



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Mantenimiento predictivo por análisis de vibraciones para reducir costos de mantenimiento
en COPEINCA S.A.C. – Chimbote, 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTORES:

Romero Gallegos, Kimberly Nicolle (ORCID: 0000-0003-2860-0289)

Rubio Mori, César Raúl (ORCID: 0000-0001-8967-6450)

ASESORES:

Mgtr. Lourdes Esquivel Paredes (ORCID: 0000-0001-5541-2940)

Dr. Jorge Luis Arévalo Daza (ORCID: 0000-0001-5516-8642)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión empresarial y productiva

CHIMBOTE – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Dios por habernos permitido llegar al punto en el que estamos, por bendecirnos día a día con la oportunidad de estar y disfrutar a las personas que amamos.

A nuestras madres, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar en nosotros, por la compañía en cada larga y agotadora noches de estudio, por sus consejos y su guía en este largo camino.

A nuestros padres por anhelar y desear lo mejor para nuestra vida, por alentar a que sigamos en este largo camino, por brindarnos seguridad y confianza.

AGRADECIMIENTO

A la universidad César Vallejo por la formación profesional que nos brindó, a nuestros docentes por su gran apoyo, motivación y paciencia.

Al Ing. Samuel Cossios Risco por brindarnos la asesoría y ayuda necesaria para la culminación de la investigación de esta tesis.

PÁGINA DEL JURADO

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Romero Gallegos Kimberly Nicole estudiante de la Escuela de Ingeniería Industrial, con DNI N° 72955582 y con domicilio en Urb. Nicolás Garatea, Mz. 55, Lt. 9 – Nuevo Chimbote.

Yo, Rubio Mori César Raúl estudiante de la Escuela de Ingeniería Industrial, con DNI N° 72955582 y con domicilio en Jr. Hipólito Unanue 222, La libertad – Chimbote.

A efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Titulación en la Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaramos bajo juramento que toda la documentación que acompañamos es veraz y auténtica. Así mismo, declaramos que todos los datos e información que se presentan en el presente desarrollo de investigación son auténticos y veraces. En tal sentido, asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión, tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.



ROMERO GALLEGOS, KIMBERLY NICOLLE



RUBIO MORI, CÉSAR RAÚL

Nuevo Chimbote, abril del 2019

Índice

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
PÁGINA DEL JURADO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
Índice	vi
Índice de tablas	viii
Índice de Figuras	xiii
Resumen	xv
Abstract.....	xvi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	14
2.1. Diseño de Investigación.....	14
2.2. Variables y Operacionalización.....	14
2.3. Población y muestra, selección de la unidad de análisis.....	16
2.4. Técnicas e instrumentación de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	17
2.6. Método de análisis de datos.	19
2.7. Aspectos Éticos.....	20
III. RESULTADOS	21
IV. DISCUSIÓN.....	31
V. CONCLUSIONES.....	35
VI. RECOMENDACIONES	36
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	37
Referencias bibliográficas universidad cesar vallejo.....	41
ANEXOS.....	42
Anexo 1. Carta de aceptación de COPEINCA S.A.C.....	42
Anexo 2. Organigrama del área de mantenimiento de COPEINCA S.A.C.....	43
Anexo 3. Auditoría técnica de mantenimiento inicial.	44
Anexo 4. Diagrama de equipos en la planta de harina de COPEINCA S.A.C.	49
Anexo 5. Toma de datos de fallas en los equipos rotativos.	50
Anexo 6. Registro de equipos rotativos.	68
Anexo 7. Historial de las fallas de equipos rotativos.....	70
Anexo 8. Aplicación de la técnica de Pareto en los equipos rotativos.	73
Anexo 9. Ficha técnica de equipos rotativos de COPEINCA S.A.C.....	75

