresa AGROANGEL, Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, 2014.
- [23] M. Bestratén Belloví, R. Orriols Ramos y C. Mata París, «NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE». ESPAÑA 2004.
- [24] J. Aguilar Otero, R. Torres Arcique y D. Magaña Jiménez, «Tecnología, Ciencia, Educación,» vol. 25, nº 1, pp. 14-25, 2010.
- [25] I. E. d. S. Social, «Decreto Ejecutivo 2393 Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo». Ecuador Patente 418, 2015.

- [26] N. Aguado Quintero, «La Tribología,» *Lubricación y Mantenimiento Industrial*, pp. 6-10, 2015.
- [27] R. E. Otañez Tobar, Elaboracion de un plan de mantenimiento para el molino de maiz en la empresa Molinos Poulter., Ambato: Universidad Tecnica de Ambato, 2006.
- [28] I. R. Cuadrado Moncayo y J. L. Rueda Castillo, Diseño y contrucción de un molino de martillos, Quito: Universidad San Francisco de Quito, 2009.



NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE

Analyse des modes de défauts et effets. AMDE
Failure Mode and Effect Analysis. FMEA

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

Redactores:

Manuel Bestratén Belloví
Ingeniero Industrial

Rosa M^a Oriols Ramos
Licenciada en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE
CONDICIONES DE TRABAJO

Carles Mata París
Ingeniero Técnico

SEAT, S.A.

La presente NTP tiene por objeto exponer el método de análisis modal de fallos y efectos de elementos clave de procesos o productos. Esta herramienta es una de las tradicionales empleadas en el ámbito de la Calidad para la identificación y análisis de potenciales desviaciones de funcionamiento o fallos, preferentemente en la fase de diseño. Se trata de un método cualitativo que por sus características, resulta de utilidad para la prevención integral de riesgos, incluidos los laborales.

1. INTRODUCCIÓN

El AMFE fue aplicado por vez primera por la industria aeroespacial en la década de los 60, e incluso recibió una especificación en la norma militar americana MIL-STD-16291 titulada "Procedimientos para la realización de análisis de modo de fallo, efectos y criticidad". En la década de los 70 lo empezó a utilizar Ford, extendiéndose más tarde al resto de fabricantes de automóviles. En la actualidad es un método básico de análisis en el sector del automóvil que se ha extrapolado satisfactoriamente a otros sectores. Este método también puede recogerse con la denominación de AMFEC (Análisis Modal de Fallos, Efectos y su Criticidad), al introducir de manera remarcable y más precisa la especial gravedad de las consecuencias de los fallos.

Aunque la técnica se aplica fundamentalmente para analizar un producto o proceso en su fase de diseño, este método es válido para cualquier tipo de proceso o situación, entendiendo que los procesos se encuentran en todos los ámbitos de la empresa, desde el diseño y montaje hasta la fabricación, comercialización y la propia organización en todas las áreas funcionales de la empresa. Evidentemente, este método a pesar de su enorme sencillez es usualmente aplicado a elementos o procesos clave en donde los fallos que pueden acontecer, por sus consecuencias puedan tener repercusiones importantes en los resultados esperados. El principal interés del AMFE es el de resaltar los puntos críticos con el fin de eliminarlos o establecer un sistema preventivo (medidas correctoras) para evitar su aparición o minimizar sus consecuencias, con lo que se puede convertir en un riguroso procedimiento de detección de defectos potenciales, si se aplica de manera sistemática.

La aplicación del AMFE por los grupos de trabajo implicados en las instalaciones o procesos productivos de los que son en parte conductores o en parte usuarios en sus diferentes aspectos, aporta un mayor conocimiento de los mismos y sobre todo de sus aspectos más débiles, con las consiguientes medidas preventivas a aplicar para su necesario control. Con ello se está facilitando la integración de la cultura preventiva en la empresa, descubriéndose que mediante el trabajo en equipo es posible profundizar de manera ágil en el conocimiento y mejoría de la calidad de productos y procesos reduciendo costes.

En la medida que el propósito del AMFE consiste en sistematizar el estudio de un proceso/producto, identificar los puntos de fallo potenciales, y elaborar planes de acción para combatir los riesgos, el procedimiento, como se verá, es asimilable a otros métodos simplificados empleados en prevención de riesgos laborales. Este método emplea criterios de clasificación que también son propios de la Seguridad en el Trabajo, como la posibilidad de acontecimiento de los fallos o hechos indeseados y la severidad o gravedad de sus consecuencias. Ahora bien, el AMFE introduce un factor de especial interés no utilizado normalmente en las evaluaciones simplificadas de riesgos de accidente, que es la capacidad de detección del fallo producido por el destinatario o usuario del equipo o proceso analizado, al que el método originario denomina cliente. Evidentemente tal cliente o usuario podrá ser un trabajador o equipo de personas que reciben en un momento determinado un producto o parte del mismo en un proceso productivo, para intervenir en él, o bien en último término, el usuario final de tal producto cuando haya de utilizarlo en su lugar de aplicación. Es sabido que los fallos materiales suelen estar mayoritariamente asociados en su origen a la fase de diseño y cuanto más se tarde en detectarlos más costosa será su solución. De ahí la importancia de realizar el análisis de potenciales problemas en instalaciones, equipos y procesos desde el inicio de su concepción y pensando siempre en las diferentes fases de su funcionamiento previsto. A continuación se aportan una serie de definiciones sobre los conceptos asumidos por este método.

Este método no considera los errores humanos directamente, sino su correspondencia inmediata de mala operación en la situación de un componente o sistema. En definitiva, el AMFE es un método cualitativo que permite relacionar de manera sistemática una relación de fallos posibles, con sus consiguientes efectos, resultando de fácil aplicación para analizar cambios en el diseño o modificaciones en el proceso.

2. DEFINICIONES DE TÉRMINOS FUNDAMENTALES DEL AMFE

Como paso previo a la descripción del método y su aplicación es necesario sentar los términos y conceptos fundamentales, que a continuación se describen.

Ciente o usuario

Solemos asociar la palabra cliente al usuario final del producto fabricado o el destinatario-usuario del resultado del proceso o parte del mismo que ha sido analizado. Por lo tanto, en el AMFE, el cliente dependerá de la fase del proceso o del ciclo de vida del producto en el que apliquemos el método. La situación más crítica se produce cuando un fallo generado en un proceso productivo que repercute decisivamente en la calidad de un producto no es controlado a tiempo y llega en tales condiciones al último destinatario o cliente.

Si uno de los aspectos determinantes del método es asegurar la satisfacción de las necesidades de los usuarios, evitando los fallos que generan problemas e insatisfacciones, para conocerlas es necesario tener herramientas que nos permitan registrarlas. Para ello disponemos, entre otras, de dos herramientas: los cuestionarios de satisfacción de necesidades de clientes o usuarios y la doble matriz de información para comprobar como los resultados esperados de productos/procesos responden a las expectativas de sus usuarios.

El propósito del diseño, o sea lo que se espera se consiga o no del mismo, debe estar acorde con las necesidades y requisitos que pide el usuario; con lo que al realizar el AMFE y aplicarlo en la fase de diseño siempre hay que pensar en el cliente-usuario, ese "quien", es el que nos marca el objetivo final.

Es por eso que las funciones prioritarias al realizar el AMFE son las denominadas "funciones de servicio", este tipo de funciones nos permitirán conocer el susodicho grado de satisfacción del cliente tanto de uso del producto como de estimación (complacencia). Las "funciones de servicio" son necesidades directas de los sistemas analizados y no dependen solo de la tecnología, es por eso que para determinarlas hay que analizar, como se ha dicho, dos aspectos: las necesidades que se tienen que satisfacer y el impacto que tienen sobre el cliente dichas necesidades. Esto nos permitirá determinar y priorizar las funciones de servicio y a partir de ahí realizar el AMFE.

Producto

El producto puede ser una pieza, un conjunto de piezas, el producto final obtenido de un proceso o incluso el mismo proceso. Lo importante es poner el límite a lo que se pretende analizar y definir la función esencial a realizar, lo que se denomina identificación del elemento y determinar de que subconjuntos / subproductos está compuesto el producto.

Por ejemplo: podemos analizar un vehículo motorizado en su conjunto o el sistema de carburación del mismo. Evidentemente, según el objetivo del AMFE, podrá ser suficiente revisar las funciones esenciales de un producto o profundizar en alguna de sus partes críticas para analizar en detalle sus modos de fallo.

Seguridad de funcionamiento

Hablamos de seguridad de funcionamiento como concepto integrador, ya que además de la fiabilidad de respuesta a sus funciones básicas se incluye la conservación, la disponibilidad y la seguridad ante posibles riesgos de daños tanto en condiciones normales en el régimen de funcionamiento como ocasionales. Al analizar tal seguridad de funcionamiento de un producto/proceso, a parte de los mismos, se habrán de detectar los diferentes modos o maneras de producirse los fallos previsible con su detectabilidad (facilidad de detección), su frecuencia y gravedad o severidad, y que a continuación se definen.