Anexo 10. Análisis de criticidad de equipos rotativos.....	82
Anexo 11. Registro de mantenimiento de equipo rotativo por subcontratista.....	101
Anexo 12. Registro de costos de mantenimiento inicial COPEINCA S.A.C.	102
Anexo 13. Costo de mantenimiento correctivo inicial.....	106
Anexo 14. Costo total correctivo causados por fallas de motores entre las plantas de harina de pescado y agua de colas COPEINCA S.A.C.	107
Anexo 15. Costo de mantenimiento preventivo inicial.....	108
Anexo 16. Registro de capacitaciones.	109
Anexo 17. Clasificación de equipos rotativos.....	114
Anexo 18. Identificación de las clases de los equipos rotativos.	115
Anexo 19. Plan de mantenimiento predictivo.....	116
Anexo 20. Análisis vibracional de los equipos rotativos de la planta de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.	133
Anexo 21. Auditoría técnica de mantenimiento final.	185
Anexo 22. Fallas de los equipos rotativos.	188
Anexo 23. Costo de capacitación al personal para implementación del análisis vibracional.	203
Anexo 24. Costos de mantenimiento correctivo final.....	204
Anexo 25. Costos de mantenimiento preventivo final.....	208
Anexo 26. Costo de mantenimiento predictivo final COPEINCA SAC.	209
Anexo 27. Representación de impacto potencial en costos acorde al grado de fallas de equipos rotativos según Electro Industria.	210
Anexo 28. Constancias de validaciones de instrumentos.	211
Anexo 29: Resultado de las validaciones de instrumentos.....	236
Anexo 30. Pronósticos de costos.	238
Anexo 31. Evidencias del desarrollo del proyecto.....	240
Anexo 32. Acta de aprobación de originalidad de tesis.....	246
Anexo 33. Captura de porcentaje de similitud.....	247
Anexo 34. Autorización de publicación en el repositorio institucional.....	248
Anexo 35. Autorización de la versión final del trabajo de investigación.	250

Índice de tablas

Tabla 1. Esquematización del diseño de investigación.	14
Tabla 2. <i>Operacionalización de variables</i>	15
Tabla 3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	17
Tabla 4. Método de análisis de datos.	19
Tabla 5. Resultados de la auditoria de mantenimiento en las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.	21
Tabla 6. <i>Resultado de análisis de criticidad en los equipos rotativos de las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.</i>	23
Tabla 7. Costo total de mantenimiento inicial de los equipos rotativos en las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.	23
Tabla 8. Cronograma de capacitación para análisis vibracional en las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.	25
Tabla 9. Resumen del plan de mantenimiento predictivo de los meses de setiembre y octubre en los equipos rotativos de las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.	26
Tabla 10 Resultados de la auditoria de mantenimiento en las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.	27
Tabla 11. Costo total de mantenimiento final de las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.	28
Tabla 12. Análisis del impacto económico del proyecto.	28
Tabla 13. Contrastación de hipótesis.	29
Tabla 14. Código de libros de Universidad César Vallejo.	41
Tabla 15. Puntos de la Gestión de Mantenimiento Efectiva.	44
Tabla 16. Tabla de Valores de la Auditoria Técnica de Mantenimiento del COPEINCA SAC.	44
Tabla 17. Muestreo de fallas del enfriador industrial en el mes de mayo.	50
Tabla 18. Muestreo de fallas del ventilador centrifugo en el mes de mayo.	51
Tabla 19. Muestreo de fallas de la prensa doble tornillo en el mes de mayo.	52
Tabla 20. Muestreo de fallas del secador rotadisck en el mes de mayo.	53
Tabla 21. Muestreo de fallas de la hidrolavadora en el mes de mayo.	54
Tabla 22. Muestreo de fallas del separador de sólidos en el mes de mayo.	55
Tabla 23. Muestreo de fallas de la cocedora de pedestal en el mes de mayo.	56
Tabla 24. Muestreo de fallas del separador industrial en el mes de mayo.	57
Tabla 25. Muestreo de fallas del eliminador de humedad en el mes de mayo.	58
Tabla 26. Muestreo de fallas del evaporador de residuos en el mes de mayo.	59
Tabla 27. Muestreo de fallas del generador de microburbujas en el mes de mayo.	60
Tabla 28. Muestreo de fallas del reductor cicloidal en el mes de mayo.	61
Tabla 29. Muestreo de fallas de la bomba centrifuga en el mes de mayo.	62
Tabla 30. Muestreo de fallas de la electrobomba en el mes de mayo.	63