Detectabilidad

Este concepto es esencial en el AMFE, aunque como se ha dicho es novedoso en los sistemas simplificados de evaluación de riesgos de accidente.

Si durante el proceso se produce un fallo o cualquier "output" defectuoso, se trata de averiguar cuan probable es que no lo "detectemos", pasando a etapas posteriores, generando los consiguientes problemas y llegando en último término a afectar al cliente – usuario final.

Cuanto más difícil sea detectar el fallo existente y más se tarde en detectarlo más importantes pueden ser las consecuencias del mismo.

Frecuencia

Mide la repetitividad potencial u ocurrencia de un determinado fallo, es lo que en términos de fiabilidad o de prevención llamamos la probabilidad de aparición del fallo.

Gravedad

Mide el daño normalmente esperado que provoca el fallo en cuestión, según la percepción del cliente - usuario. También cabe considerar el daño máximo esperado, el cual iría asociado también a su probabilidad de generación.

Índice de Prioridad de Riesgo (IPR)

Tal índice está basado en los mismos fundamentos que el método histórico de evaluación matemática de riesgos de FINE, William T., si bien el índice de prioridad del AMFE incorpora el factor detectabilidad. Por tanto, tal índice es el producto de la frecuencia por la gravedad y por la detectabilidad, siendo tales factores traducibles a un código numérico adimensional que permite priorizar la urgencia de la intervención, así como el orden de las acciones correctoras. Por tanto debe ser calculado para todas las causas de fallo.

$$IPR = D.G.F$$

Es de suma importancia determinar de buen inicio cuales son los puntos críticos del producto/proceso a analizar. Para ello hay que recurrir a la observación directa que se realiza por el propio grupo de trabajo, y a la aplicación de técnicas generales de análisis desde el "brainstorming" a los diagramas causa-efecto de Isikawa, entre otros, que por su sencillez son de conveniente utilización. La aplicación de dichas técnicas y el grado de profundización en el análisis depende de la composición del propio grupo de trabajo y de su cualificación, del tipo de producto a analizar y como no, del tiempo hábil disponible.

3. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

A continuación se indican de manera ordenada y esquemática los pasos necesarios con los correspondientes informaciones a cumplimentar en la hoja de análisis para la aplicación del método AMFE de forma genérica. El esquema de presentación de la información que se muestra en esta NTP tiene un valor meramente orientativo, pudiendo adaptarse a las características e intereses de cada organización. No obstante, el orden de cumplimentación sigue el mismo en el que los datos deberán ser recabados. Al final se adjunta una sencilla aplicación práctica, a modo de ejemplo. En primer lugar habría que definir si el AMFE a realizar es de proyecto o de producto/proceso. Cuando el AMFE se aplica a un proceso de-

terminado, hay que seleccionar los elementos clave del mismo asociados al resultado esperado. Por ejemplo, supongamos que se trata de un proceso de intercambio térmico para enfriar un reactor químico, los elementos clave a aplicar entonces en el AMFE podrían ser el propio intercambiador y la bomba de suministro de fluido refrigerante. En todo caso, hablemos de producto o proceso, en el AMFE nos centraremos en el análisis de elementos materiales con unas características determinadas y con unos modos de fallo que se trata de conocer y valorar.

Denominación del componente e identificación

Debe identificarse el PRODUCTO o parte del PROCESO incluyendo todos los subconjuntos y los componentes que forman parte del producto/proceso que se vaya a analizar, bien sea desde el punto de vista de diseño del producto/proyecto o del proceso propiamente dicho. Es útil complementar tal identificación con códigos numéricos que eviten posibles confusiones al definir los componentes.

Parte del componente. Operación o función

Se completa con distinta información dependiendo de si se está realizando un AMFE de diseño o de proceso.

Para el AMFE de diseño se incluyen las partes del componente en que puede subdividirse y las funciones que realiza cada una de ellas, teniendo en cuenta las interconexiones existentes. Para el AMFE de proceso se describirán todas las operaciones que se realizan a lo largo del proceso o parte del proceso productivo considerado, incluyendo las operaciones de aprovisionamiento, de producción, de embalaje, de almacenado y de transporte.

Fallo o Modo de fallo

El "Modo de Fallo Potencial" se define como la forma en la que una pieza o conjunto pudiera fallar potencialmente a la hora de satisfacer el propósito de diseño/proceso, los requisitos de rendimiento y/o las expectativas del cliente.

Los modos de fallo potencial se deben describir en términos "físicos" o técnicos, no como síntoma detectable por el cliente. El error humano de acción u omisión en principio no es un modo de fallo del componente analizado. Es recomendable numerarlos correlativamente.

Un fallo puede no ser detectable inmediatamente, ello como se ha dicho es un aspecto importante a considerar y por tanto no debería nunca pasarse por alto.

Efecto/s del fallo

Normalmente es el síntoma detectado por el cliente/usuario del modo de fallo, es decir si ocurre el fallo potencial como lo percibe el cliente, pero también como repercute en el sistema. Se trata de describir las consecuencias no deseadas del fallo que se puede observar o detectar, y siempre deberían indicarse en términos de rendimiento o eficacia del producto/proceso. Es decir, hay que describir los síntomas tal como lo hace el propio usuario.

Cuando se analiza solo una parte se tendrá en cuenta la repercusión negativa en el conjunto del sistema, para así poder ofrecer una descripción más clara del efecto.

Si un modo de fallo potencial tiene muchos efectos, a la hora de evaluar, se elegirán los más graves.

Causas del modo de fallo

La causa o causas potenciales del modo de fallo están en el origen del mismo y constituyen el indicio de una debilidad del diseño cuya consecuencia es el propio modo de fallo.

Es necesario relacionar con la mayor amplitud posible todas las causas de fallo concebibles que pueda asignarse a cada modo de fallo. Las causas deberán relacionarse de la forma más concisa y completa posible para que los esfuerzos de corrección puedan dirigirse adecuadamente. Normalmente un modo de fallo puede ser provocado por dos o más causas encadenadas.

Ejemplo de AMFE de diseño:

Supongamos que estamos analizando el tubo de escape de gases de un automóvil en su proceso de fabricación.

- Modo de fallo: Agrietado del tubo de escape
- Efecto: Ruido no habitual
- Causa: Vibración – Fatiga

Ejemplo AMFE de proceso:

Supongamos que estamos analizando la función de refrigeración de un reactor químico a través de un serpentín con aporte continuo de agua.

- Modo de fallo 1: Ausencia de agua.
- Causas: fallo del suministro, fuga en conducción de suministro, fallo de la bomba de alimentación.
- Modo de fallo 2: Pérdida de capacidad refrigerante.
- Causas: Obstrucciones calcáreas en el serpentín, perforación en el circuito de refrigeración.

Efecto en ambos modos de fallo: Incremento sustancial de temperatura. Descontrol de la reacción

Medidas de ensayo y control previstas

En muchos AMFE suele introducirse este apartado de análisis para reflejar las medidas de control y verificación existentes para asegurar la calidad de respuesta del componente/producto/proceso. La fiabilidad de tales medidas de ensayo y control condicionará a su vez a la frecuencia de aparición de los modos de fallo. Las medidas de control deberían corresponderse para cada una de las causas de los modos de fallo.

Gravedad

Determina la importancia o severidad del efecto del modo de fallo potencial para el cliente (no teniendo que ser este el usuario final); valora el nivel de consecuencias, con lo que el valor del índice aumenta en función de la insatisfacción del cliente, la degradación de las prestaciones esperadas y el coste de reparación.

Este índice sólo es posible mejorarlo mediante acciones en el diseño, y no deberían afectarlo los controles derivados de la propia aplicación del AMFE o de revisiones periódicas de calidad.

El cuadro de clasificación de tal índice debería diseñarlo cada empresa en función del producto/servicio, proceso en concreto. Generalmente el rango es con números enteros, en la tabla adjunta la puntuación va del 1 al 10, aunque a veces se usan rangos menores (de 1 a 5), desde una pequeña insatisfacción, pasando por una degradación funcional en el uso, hasta el caso más grave de no adaptación al uso, problemas de seguridad o infracción reglamentaria importante. Una clasificación tipo podría ser la representada en la tabla 1

TABLA 1. Clasificación de la gravedad del modo fallo según la repercusión en el cliente/usuario

GRAVEDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Baja Repercusiones imperceptibles	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo.	1
Baja Repercusiones irrelevantes apenas perceptibles	El tipo de fallo originaría un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, éste observaría un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable	2-3
Moderada Defectos de relativa importancia	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observará deterioro en el rendimiento del sistema	4-6
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.	7-8
Muy Alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponde un 10	9-10

Desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales, la gravedad valora las consecuencias de la materialización del riesgo, entendiéndolas como el accidente o daño más probable/habitual. Ahora bien, en el AMFE se enriquece este concepto introduciendo junto a la importancia del daño del tipo que sea en el sistema, la percepción que el usuario-cliente tiene del mismo. Es decir, el nivel de gravedad del AMFE nos estará dando también el grado de importancia del fallo desde el punto de vista de sus peores consecuencias, tanto materiales como personales u organizacionales.