Tabla 31. Muestreo de fallas del secador de aire caliente en el mes de mayo.....	64
Tabla 32. Muestreo de fallas del secador rotatubos en el mes de mayo.....	65
Tabla 33. Muestreo de fallas del flujómetro industrial en el mes de mayo.....	66
Tabla 34. Horas de producción perdidas por fallas de los equipos rotativos en el mes de mayo.	67
Tabla 35. Registros de equipos rotativos de las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.....	68
Tabla 36. Registros de equipos rotativos de las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.....	69
Tabla 37. Historial de fallas de los equipos rotativos de las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C. Pag. 1.	70
Tabla 38. Historial de fallas de los equipos rotativos de las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C. Pag. 2.	71
Tabla 39. Historial de fallas de los equipos rotativos de las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C. Pag. 3.	72
Tabla 40. Resultados del porcentaje de fallas por equipo atreves de Pareto en los equipos rotativos de la planta de harina y colas de COPEINCA S.A.C.	73
Tabla 41. Ficha técnica del motor de enfriado.	75
Tabla 42. Ficha técnica del reductor cicloidal.	75
Tabla 43. Ficha técnica de la electrobomba.....	76
Tabla 44. Ficha técnica de la bomba centrífuga.	76
Tabla 45. Ficha técnica del generador de micro burbujas.	77
Tabla 46. Ficha técnica del evaporador de residuos.	77
Tabla 47. Ficha técnica del eliminador de humedad.	78
Tabla 48. Ficha técnica de la cocedora de pedestal.	78
Tabla 49. Ficha técnica de la prensa de doble tornillo.	79
Tabla 50. Ficha técnica de la hidrolavadora.	79
Tabla 51. Ficha técnica del ventilador.....	80
Tabla 52. Ficha técnica del separador industrial.	80
Tabla 53. Ficha técnica de separador de sólidos.....	81
Tabla 54. Ficha técnica del secador rotadisck.	81
Tabla 55. Análisis de criticidad de la Prensa Doble Tornillo.....	82
Tabla 56. Análisis de criticidad del Secador Rotadisck.	83
Tabla 57. Análisis de criticidad de la Hidrolavadora.	84
Tabla 58. Análisis de criticidad del Ventilador Industrial.....	85
Tabla 59. Análisis de criticidad del Reductor Ciclodial.....	86
Tabla 60. Análisis de criticidad de la Bomba Centrífuga.....	87
Tabla 61. Análisis de criticidad del Generador de Micro – Burbujas.	89
Tabla 62. Análisis de criticidad del Enfriador Industrial.....	90
Tabla 63. Análisis de criticidad del Evaporador de Residuos.	91
Tabla 64. Análisis de criticidad del Separador Industrial.....	92
Tabla 65. Análisis de criticidad del Eliminador de humedad en aire comprimido.	93

Tabla 66. Análisis de criticidad de la Electrobomba.	95
Tabla 67. Análisis de criticidad de la Cocedora de Pedestal.	96
Tabla 68. Análisis de criticidad del Separador Industrial.	97
Tabla 69. Puntaje para evaluación de criticidad.	98
Tabla 70. Puntuaciones estándar para evaluación de criticidad.	99
Tabla 71. Leyenda de tonalidad para evaluación de criticidad.	99
Tabla 72. Ficha de registro de datos de monitoreo predictivo de una tercerizadora.	101
Tabla 73. Registro de costo de Mantenimiento de los equipos rotativo de las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA SAC. 2019 – 1.	102
Tabla 74. Costo de Mantenimiento de los equipos rotativo de las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA SAC. 2019 – 1.	103
Tabla 75. Costo de Mantenimiento de los equipos rotativo de las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA SAC. 2019 – 1.	104
Tabla 76. Costo de mantenimiento correctivo inicial de los equipos rotativos de las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.	106
Tabla 77. Representación de las fallas de equipos rotativos vibraciones en costos correctivos en las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.	107
Tabla 78. Costo de mantenimiento preventivo inicial de los equipos rotativos en las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.	108
Tabla 79. Agrupación de equipos rotativos según su potencia.	114
Tabla 80. Parámetros aceptables de vibraciones.	114
Tabla 81. Identificación de las clases según su potencia de los equipos rotativos de las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA SAC.	115
Tabla 82. Plan de mantenimiento predictivo del Enfriador Industrial.	116
Tabla 83. Plan de mantenimiento predictivo del Ventilador Centrífugo.	117
Tabla 84. Plan de mantenimiento predictivo de la Prensa Doble Tornillo.	118
Tabla 85. Plan de mantenimiento predictivo del Secador Rotadisk.	119
Tabla 86. Plan de mantenimiento predictivo de la Hidrolavadora.	120
Tabla 87. Plan de mantenimiento predictivo del separador de sólidos.	122
Tabla 88. Plan de mantenimiento predictivo de la Cocedora Pedestal.	123
Tabla 89. Plan de mantenimiento predictivo del Separador de dos Tiempos.	124
Tabla 90. Plan de mantenimiento predictivo del Eliminador de Humedad.	125
Tabla 91. Plan de mantenimiento predictivo del Evaporador de Residuos.	126
Tabla 92. Plan de mantenimiento predictivo del Generador de Micro burbujas.	128
Tabla 93. Plan de mantenimiento predictivo del Reductor Cicloidal.	129
Tabla 94. Plan de mantenimiento predictivo de la Bomba Centrífuga.	130
Tabla 95. Plan de mantenimiento predictivo de la Electrobomba.	131
Tabla 96. Informe de análisis vibracional del motor enfriador industrial.	133
Tabla 97. Espectrograma del comportamiento vibracional del enfriador industrial en el punto 1 y 2.	135
Tabla 98. Informe de análisis vibracional del ventilador centrifugo.	137

Tabla 99. Espectrograma del comportamiento vibracional del ventilador centrifugo en el punto 1 y 2.	139
Tabla 100. Espectrograma del comportamiento vibracional del ventilador centrifugo en el punto 3.	140
Tabla 101. Espectrograma del comportamiento vibracional del ventilador centrifugo en el punto 4.	141
Tabla 102. Informe de análisis vibracional de la prensa doble tornillo.	143
Tabla 103. Espectrograma del comportamiento vibracional de la prensa doble tornillo en el punto 1 y 2.	145
Tabla 104. Espectrograma del comportamiento vibracional de la prensa doble tornillo en el punto 3.	146
Tabla 105. Espectrograma del comportamiento vibracional de la prensa doble tornillo en el punto 4.	147
Tabla 106. Informe de análisis vibracional del secador rotadisk.	149
Tabla 107. Espectrograma del comportamiento vibracional del secador rotadisk en el punto 1 y 2.	151
Tabla 108. Espectrograma del comportamiento vibracional del secador rotadisk en el punto 3.	152
Tabla 109. Espectrograma del comportamiento vibracional del secador rotadisk en el punto 4.	153
Tabla 110. Informe de análisis vibracional de la hidrolavadora.	155
Tabla 111. Espectrograma del comportamiento vibracional de la hidrolavadora.	156
Tabla 112. Informe de análisis vibracional del separador de sólidos.	157
Tabla 113. Espectrograma del comportamiento vibracional del separador de sólidos.	159
Tabla 114. Informe de análisis vibracional de la cocedora de pedestal.	160
Tabla 115. Espectrograma del comportamiento vibracional de la cocedora de pedestal.	162
Tabla 116. Informe de análisis vibracional del separador de 2 tiempos.	163
Tabla 117. Espectrograma del comportamiento vibracional del separador de 2 tiempos.	165
Tabla 118. Informe de análisis vibracional del eliminador de humedad.	166
Tabla 119. Espectrograma del comportamiento vibracional del eliminador de humedad.	168
Tabla 120. Informe de análisis vibracional del evaporador de residuos.	169
Tabla 121. Espectrograma del comportamiento vibracional del evaporador de residuos.	171
Tabla 122. Informe de análisis vibracional del generador de microburbujas.	172
Tabla 123. Espectrograma del comportamiento vibracional del generador de microburbujas.	174
Tabla 124. Informe de análisis vibracional del reductor cicloidal.	175
Tabla 125. Espectrograma del comportamiento vibracional del reductor cicloidal.	177
Tabla 126. Informe de análisis vibracional de la bomba centrífuga.	178
Tabla 127. Espectrograma del comportamiento vibracional de la bomba centrífuga.	180
Tabla 128. Informe de análisis vibracional de la electrobomba.	181
Tabla 129. Espectrograma del comportamiento vibracional de la electrobomba.	183
Tabla 130. Muestreo de fallas del enfriador industrial en el mes de octubre.	188