Siempre que la gravedad esté en los niveles de rango de gravedad superior a 4 y la detectabilidad sea superior a 4, debe considerarse el fallo y las características que le corresponden como importantes. Aunque el IPR resultante sea menor al especificado como límite, conviene actuar sobre estos modos de fallo. De ahí que cuando al AMFE se incorpora tal atención especial a los aspectos críticos, el método se conozca como AMFEC, correspondiendo la última letra a tal aspecto cuantificable de la criticidad

Estas características de criticidad se podrían identificar con algún símbolo característico (por ej. Un triángulo de diferentes colores) en la hoja de registro del AMFE, en el plan de control y en el plano si corresponde.

Frecuencia

Es la Probabilidad de que una causa potencial de fallo (causa específica) se produzca y dé lugar al modo de fallo.

Se trata de una evaluación subjetiva, con lo que se recomienda, si se dispone de información, utilizar datos históricos o estadísticos. Si en la empresa existe un Control Estadístico de Procesos es de gran ayuda para poder objetivar el valor. No obstante, la experiencia es esencial. La frecuencia de los modos de fallo de un producto final con funciones clave de seguridad, adquirido a un proveedor, debería ser suministrada al usuario, como punto de partida, por dicho proveedor. Una posible clasificación se muestra en la tabla 2.

La única forma de reducir el índice de frecuencia es:

- Cambiar el diseño, para reducir la probabilidad de que el fallo pueda producirse.
- Incrementar o mejorar los sistemas de prevención y/o control que impiden que se produzca la causa de fallo.

Controles actuales

En este apartado se deben reflejar todos los controles existentes actualmente para prevenir las causas del fallo y detectar el efecto resultante.

Detectabilidad

Tal como se definió anteriormente este índice indica la probabilidad de que la causa y/o modo de fallo, supuestamente aparecido, sea detectado con antelación suficiente para evitar daños, a través de los "controles actuales" existentes a tal fin. Es decir, la capacidad de de-

TABLA 2. Clasificación de la frecuencia/ probabilidad de ocurrencia del modo de fallo

FRECUENCIA	CRITERIO	VALOR
Muy Baja Improbable	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2-3
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema.	4-5
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	6-8
Muy Alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	9-10

TABLA 3. Clasificación de la facilidad de detección del modo de fallo

DETECTABILIDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes	1
Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque ser la detectado con toda seguridad a posteriori.	2-3
Mediana	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente . Posiblemente se detecte en los últimos estadios de producción	4-6
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7-8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final	9-10

teciar el fallo antes de que llegue al cliente final. Inversamente a los otros índices, cuanto menor sea la capacidad de detección mayor será el índice de detectabilidad y mayor el consiguiente Índice de Riesgo, determinante para priorizar la intervención. Ver la tabla 3.

Se hace necesario aquí puntualizar que la detección no significa control, pues puede haber controles muy eficaces pero si finalmente la pieza defectuosa llega al cliente, ya sea por un error, etc., la detección tendrá un valor alto. Aunque está claro que para reducir este índice sólo se tienen dos opciones:

- Aumentar los controles. Esto supone aumentar el coste con lo que es una regla no prioritaria en los métodos de Calidad ni de Prevención.
- Cambiar el diseño para facilitar la detección.

Índice de Prioridad de Riesgo (IPR)

Es el producto de los tres factores que lo determinan. Dado que tal índice va asociado a la prioridad de intervención, suele llamarse Índice de Prioridad del Riesgo. Debe ser calculado para todas las causas de fallo. No se establece un criterio de clasificación de tal índice. No obstante un IPR inferior a 100 no requeriría intervención salvo que la mejora fuera fácil de introducir y contribuiría a mejorar aspectos de calidad del producto, proceso o trabajo. El ordenamiento numérico de las causas de modos de fallo por tal índice ofrece una primera aproximación de su importancia, pero es la reflexión detenida ante los factores que las determinan, lo que ha de facilitar la toma de decisiones para la acción preventiva. Como todo método cualitativo su principal aportación es precisamente el facilitar tal reflexión.

Acción correctora

Se describirá en este apartado la acción correctora propuesta. Generalmente el tipo de acción correctora que elegiremos seguirá los siguientes criterios, de ser posible:

- Cambio en el diseño del producto, servicio o proceso general.
- Cambio en el proceso de fabricación.
- Incremento del control o la inspección.

Siempre hay que mirar por la eficiencia del proceso y la minimización de costes de todo tipo, generalmente es más económico reducir la probabilidad de ocurrencia de fallo que dedicar recursos a la detección de fallos. No obstante, la gravedad de las consecuencias del modo de

fallo debería ser el factor determinante del índice de prioridad del riesgo. O sea, si se llegara al caso de dos situaciones que tuvieran el mismo índice la gravedad sería el factor diferencial que marcaría la prioridad.

Responsable y plazo

Como en cualquier planificación de acciones correctoras se deberá indicar quien es el responsable de cada acción y las fechas previstas de implantación.

Acciones implantadas

Este apartado es opcional, no siempre lo contienen los métodos AMFE, pero puede ser de gran utilidad recogerlo para facilitar el seguimiento y control de las soluciones adoptadas. Se deben reflejar las acciones realmente im-

TABLA 4. Proceso de actuación para la realización de un AMFE de proceso

1. Disponer de un esquema gráfico del proceso productivo (lay-out).
2. Seleccionar procesos/operaciones clave para el logro de los resultados esperados.
3. Crear grupo de trabajo conocedor del proceso en sus diferentes aspectos. Los miembros del grupo deberían haber recibido previamente conocimientos de aplicación de técnicas básicas de análisis de fallos y del AMFE.
4. Recabar información sobre las premisas generales del proceso, funciones de servicio requeridas, exigencias de seguridad y salud en el trabajo y datos históricos sobre incidentes y anomalías generadas.
5. Disponer de información sobre prestaciones y fiabilidad de elementos clave del proceso.
6. Planificar la realización del AMFE, conducido por persona conocedora de la metodología.
7. Aplicar técnicas básicas de análisis de fallos. Es esencial el diagrama causa- efecto o diagrama de la espina de Isikawa.
8. Cumplimentar el formulario del AMFE, asegurando la fiabilidad de datos y respuestas por consenso.
9. Reflexionar sobre los resultados obtenidos y emitir conclusiones sobre las intervenciones de mejora requeridas.
10. Planificar las correspondientes acciones de mejora.

TABLA 5. Ejemplo de formulario de AMFE cumplimentado parcialmente para el análisis de operaciones de soldadura y marcado del proceso de prensas y chapistería

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E.)																		
AMFE DE PROYECTO <input type="checkbox"/>		AMFE DE PROCESO <input type="checkbox"/>		DENOMINACIÓN DEL COMPONENTE / PARTE DEL PROCESO			CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE			Hoja:								
NOMBRE Y DPTO. DE LOS PARTICIPANTES Y/O PROVEEDOR:				COORDINADOR: (Nombre / Dpto.)			MODELO/SISTEMA/FABRICACIÓN			FECHA INICIO: FECHA REVISIÓN:								
OPERACIÓN O FUNCIÓN	FALLO Nº	FALLOS POTENCIALES			ESTADO ACTUAL			ACCIÓN CORRECTORA	RESPONSABLE / PLAZO	SITUACIÓN DE MEJORA								
		MODOS DE FALLO	EFFECTOS	CAUSAS DEL MODO DE FALLO	MEDIDAS DE ENSAYO Y CONTROL PREVISTAS	F	G			D	IPR	ACCIONES IMPLANTADAS	F	G	D	IPR		
Soldadura MIG	1.1	Falta soldadura	Retrabajos, ruidos, falta de rigidez	Defectos de acoplamiento	Ninguna	8	8	2	128	Previstos grupos y aprietes en zona MIG	Proceso Chapa / Anteproyecto							
	1.2			Pestañas fuera de geometría	Ninguna	8	8	2	128	Pestañas bien diseñadas para gar antizar geometría	Proyectos / Anteproyecto							
	1.3	Soldadura defectuosa	Agujeros en chapa	Desacoplamiento chapas	Ninguna	8	8	2	128	Garantizar geometrías y acoplamientos	Proceso Chapa / Anteproyecto							
	1.4	Malta calidad de soldadura	Retrabajos, ruidos, grietas	Parámetros de soldadura incorrectos	Ninguna	2	9	8	144	Acceso restringido a los parámetros de máquina. Control periódico de los mismos.	Proceso Chapa / Anteproyecto							
	1.5	Proyecciones suciedad poros	Óxido, suciedad en bajos en pinturas	Falta de gas. Malos parámetros	Ninguna	6	8	7	336	Incorporar medios en la estación para eliminar suciedad.	Proceso Chapa / Anteproyecto							
	1.6			Ausencia de vallas oscuras	Ninguna	10	8	2	160	Colocar pantallas de protección en zonas de soldadura MIG	Proceso Chapa / Anteproyecto							
	1.7	Deslumbramiento	Problemas de visión de los operarios	Ausencia de puertas oscuras	Ninguna	10	8	2	160	Colocar puertas de protección para no deslumbrar	Proceso Chapa / Anteproyecto							
	1.8	Exceso de humos	Exposición a agentes químicos	Campañas de humos ubicadas muy alejadas de la zona de emanación del humo.	Ninguna	6	8	4	192	Colocar campanas de aspiración justo al lado de la fuente del humo.	Proceso Chapa / Anteproyecto							
	1.9	Exceso de fuego	Proyecciones	No hay protección	Ninguna	6	5	6	180	Caja de latón que protege chapa y la máquina, todo ello en sus partes vistas.	Proceso Chapa / Anteproyecto							