Tabla 131. Muestreo de fallas del ventilador centrífugo en el mes de octubre.	189
Tabla 132. Muestreo de fallas de la prensa doble tornillo en el mes de octubre.	190
Tabla 133. Muestreo de fallas del secador rotadisck en el mes de octubre.	191
Tabla 134. Muestreo de fallas de la hidrolavadora en el mes de octubre.	192
Tabla 135. Muestreo de fallas del separador de sólidos en el mes de octubre.	193
Tabla 136. Muestreo de fallas de la cocedora de pedestal en el mes de octubre.	194
Tabla 137. Muestreo de fallas del separador industrial en el mes de octubre.	195
Tabla 138. Muestreo de fallas del eliminador de humedad en el mes de octubre.	196
Tabla 139. Muestreo de fallas del evaporador de residuos en el mes de octubre.	197
Tabla 140. Muestreo de fallas del generador de microburbujas en el mes de octubre.	198
Tabla 141. Muestreo de fallas del reductor cicloidal en el mes de octubre.	199
Tabla 142. Muestreo de fallas de la bomba centrífuga en el mes de octubre.	200
Tabla 143. Muestreo de fallas de la electrobomba en el mes de octubre.	201
Tabla 144. Horas de producción perdidas por fallas de los equipos rotativos en el mes de octubre.	202
Tabla 145. Costos de mantenimiento predictivo de equipos rotativos de las plantas de harina de pescado y agua de colas en el mes de agosto, COPEINCA SAC.	203
Tabla 146. Costos de mantenimiento correctivo de equipos rotativos de las plantas de harina de pescado y agua de colas en el mes de julio, COPEINCA SAC.	204
Tabla 147. Costos de mantenimiento correctivo de equipos rotativos de las plantas de harina de pescado y agua de colas en el mes de agosto, COPEINCA SAC.	205
Tabla 148. Costos de mantenimiento correctivo de equipos rotativos de las plantas de harina de pescado y agua de colas en el mes de septiembre, COPEINCA SAC.	206
Tabla 149. Costos de mantenimiento correctivo de equipos rotativos de las plantas de harina de pescado y agua de colas en el mes de octubre, COPEINCA SAC.	207
Tabla 150. Costos de mantenimiento preventivo de equipos rotativos de las plantas de harina de pescado y agua de colas COPEINCA SAC.	208
Tabla 151. Costos de mantenimiento predictivo de equipos rotativos de las plantas de harina de pescado y agua de en el mes de septiembre, COPEINCA SAC.	209
Tabla 152. Calificación del Ing. Canto García, Axel.	236
Tabla 153. Calificación del Ing. Cossios Risco, Samuel.	236
Tabla 154. Calificación del Ing. Mori Lora, Eliel.	236
Tabla 155. Calificación total de expertos.	237
Tabla 156. Escala de validez de instrumento.	237
Tabla 157. Correlación lineal de los costos de mantenimiento correctivo.	238
Tabla 158. Ecuación lineal.	239
Tabla 159. Coeficientes para el cálculo del pronóstico.	239
Tabla 160. Rangos de valor del pronóstico de costos de mantenimiento correctivo.	239
Tabla 161. Pronostico del costo de mantenimiento correctivo.	239