TABLA 5. Continuación

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E.)																
AMFE DE PROYECTO <input type="checkbox"/>		AMFE DE PROCESO <input type="checkbox"/>		DENOMINACIÓN DEL COMPONENTE / PARTE DEL PROCESO				CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE		Hoja:						
NOMBRE Y DPTO. DE LOS PARTICIPANTES Y/O PROVEEDOR:				COORDINADOR: (Nombre / Dpto.)				MODELO/SISTEMA/FABRICACIÓN		FECHA INICIO: FECHA REVISIÓN:						
OPERACIÓN O FUNCIÓN	FALLO N°	FALLOS POTENCIALES			ESTADO ACTUAL	ACCIÓN CORRECTORA	RESPONSABLE / PLAZO	SITUACIÓN DE MEJORA								
		MODOS DE FALLO	EFFECTOS	CAUSAS DEL MODO DE FALLO				ACCIONES IMPLANTADAS	F	G	D	IPR				
				MEDIDAS DE ENSAYO Y CONTROL PREVISTAS	F	G	D	IPR								
Estaciones de geometría y soldadura en general	2.1	Dificultad de controlar puntos de soldadura ocultos	Rechazo, reparaciones, retrabajos	Imposibilidad de control al no poder sacar de la línea piezas que incluyen otras que después quedan tapadas	Ninguna	10	7	8	560	Modificar programas para sacar muestreo sin perder producción	Proceso Chapa / Anteproyecto					
	2.2	Piezas mal posicionadas o invertidas	Rechazos, retrabajos	Útil permite varias posiciones	Ninguna	10	10	5	500	Pokayoke utililaje para encontrar solución	Proceso Chapa / Anteproyecto					
Fechado y marcado de conjuntos	3.1	El marcador no marca	Identificación y reclamación dificultosa, rechazos	Mal funcionamiento del marcador, rotura, falta de energía	Control visual y pe- nalización en audi- toría intermedia	10	6	1	60	Debe integrarse el marcador como un elemento automático más de la instalación	Proceso Chapa / Anteproyecto					
	3.2	Marcaje deficiente	Identificación y reclamación dificultosa, rechazos	Incorrecta orientación respecto a la pieza	Control visual y pe- nalización en audi- toría intermedia	6	6	1	36	Debe integrarse el marcador como un elemento automático más de la instalación	Proceso Chapa / Anteproyecto					

plantadas que a veces puede ser que no coincidan exactamente con las propuestas inicialmente. En tales situaciones habría que recalcular el nuevo IPR para comprobar que está por debajo del nivel de actuación exigido.

A modo de resumen los puntos más importantes para llevar a cabo el procedimiento de actuación de un AMFE son los descritos en la tabla 4.

A título de ejemplo se muestra en la tabla 5 una hoja para la recogida de informaciones y datos de un AMFE, de acuerdo al contenido de esta Nota Técnica de Prevención. Se ha cumplimentado para una hipotética situación de análisis de la operación de soldadura mix en el proceso de prensas y chapistería de una empresa de fabricación de automóviles.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) PAUL JAMES.
Gestión de la Calidad Total
Prentice Hall, 1996
- (2) PATRICK LYONNET
Los métodos de la Calidad Total
Ediciones Diaz de Santos, 1989
- (3) DIRECCIÓN GENERAL DE PROTECCIÓN CIVIL
Métodos cualitativos para el análisis de riesgos. Guía Técnica.
Madrid, 1994

Nuestro agradecimiento a los Servicios de Prevención de Riesgos Laborales y de Calidad de la empresa SEAT, de Martorell (Barcelona), por su colaboración.



NTP 331. Fiabilidad: la distribución de Weibull

Fiabilité: la distribution de Weibull
Reliability: the Weibull distribution

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

Redactor:

José M^a Tamborero del Pino
Ingeniero Industrial

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

Objetivo

El objetivo de la presente NTP es exponer un tipo de distribución estadística aplicable al estudio de la fiabilidad en problemas relativos a la fatiga y vida de componentes y materiales. La distribución de Weibull, que recibe su nombre del investigador sueco que la desarrolló, se caracteriza por considerar la tasa de fallos variable, siendo utilizada por su gran flexibilidad, al poder ajustarse a una gran variedad de funciones de fiabilidad de dispositivos o sistemas.

Introducción

La prevención de pérdidas o seguridad industrial aplicada con rigor científico está basada, en gran parte, en la aplicación de los métodos probabilísticos a los problemas de fallos en los procesos industriales. Todo ello se ha llevado a cabo a través de una disciplina denominada **ingeniería de fiabilidad**, para la cual se disponen de las adecuadas técnicas de predicción, que han sido fundamentales para el aseguramiento de la calidad de productos y procesos. (Par recordar los conceptos básicos sobre fiabilidad se remite al lector a la NTP 316- Fiabilidad de componentes- la distribución exponencial).

La distribución de Weibull complementa a la distribución exponencial y a la normal, que son casos particulares de aquella, como veremos. A causa de su mayor complejidad sólo se usa cuando se sabe de antemano que una de ellas es la que mejor describe la distribución de fallos o cuando se han producido muchos fallos (al menos 10) y los tiempos correspondientes no se ajustan a una distribución más simple. En general es de gran aplicación en el campo de la mecánica.

Aunque existen dos tipos de soluciones analíticas de la distribución de Weibull (método de los momentos y método de máxima verosimilitud), ninguno de los dos se suele aplicar por su complejidad. En su lugar se utiliza la resolución gráfica a base de determinar un parámetro de origen (t_0). Un papel especial para gráficos, llamado papel de Weibull, hace esto posible. El procedimiento gráfico, aunque exige varios pasos y una o dos iteraciones, es relativamente directo y requiere, a lo sumo, álgebra sencilla.

La distribución de Weibull nos permite estudiar cuál es la distribución de fallos de un componente clave de seguridad que pretendemos controlar y que a través de nuestro registro de fallos observamos que éstos varían a lo largo del tiempo y dentro de lo que se considera tiempo normal de uso. El método no determina cuáles son las variables que influyen en la tasa de fallos, tarea que quedará en manos del analista, pero al menos la distribución de Weibull facilitará la identificación de aquellos y su consideración, aparte de disponer de una herramienta de predicción de comportamientos. Esta metodología es útil para aquellas empresas que desarrollan programas de mantenimiento preventivo de sus instalaciones.

Características generales

Sabemos que la tasa de fallos se puede escribir, en función de la fiabilidad, de la siguiente forma:

$$\lambda(t) = - \frac{d[R(t)]}{dt}$$

$$\text{ó } R(t) = \exp \left[- \int \lambda(t) dt \right]$$

siendo:

$\lambda(t)$ - Tasa de fallos

$R(t)$ - Fiabilidad

$F(t)$ - Infiabilidad o Función acumulativa de fallos

t - Tiempo

En 1951 Weibull propuso que la expresión empírica más simple que podía representar una gran variedad de datos reales podía obtenerse escribiendo :

$$\int \lambda(t) dt = \left(\frac{t-t_0}{\eta} \right)^\beta$$

por lo que la fiabilidad será:

$$R(t) = \exp \left[- \left(\frac{t-t_0}{\eta} \right)^\beta \right]$$

siendo :

t_0 - parámetro inicial de localización

η - parámetro de escala o vida característica

β - parámetro de forma

Se ha podido demostrar que gran cantidad de representaciones de fiabilidades reales pueden ser obtenidas a través de ésta ecuación, que como se mostrará, es de muy fácil aplicación.

La distribución de Weibull se representa normalmente por la función acumulativa de distribución de fallos F (t):

$$F(t) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{t-t_0}{\eta} \right)^\beta \right] \quad (1)$$

siendo la función densidad de probabilidad:

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-t_0}{\eta} \right)^{\beta-1} \exp \left[- \left(\frac{t-t_0}{\eta} \right)^\beta \right] \quad (2)$$

La tasa de fallos para esta distribución es:

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t-t_0}{\eta} \right)^{\beta-1} \quad (3)$$

Las ecuaciones (1), (2) y (3) sólo se aplican para valores de $(t - t_0) \geq 0$. Para valores de $(t - t_0) < 0$, las funciones de densidad y la tasa de fallos valen 0. Las constantes que aparecen en las expresiones anteriores tienen una interpretación física :

- t_0 es el parámetro de posición (unidad de tiempos) o vida mínima y define el punto de partida u origen de la distribución.
- η es el parámetro de escala, extensión de la distribución a lo largo, del eje de los tiempos. Cuando $(t - t_0) = \eta$ la fiabilidad viene dada por:
 $R(t) = \exp - (1)^\beta = 1/\exp 1^\beta = 1 / 2,718 = 0,368$ (36,8%)
Entonces la constante representa también el tiempo, medido a partir de $t_0 = 0$, según lo cual dado que $F(t) = 1 - 0,368 = 0,632$, el 63,2 % de la población se espera que falle, cualquiera que sea el valor de β ya que como hemos visto su valor no influye en los cálculos realizados. Por esta razón también se le llama usualmente vida característica.
- β es el parámetro de forma y representa la pendiente de la recta describiendo el grado de variación de la tasa de fallos.

Las variaciones de la densidad de probabilidad, tasa de fallos y función acumulativa de fallos en función del tiempo para los distintos valores de β , están representados gráficamente en la Figura 1.

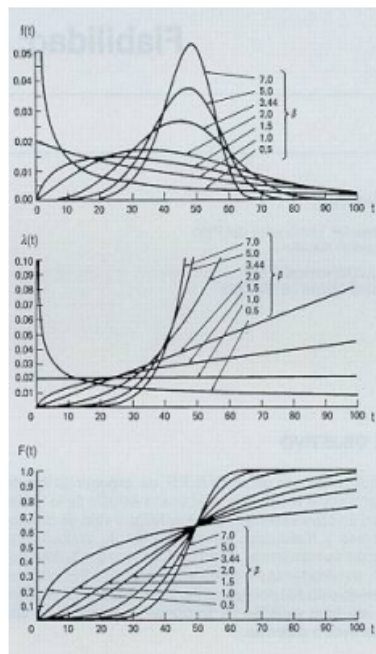


Fig. 1: Variación de la densidad de probabilidad $f(t)$, tasa de fallos $\lambda(t)$ y la función acumulativa de fallos $F(t)$ en función del tiempo para distintos valores del parámetro de forma β

Representación de los modos de fallo mediante la distribución de Weibull

En el estudio de la distribución se pueden dar las siguientes combinaciones de los parámetros de Weibull con mecanismos de fallo particulares:

- a. $t_0 = 0$: el mecanismo no tiene una duración de fiabilidad intrínseca, y:
 - si $\beta < 1$ la tasa de fallos disminuye con la edad sin llegar a cero, por lo que podemos suponer que nos encontramos en la juventud del componente con un margen de seguridad bajo, dando lugar a fallos por tensión de rotura.
 - si $\beta = 1$ la tasa de fallo se mantiene constante siempre lo que nos indica una característica de fallos aleatoria o pseudo-aleatoria. En este caso nos encontramos que la distribución de Weibull es igual a la exponencial.
 - si $\beta > 1$ la tasa de fallo se incrementa con la edad de forma continua lo que indica que los desgastes empiezan en el momento en que el mecanismo se pone en servicio.
 - si $\beta = 3,44$ se cumple que la media es igual a la mediana y la distribución de Weibull es sensiblemente igual a la normal.
- b. $t_0 > 0$: El mecanismo es intrínsecamente fiable desde el momento en que fue puesto en servicio hasta que $t = t_0$, y además:
 - si $\beta < 1$ hay fatiga u otro tipo de desgaste en el que la tasa de fallo disminuye con el tiempo después de un súbito incremento hasta t_0 ; valores de β bajos ($\sim 0,5$) pueden asociarse con ciclos de fatigas bajos y los valores de β más elevados ($\sim 0,8$) con ciclos más altos.
 - si $\beta > 1$ hay una erosión o desgaste similar en la que la constante de duración de carga disminuye continuamente con el incremento de la carga.
- c. $t_0 < 0$: Indica que el mecanismo fue utilizado o tuvo fallos antes de iniciar la toma de datos, de otro modo
 - si $\beta < 1$ podría tratarse de un fallo de juventud antes de su puesta en servicio, como resultado de un margen de seguridad bajo.
 - si $\beta > 1$ se trata de un desgaste por una disminución constante de la resistencia iniciado antes de su puesta en servicio, por ejemplo debido a una vida propia limitada que ha finalizado o era inadecuada.

Análisis de Weibull

Uno de los problemas fundamentales de la distribución de Weibull es la evaluación de los parámetros (t_0 , η , β) de esta distribución. Para ello se dispone de dos métodos: a través únicamente del cálculo mediante el método de los momentos o el de máxima verosimilitud, en el que intervienen ecuaciones diferenciales difíciles de resolver, por lo que se utilizan poco, y mediante la resolución gráfica, que utiliza un papel a escala funcional llamado papel de Weibull o gráfico de Allen Plait que es el que vamos a desarrollar.

Resolución gráfica

El papel de Weibull (fig. 2 y 3) está graduado a escala funcional de la siguiente forma:

En el eje de ordenadas se tiene: $\ln \ln [1 / 1 - F(t)]$ (Doble logaritmo neperiano)