Índice de figuras

Figura 1. Procedimiento del desarrollo del proyecto de investigación.	18
Figura 2. Análisis de la hipótesis mediante la campana de gauss	30
Figura 3. Carta de autorización de documentación para proyecto y desarrollo de investigación.	42
Figura 4. Organigrama del área de mantenimiento de COPEINCA S.A.C.....	43
Figura 5. Auditoría técnica de mantenimiento inicial.	45
Figura 6. Auditoría técnica de mantenimiento inicial.	46
Figura 7. Evaluación de los criterios de calificación en la gestión de mantenimiento en las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.	47
Figura 8. Evaluación de los puntos clave de la gestión de mantenimiento en las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.	48
Figura 9. Diagrama de equipos en la planta de harina de pescado.....	49
Figura 10. Diagrama de Pareto de fallas de equipos rotativos de las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.	74
Figura 11. Registro de capacitación del 06 de agosto del presente.	109
Figura 12. Registro de capacitación del 13 de agosto del presente.	110
Figura 13. Registro de capacitación del 20 de agosto del presente.	111
Figura 14. Registro de capacitación del 27 de agosto del presente.	112
Figura 15. Registro de capacitación del 04 de setiembre del presente.	113
Figura 16. Auditoría técnica de mantenimiento final.	185
Figura 17. Auditoría técnica de mantenimiento final.	186
Figura 18. Evaluación de los criterios de calificación en la gestión de mantenimiento de la planta de harina.	187
Figura 19. Representación de impacto potencial en costos acorde al grado de fallas de equipos rotativos.....	210
Figura 20. Constancia de validación del diagrama de procesos por el Ing. Mori Lora, Eliel.	211
Figura 21. Constancia de validación de la ficha técnica de equipos por el Ing. Mori Lora, Eliel.....	212
Figura 22. Constancia de validación del historial de fallas por el Ing. Mori Lora, Eliel.	213
Figura 23. Constancia de validación del registro de fallas por el Ing. Mori Lora, Eliel.	214
Figura 24. Constancia de validación de costos de mantenimiento correctivo por el Ing. Mori Lora, Eliel.	215
Figura 25. Constancia de validación costos de mantenimiento preventivo por el Ing. Mori Lora, Eliel.	216
Figura 26. Constancia de validación costos de mantenimiento predictivo por el Ing. Mori Lora, Eliel.	217
Figura 27. Constancia de validación de costos de mantenimiento total por el Ing. Mori Lora, Eliel. .	218
Figura 28. Constancia de validación del diagrama de procesos por el Ing. Cossios Risco, Samuel. ...	219
Figura 29. Constancia de validación de la ficha técnica de equipos por el Ing. Cossios Risco, Samuel.	220
Figura 30. Constancia de validación del historial de fallas por el Ing. Cossios Risco, Samuel.	221
Figura 31. Constancia de validación del programa de mantenimiento predictivo por el Ing. Cossios Risco, Samuel.....	222
Figura 32. Constancia de validación de costos de mantenimiento correctivo por el Ing. Cossios Risco, Samuel.....	223