En el eje de abscisas, tenemos: $\ln(t - t_0)$

Existen tres casos posibles en función del valor de t_0

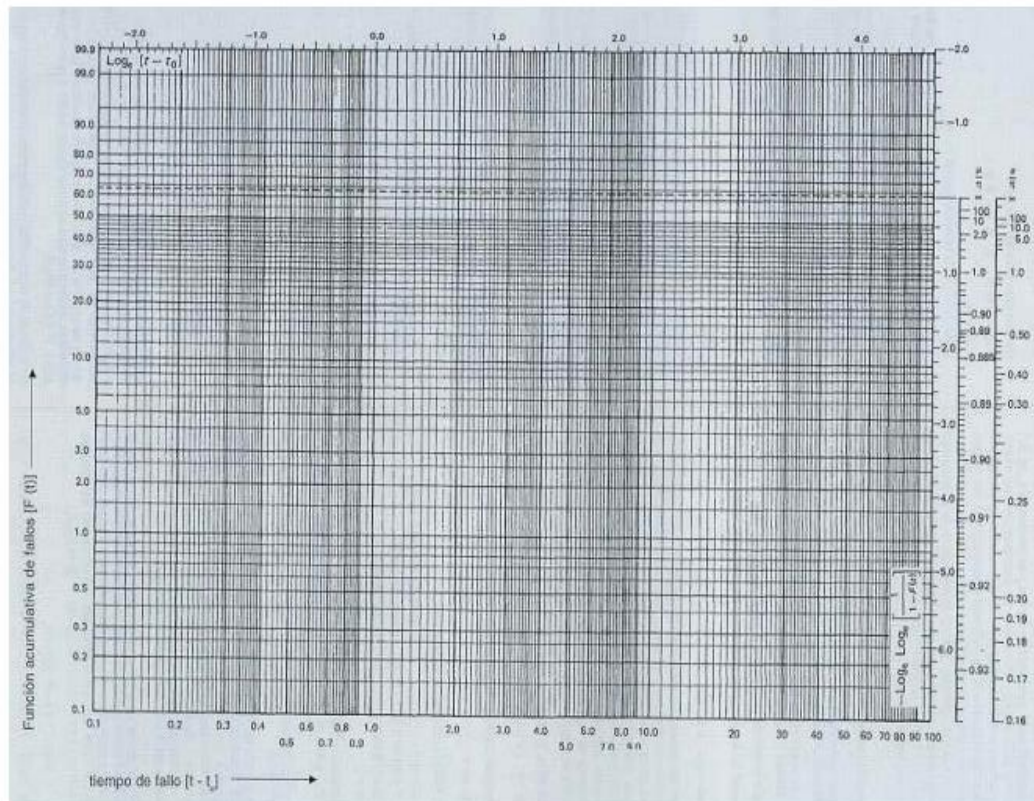


Fig. 2: Muestra del papel de Weibull

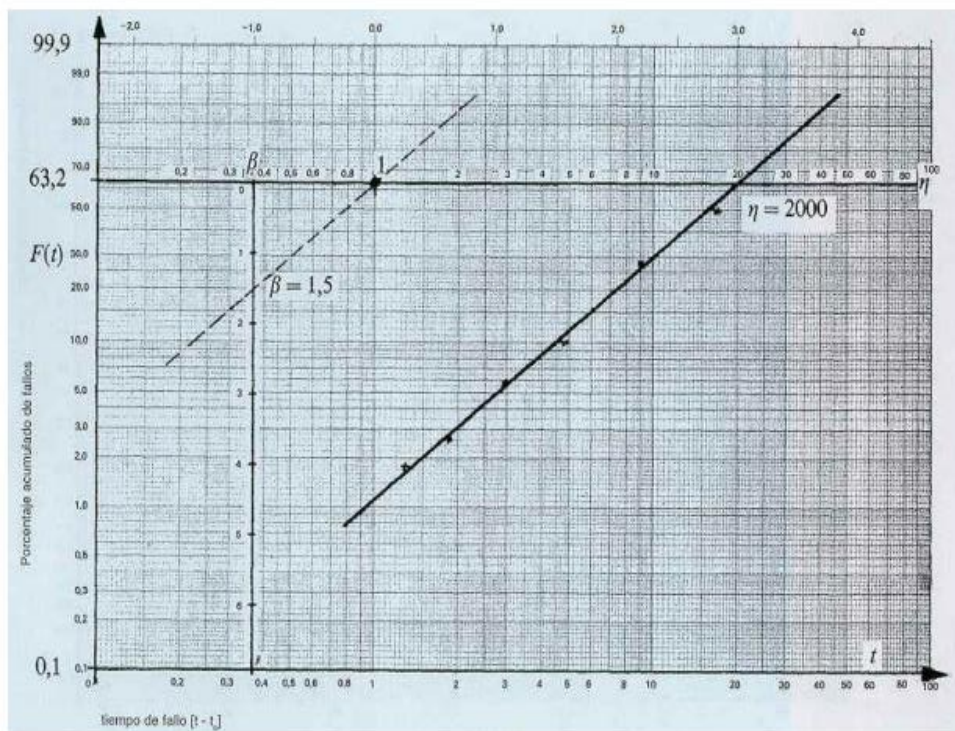


Fig. 3: Lectura de los parámetros h y β en el papel de Weibull

Caso de $t_0 = 0$

Demostramos que cualquier grupo de datos que sigan la distribución de Weibull se pueden representar por una línea recta en el papel de Weibull. Partimos de la hipótesis de que el origen es perfectamente conocido y que coincide con los datos experimentales. Desde el punto de vista matemático partimos de la fórmula que nos relaciona la fiabilidad con la in fiabilidad y teniendo en cuenta la expresión (1):

$$R(t) = 1 - F(t) = \exp - (t / \eta)^\beta$$

$$1 / [1 - F(t)] = \exp (t / \eta)^\beta$$

Tomando logaritmos neperianos por dos veces:

$$\ln \ln 1 / [1 - F(t)] = \beta \ln t - \beta \ln \eta$$

Si a esta igualdad le aplicamos

$$X = \ln t \text{ (variable función de t)}$$

$$Y = \ln \ln 1 / [1 - F(t)] \text{ (función de t)}$$

$$B = - \beta \ln \eta \text{ (constante)}$$

$$A = \beta \text{ (coeficiente director)}$$

de donde tenemos:

$$Y = AX + B \text{ (ecuación de una recta) (4)}$$

Para determinar los parámetros β y η se utiliza el papel de Weibull.

- Cálculo de β: β es el parámetro de forma y representa la pendiente de la recta. Para calcularlo, se hace pasar una recta paralela a la recta obtenida con la representación gráfica de los datos de partida por el punto 1 de abscisas y 63,2 de ordenadas pudiendo leer directamente el valor de β en una escala tabulada de 0 a 7. Ver gráfico en fig. 3.
- Cálculo de η: η es el parámetro de escala y su valor viene dado por la intersección de la recta trazada con la línea paralela al eje de abscisas correspondiente al 63,2 % de fallos acumulados. En efecto se demuestra que para la ordenada $t_0 = 0$, $F(t) = 63,2$.

$$Y = \ln \ln 1 / [1 - F(t)] = 0$$

$$\ln 1 / [1 - F(t)] = 1; 1 / [1 - F(t)] = e; 1 - F(t) = 1/e;$$

$$F(t) = 1 - [1/e] = 1 - [1/2,7183] = 1 - 0,3679 = 0,6321 \text{ (63,21 \%)}$$

de donde para $t_0 = 0$ tendremos que $AX + B = 0$; como según hemos visto anteriormente:

$$A = \beta \quad B = - \beta \ln \eta$$

tendremos que se cumple:

$$\beta X - \beta \ln \eta = 0; \beta X = \beta \ln \eta;$$

$$X = \ln \eta$$

Como $X = \ln t$, tenemos que $t = \eta$.

η es el valor leído directamente en el gráfico de Allen Plait para la ordenada 63,2, ya que la escala de abscisas está como ya se ha indicado en $\ln t$.

- Tiempo medio entre fallos (MTBF) o media: el tiempo medio entre fallos o vida media se calcula con la ayuda de la tabla 1, que nos da los valores de gamma y vale:

$$E(t) = \text{MTBF} = \eta \gamma (1 + 1 / \beta)$$

- Desviación estándar o variancia σ: se calcula también con la ayuda de la tabla 1 y vale:

$$(\sigma / \eta)^2 = \gamma (1 + 2 / \beta) - [\gamma (1 + 1 / \beta)]^2$$

Tabla 1: Fiabilidad

LEY DE WEIBULL:

$$R(t) = 1 - F(t) = \exp \left[- \left(\frac{t}{\eta} \right)^\beta \right]$$

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

$$\sigma^2 = \eta^2 \left[\Gamma \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) - \Gamma^2 \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \right]$$

β	$m/\eta = \Gamma(1+1/\beta)$	σ/η	β	$m/\eta = \Gamma(1+1/\beta)$	σ/η
0	∞	∞	2,0	0,8862	0,463
0,1	101	$\sqrt{\frac{20! - (10!)^2}{1901}}$	2,1	0,8857	0,44
0,2	120		2,2	0,8856	0,42
0,3	9,2605	47	2,3	0,8859	0,41
0,4	3,3234	10,43	2,4	0,8865	0,39
0,5	2,0000	4,472	2,5	0,8873	0,38
0,6	1,5046	2,645	2,6	0,8882	0,37
0,7	1,2658	1,851	2,7	0,8893	0,36
0,8	1,1330	1,428	2,8	0,8905	0,34
0,9	1,0522	1,171	2,9	0,8917	0,33
1,0	1,0000	1,000	3,0	0,8938	0,32
1,1	0,9649	0,878	3,1	0,8943	0,315
1,2	0,9407	0,785	3,2	0,8957	0,31
1,3	0,9235	0,716	3,3	0,8970	0,30
1,4	0,9114	0,659	3,4	0,8984	0,29
1,5	0,9028	0,613	3,5	0,8998	0,28
1,6	0,8966	0,594	3,6	0,9011	0,27
1,7	0,8922	0,530	3,8	0,9038	0,26
1,8	0,8893	0,512	4,0	0,9064	0,25
1,9	0,8874	0,485			

Ejemplo

La información disponible acerca de la duración de 10 sistemas mecánicos de detectores de presencia sometidos a funcionamiento continuo hasta que se produce un fallo, da los siguientes resultados, expresados por su duración en meses y ordenados : 1,7; 3,5 ; 5; 6; 8; 11; 13; 18 y 22.

Calcular las probabilidades acumuladas o valores medios clasificados, los parámetros de Weibull, tipo de fallo, la fiabilidad de forma general, fiabilidad para 12 meses, la duración media de vida y la desviación tipo.

Solución

Con la ayuda de la tabla 2, que nos da directamente los valores medios clasificados de los fallos o probabilidades acumuladas según el tamaño de la muestra que en este caso es n = 10, tendremos:

Tiempo de fallo	Valores medios clasificados [F (t)]
1,7	0,0670
3,5	0,0163
5	0,2594
6	0,3557
8	0,4519
9	0,5481
11	0,6443
13	0,7406
18	0,8368
22	0,9330

Tabla 2: Valores medios clasificados de fallos en función del tamaño de la muestra (columnas) y del número medio de fallos acumulados (filas)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	0,5500	0,2929	0,2063	0,1591	0,1284	0,1091	0,9943	0,9830	0,9741	0,9670	0,9611	0,9561	0,9519	0,9483	0,9452	1
2		0,7071	0,5000	0,3864	0,3147	0,2655	0,2395	0,2021	0,1896	0,1632	0,1489	0,1368	0,1266	0,1178	0,1101	2
3			0,7937	0,6136	0,5000	0,4218	0,3646	0,3213	0,2871	0,2594	0,2366	0,2175	0,2013	0,1873	0,1751	3
4				0,8409	0,6853	0,5782	0,5090	0,4404	0,3935	0,3557	0,3244	0,2982	0,2760	0,2568	0,2401	4
5					0,8706	0,7345	0,6352	0,5596	0,5000	0,4519	0,4122	0,3789	0,3506	0,3263	0,3051	5
6						0,8909	0,7765	0,6787	0,6065	0,5481	0,5000	0,4596	0,4253	0,3958	0,3700	6
7							0,9037	0,7979	0,7129	0,6443	0,5878	0,5404	0,5000	0,4653	0,4350	7
8								0,9170	0,8194	0,7406	0,6736	0,6211	0,5747	0,5347	0,5000	8
9									0,9259	0,8388	0,7634	0,7018	0,6494	0,6042	0,5650	9
10										0,9330	0,8511	0,7825	0,7240	0,6737	0,6300	10
11											0,9389	0,8632	0,7987	0,7432	0,6949	11
12												0,9439	0,8743	0,8127	0,7599	12
13													0,9481	0,8822	0,8249	13
14														0,9517	0,8899	14
15															0,9548	15

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	0,0424	0,0400	0,0378	0,0358	0,0341	0,0330	0,0315	0,0301	0,0288	0,0277	0,0266	0,0256	0,0247	0,0239	0,0231	1
2	0,1634	0,09775	0,0922	0,0874	0,0831	0,0797	0,0761	0,0728	0,0698	0,0670	0,0645	0,0621	0,0599	0,0579	0,0559	2
3	0,1644	0,1350	0,1445	0,1398	0,1322	0,1264	0,1207	0,1155	0,1108	0,1064	0,1023	0,0986	0,0951	0,0919	0,0888	3
4	0,2254	0,2125	0,2009	0,1905	0,1812	0,1731	0,1653	0,1582	0,1517	0,1457	0,1402	0,1351	0,1303	0,1259	0,1217	4
5	0,2865	0,2706	0,2553	0,2421	0,2302	0,2198	0,2099	0,2009	0,1927	0,1851	0,1781	0,1716	0,1655	0,1599	0,1546	5
6	0,3475	0,3275	0,3097	0,2937	0,2793	0,2665	0,2545	0,2437	0,2337	0,2245	0,2159	0,2081	0,2007	0,1939	0,1875	6
7	0,4085	0,3850	0,3641	0,3453	0,3283	0,3132	0,2992	0,2864	0,2746	0,2638	0,2538	0,2445	0,2359	0,2279	0,2204	7
8	0,4695	0,4425	0,4184	0,3968	0,3774	0,3599	0,3438	0,3291	0,3156	0,3032	0,2917	0,2810	0,2711	0,2619	0,2533	8
9	0,5305	0,5000	0,4728	0,4484	0,4264	0,4066	0,3884	0,3718	0,3566	0,3425	0,3295	0,3175	0,3063	0,2959	0,2862	9
10	0,5915	0,5575	0,5272	0,5000	0,4753	0,4533	0,4330	0,4145	0,3975	0,3819	0,3674	0,3540	0,3415	0,3299	0,3191	10
11	0,6525	0,6150	0,5816	0,5516	0,5245	0,5000	0,4776	0,4572	0,4383	0,4212	0,4053	0,3905	0,3767	0,3639	0,3519	11
12	0,7135	0,6725	0,6339	0,6032	0,5736	0,5466	0,5223	0,5000	0,4795	0,4606	0,4421	0,4250	0,4119	0,3999	0,3888	12
13	0,7746	0,7300	0,6903	0,6547	0,6226	0,5931	0,5669	0,5427	0,5204	0,5000	0,4810	0,4633	0,4471	0,4319	0,4177	13
14	0,8356	0,7875	0,7447	0,7063	0,6717	0,6400	0,6115	0,5854	0,5614	0,5393	0,5189	0,5000	0,4823	0,4659	0,4506	14
15	0,8966	0,8450	0,7991	0,7579	0,7207	0,6867	0,6561	0,6281	0,6024	0,5787	0,5568	0,5364	0,5176	0,5000	0,4835	15
16	0,9576	0,9025	0,8535	0,8095	0,7698	0,7334	0,7007	0,6708	0,6433	0,6180	0,5946	0,5729	0,5526	0,5340	0,5164	16
17		0,9600	0,9078	0,8610	0,8188	0,7801	0,7454	0,7135	0,6843	0,6574	0,6325	0,6094	0,5880	0,5680	0,5493	17
18			0,9622	0,9126	0,8678	0,8268	0,7900	0,7562	0,7253	0,6967	0,6704	0,6459	0,6232	0,6020	0,5822	18
19				0,9641	0,9169	0,8735	0,8346	0,7990	0,7662	0,7361	0,7082	0,6824	0,6584	0,6360	0,6151	19
20					0,9659	0,9202	0,8792	0,8417	0,8072	0,7754	0,7461	0,7189	0,6936	0,6700	0,6480	20
21						0,9669	0,9238	0,8844	0,8482	0,8148	0,7840	0,7554	0,7288	0,7040	0,6808	21
22							0,9684	0,9271	0,8891	0,8542	0,8218	0,7918	0,7640	0,7380	0,7137	22
23								0,9698	0,9301	0,8935	0,8597	0,8283	0,7992	0,7720	0,7466	23
24									0,9711	0,9329	0,8976	0,8648	0,8344	0,8060	0,7795	24
25										0,9722	0,9354	0,9013	0,8696	0,8400	0,8124	25
26											0,9733	0,9378	0,9048	0,8740	0,8453	26
27												0,9743	0,9400	0,9080	0,8782	27
28													0,9752	0,9420	0,9111	28
29														0,9760	0,9440	29
30															0,9768	30

La representación de estos puntos en el gráfico de Weibull nos clá prácticamente una recta (fig. 4). La pendiente de esta recta es 1,5 valor que corresponde al parámetro β ; por otro lado se puede ver gráficamente que η es igual a 12, que es el valor de la abscisa en el punto donde la recta trazada con los datos corta a la horizontal para $F(t) = 63,2$.

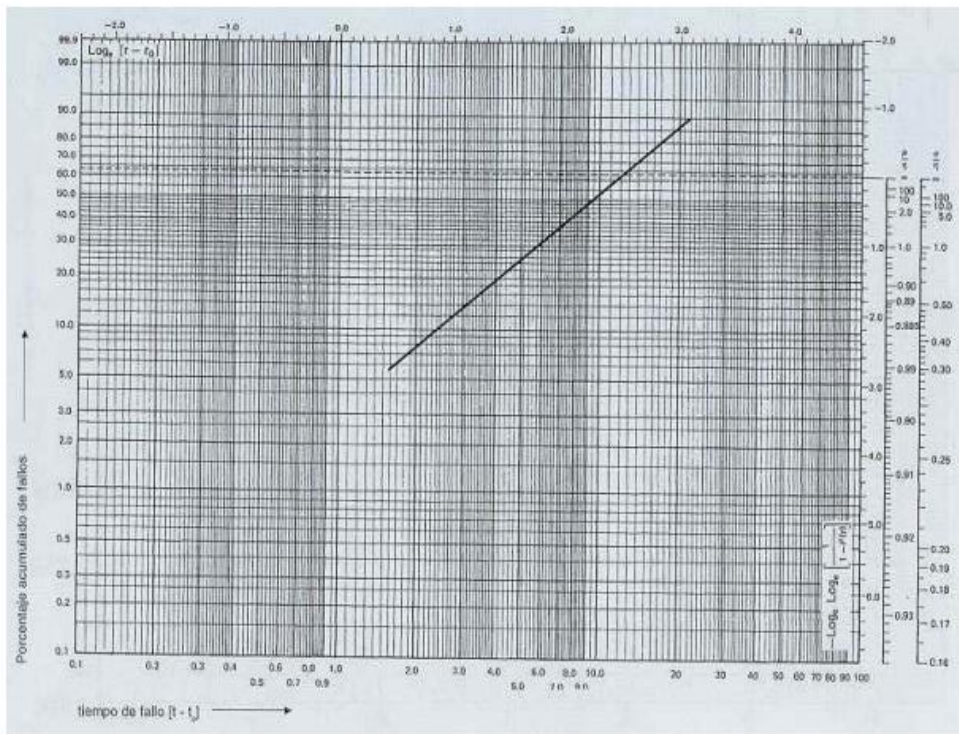


Fig. 4: Resolución gráfica del ejemplo

El valor de β nos indica que los tipos de fallo son debidos al desgaste. La fiabilidad será:

$$R(t) = \exp - (t / 12)^{1,5}$$

La fiabilidad para 12 meses será:

$$R(t) = \exp - (12/12)^{1,5} = \exp - 1 = 0,3679 \text{ (36,79\%)}$$

Gráficamente vemos que para $t = 12$ la probabilidad acumulada de fallos $F(t) = 63,2$ por lo que $R(12) = 1 - F(12) = 1 - 0,632 = 0,368$ (36,8 %) valor sensiblemente igual al calculado.