Figura 33. Constancia de validación de costos de mantenimiento preventivo por el Ing. Cossios Risco, Samuel.....	224
Figura 34. Constancia de validación de costos de mantenimiento predictivo por el Ing. Cossios Risco, Samuel.....	225
Figura 35. Constancia de validación de costos de mantenimiento total por el Ing. Cossios Risco, Samuel.....	226
Figura 36. Constancia de validación del diagrama de procesos por el Ing. Flores Solis, Juan.	227
Figura 37. Constancia de validación de la ficha técnica de equipos por el Ing. Flores Solis, Juan.	228
Figura 38. Constancia de validación del historial de fallas por el Ing. Flores Solis, Juan.	229
Figura 39. Constancia de validación del registro de fallas por el Ing. Flores Solis, Juan.	230
Figura 40. Constancia de validación del programa de mantenimiento predictivo por el Ing. Flores Solis, Juan.	231
Figura 41. Constancia de validación de costos de mantenimiento correctivo por el Ing. Flores Solis, Juan.	232
Figura 42. Constancia de validación de costos de mantenimiento preventivo por el Ing. Flores Solis, Juan.	233
Figura 43. Constancia de validación de costos de mantenimiento predictivo por el Ing. Flores Solis, Juan.	234
Figura 44. Constancia de validación de costos total de mantenimiento por el Ing. Flores Solis, Juan.	235
Figura 45. Comportamiento de los costos de mantenimiento correctivo entre los meses de enero a octubre y pronóstico de noviembre y diciembre 2019.	238
<i>Figura 46.</i> Frontis de COPEINCA S.A.C.	240
<i>Figura 47.</i> Mantenimiento de estator de motor de Secador Rotadisk.	240
<i>Figura 48.</i> Limpieza de estator y alineamiento de rotor de separador industrial.	241
<i>Figura 49.</i> Secador Rotadisk – Vista lateral.	241
<i>Figura 50.</i> Zona de prensas – Empresa Copeinca.	242
<i>Figura 51.</i> Motor principal de separador de sólidos.	242
<i>Figura 52.</i> Alineamiento de eje de estator con transmisión de ventilador centrifugo.	243
<i>Figura 53.</i> Alineamiento de rodamientos de transmisión de reductor cicloidal.	243
<i>Figura 54.</i> Calibración y balanceo de árbol de transmisión acoplado a chumaceras del separador de dos tiempos.	244
<i>Figura 55.</i> Nivelación de motor de transmisión, acoplado a chumaceras, debido a sobreesfuerzo del motor de la cocedora de pedestal.	244
<i>Figura 56.</i> Cambio de rodamiento de rodillos de enfriador industrial.	245
<i>Figura 57.</i> Porcentaje de similitud del desarrollo del proyecto de investigación.	247

Resumen

En la presente investigación titulada Aplicación de mantenimiento predictivo por análisis de vibraciones para reducir costos de mantenimiento en COPEINCA SAC – Chimbote, 2019; se describe la falta de la aplicación de un mantenimiento tipo predictivo por análisis de vibración en los equipos estacionarios rotativos de las plantas de harina de pescado y agua de colas con el objetivo de obtener una reducción de costos. La población fueron todos los equipos estacionarios rotativos de las plantas en cuestión, siendo un total de 17, mientras que la muestra estuvo representada por los equipos que presentaron el 100% de las fallas durante el 2019 – I, evaluadas con la técnica de Pareto, para lo cual se aplicó como herramienta de análisis de gestión mantenimiento a una auditoría técnica de mantenimiento, la cual cuantificó la gestión inicial con 62.41% siendo una gestión aceptable. Para el análisis de costos se tuvo como fuente el presupuesto del periodo 2019 - I, en el cual se detalla que el costo total fue de S/. 279,696.50 nuevos soles, siendo el mantenimiento correctivo el de mayor significancia con un 72.79% y el resto representado por el preventivo. Para implementar el análisis de vibraciones se capacitó al personal y se elaboró un plan de mantenimiento predictivo, frecuenciado por la criticidad de cada equipo para el proceso. Durante el periodo 2019 – II se aplicó el plan y el análisis, de modo que al finalizar el periodo se volvió a evaluar la gestión de mantenimiento, esta vez calificada muy buena con 77.30%, de igual forma los costos totales de mantenimiento para el 2019 – II fueron de S/. 167,933.21 nuevos soles, manteniéndose el correctivo como el de mayor costo con 62.67%, 26.79 para el preventivo y 10.54% para la aplicación del predictivo. En conclusión, la aplicación de mantenimiento predictivo por análisis de vibraciones redujo los costos de mantenimiento en un 39.31% debido a que el análisis predictivo permitió una mejor gestión de repuestos, menos paradas por fallas y alargar la vida útil de los equipos.