La duración de vida media será :

$$E(t) = \text{MTBF} = \eta \gamma (1 + 1/\beta)$$

$$\text{MTBF} = 12 \gamma (1 + 1/1,5) = 12 \cdot 0,9028 = 10,83 \text{ meses}$$

La desviación tipo será :

$$\sigma^2 = \eta^2 [\gamma (1 + 2/\beta) - \gamma^2 (1 + 1/\beta)]$$

para $\beta = 1,5$ y según las tablas nos da el valor de $\sigma/\eta = 0,613$ que como $\eta = 12$ tenemos que: $\sigma = 12 \cdot 0,613 = 7,356$ meses.

Caso de $t_0 > 0$

Para este caso los datos no se alinean adoptando la forma indicada en en el gráfico de la fig. 5. Los datos tienen forma de curva que admite una asíntota vertical; la intersección de la asíntota con la abscisa nos permite obtener una primera estimación de t_0 . En efecto, tenemos que:

$$F(t) = 0 = 1 - \exp - \left(\frac{t - t_0}{\eta} \right)^\beta$$

$$\text{de donde } 1 = \exp - \left(\frac{t - t_0}{\eta} \right)^\beta$$

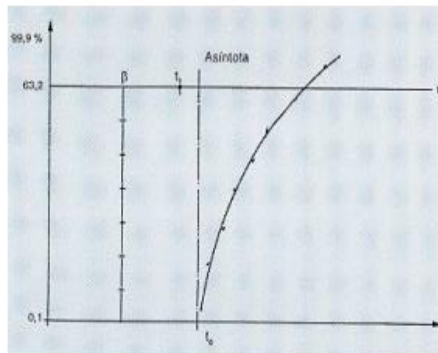


Fig. 5: Representación gráfica para el caso de $t_0 > 0$

sacando logaritmos neperianos:

$$\ln 1 = 0 = - \left(\frac{t - t_0}{\eta} \right)^\beta$$

y elevando a $1/\beta$ tendremos:

$$\left(\frac{t - t_0}{\eta} \right)^\beta = 0^{1/\beta} = 0; t - t_0 = 0; t - t_0$$

de donde se obtiene la evaluación de t_0 . Cuando se ha evaluado t_0 , se lleva a cabo la corrección:

$$f = t - t_0$$

f = nuevo tiempo

t = antigua estimación

A continuación se trasladan los nuevos valores, debiéndose obtener algo parecido a una recta; si no es así, se comenzará de nuevo la operación y esto hasta un máximo de tres veces; si se sigue sin obtener una recta, podemos deducir que no se aplica la ley de Weibull o que podemos tener leyes de Weibull con diferentes orígenes, o mezcladas.

Caso de $t_0 < 0$

En este caso, se obtiene una curva que admite una asíntota inclinada u horizontal. Una manera de calcular t_0 es mediante ensayos sucesivos, hasta que se pueda dibujar la curva.

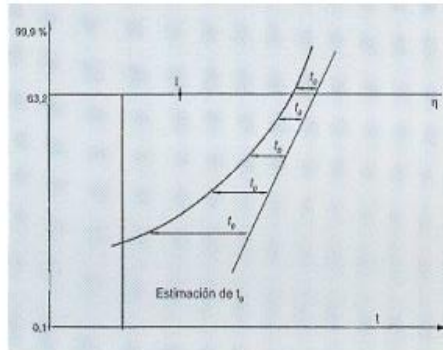


Fig. 6: Representación gráfica para el caso de $t_0 > 0$

Otro método de cálculo cuando $t_0 \neq 0$

Dada la complejidad que representa lo descrito con anterioridad existen otras formas más sencillas de calcular t_0 mediante la estimación.

Método de estimación o de los rangos medianos (Fig. 7): el método se inicia, una vez dibujada la curva, seleccionando un punto arbitrario Y_2 aproximadamente en la mitad de la curva, y otros dos puntos Y_1 e Y_3 equidistantes del primero una distancia d según el eje de las Y .

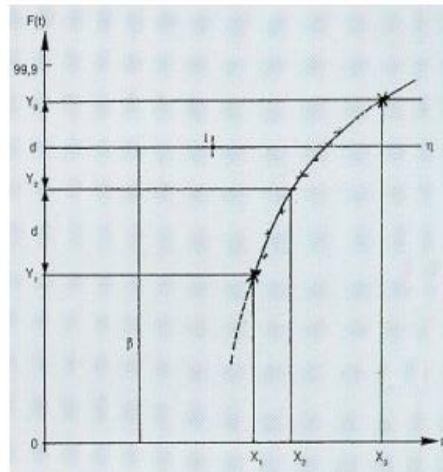


Fig. 7: Cálculo de t_0 por medio de transformaciones funcionales

Lógicamente se cumplirá la igualdad:

$$Y_2 - Y_1 = Y_3 - Y_2$$

De la ecuación anterior y si los tres puntos son colineales tendremos por otra parte:

$$X_2 - X_1 = X_3 - X_2$$

y como $X = \ln(t - t_0)$ tendremos:

$$\ln(t_2 - t_0) - \ln(t_1 - t_0) = \ln(t_3 - t_0) - \ln(t_2 - t_0)$$

$$(t_2 - t_0)^2 = (t_3 - t_0)(t_1 - t_0)$$

$$\text{de otra forma } t_0 = t_2 \frac{(t_3 - t_2) - (t_2 - t_1)}{(t_3 - t_2) - (t_2 - t_1)}$$

De esta forma el valor de t_0 puede ser calculado y los datos representados utilizando $(t - t_0)$ como variable. Si los datos siguen la distribución de Weibull los puntos deberán quedar alineados.

Como variante de lo anterior se puede proceder de la siguiente forma: asignar los puntos según el siguiente criterio:

$Y_{\text{máx}}$ es el valor máximo al cual se asocia $X_{\text{máx}}$.

$Y_{\text{mín}}$ es el valor mínimo al cual está asociado $Y_{\text{mín}}$.

Y_m es el punto medio (medido con una regla lineal) de $Y_{\text{máx}}$ e $Y_{\text{mín}}$.

X_m es X medio asociado al Y_m obtenido.

De esta forma el valor de t_0 será :

$$t_0 = X_m \frac{(X_{\text{máx}} - X_m)(X_m - X_{\text{mín}})}{(X_{\text{máx}} - X_m) - (X_m - X_{\text{mín}})}$$

Bibliografía

(1) BERTRAM L. AMSTADTER
Matemáticas de la fiabilidad - Fundamentos - Prácticas Procedimientos
Ed. Reverté, S.A. Barcelona (1976)

(2) ANTONIO CREUS SOLE
Fiabilidad y Seguridad. Su aplicación en procesos industriales
Marcombo Boixareu Editores. Barcelona (1992)

(3) J. MOTHEs - J. TORRENS - IBERN
Estadística aplicada a la ingeniería
Ediciones Ariel. Esplugues de Llobregat (1970)

(4) PATRICK LYONNET
Los métodos de la calidad total
Ediciones Diaz de Santos, S.A. Madrid (1989)

(5) A.D.S. CARTER
Mechanical Reliability
Macmillan Education Ltd. London (1986)

Lectura de abreviaciones

To: Tiempo de operación en horas

n: número de datos

MTTR: Tiempo medio de reparación.

MTBF: Tiempo medio entre fallos sucesivos

λ : Tasa de fallos.

μ : Tasa de reparación

D: Disponibilidad

TP: Tiempo de paro en horas.

TR: Tiempo de reparación en horas

TM: Tiempo muerto en horas

To: Representa el Tiempo de operación (h)

β : Representa el Parámetro de forma

γ : Representa el Parámetro de localización, es decir la vida mínima ($\gamma: 0$)

n: Representa el Parámetro calculado de papel de Weibull.

(\bar{x}) : media aritmética

(S^2) : la varianza

(S): la desviación estándar

(ti): el tiempo considerado de falla de cada uno de los eventos

(n): la cantidad de eventos o número de datos

$F(i)$: función de la distribución acumulativa

$F(i)\%$: porcentaje de fallos acumulados

i: Representa el número de orden de la observación, es decir del número de falla

β : Representa el Parámetro de forma

γ : Representa el Parámetro de localización

n: Representa el Parámetro calculado de papel de Weibull

$P\mu$: parámetro de localización

R(t) %: fiabilidad

F(t) %: infiabilidad

Ln(x): Logaritmo natural de (x) valor