Palabras clave:

Costos de Mantenimiento, Mantenimiento Predictivo, Análisis Vibracional, Equipos críticos, Software Labview.

Abstract

In this research entitled Application of predictive maintenance by vibration analysis to reduce maintenance costs in COPEINCA SAC - Chimbote, 2019; the lack of the application of a predictive maintenance type by vibration analysis in the rotary stationary equipment of the fishmeal and tail water plants is described in order to obtain a cost reduction. The population was all the rotary stationary equipment of the plants in question, being a total of 17, while the sample was represented by the teams that presented 100% of the failures during 2019 - I, evaluated with the Pareto technique, for which, a maintenance management analysis was applied to a technical maintenance audit, which quantified the initial management with 62.41%, being an acceptable management. For the cost analysis, the budget for the period 2019 - I was taken as a source, in which it is detailed that the total cost was S/. 279,696.50 nuevos soles, the corrective maintenance being the most significant with 72.79% and the rest represented by the preventive. In order to implement the vibration analysis, the personnel were trained and a predictive maintenance plan was developed, often due to the criticality of each team for the process. During the 2019 - II period the plan and analysis were applied, so that at the end of the period the maintenance management was reassessed, this time rated very good with 77.30%, in the same way the total maintenance costs for 2019 - II were S/. 167,933.21 nuevos soles, maintaining the corrective as the highest cost with 62.67%, 26.79 for the preventive and 10.54% for the application of the predictive. In conclusion, the application of predictive maintenance by vibration analysis reduced maintenance costs by 39.31% because the predictive aniseed allowed better spare parts management, fewer stops due to failures and extended equipment life.

Keywords:

Maintenance Costs, Predictive Maintenance, Vibrational Analysis, Critical Equipment, Labview Software.

I. INTRODUCCIÓN

El siguiente proyecto de investigación tuvo como finalidad la minoración de los costos de mantenimiento en la planta de harina y agua de colas de COPEINCA S.A.C. haciendo uso del mantenimiento predictivo, empleando el método del análisis vibracional, la cual permitió a la empresa una disminución de sus gastos generados de modo innecesario ya sea en mantenimiento como en compra de nuevos equipos. El mantenimiento predictivo permitió que los equipos prolonguen su vida útil, evitando que la planta tenga que hacer paradas no programadas. Además, mejoró la capacidad de planta y la a los requerimientos de mercado. Debemos resaltar que la producción de harina requiere de equipos e insumos de primer nivel (o en estado óptimo de operación) que favorecen la calidad final del producto.

La problemática de fallas en maquinarias y/o equipos de producción empezó a afectar a la industria mundial entre el siglo XVII y el siglo XIX. Cuando empezó la revolución industrial, también empezó a darse las primeras fallas en maquinarias y/o equipos, de esta forma se implementaron conceptos como gestión de mantenimiento, técnicas de prevención de fallas, análisis de costos operativos, mantenimiento preventivo y predictivo, entre otros. Díaz (2019) refiere que el mantenimiento predictivo y diagnóstico de equipamiento y maquinaria se comienza a desarrollar fuertemente en la industria en los años 80, con la evolución de las tecnologías predictivas. Estas se aplican al equipamiento crítico de producción y permiten una gestión optimizada de los activos de la empresa. Así mismo, se impulsó la optimización o disminución de costos operativos y de mantenimiento, para esto fue esencial la definición del porcentaje o causas de cada costo (Ver anexo 27).

En el Perú, la mayoría de empresas manufactureras optan por la implementación de sistemas o técnicas de mantenimiento, debido al constante crecimiento de las actividades, necesidad de disposición permanente de las máquinas, pérdidas de activos físicos, etc. Pero son pocas las entidades que lo desarrollan con plenitud, puesto que en su mayoría la implementación y la ejecución de programas de prevención mecánica de mantenimiento realizados por estos conjuntos no conforman porción medular de sus objetivos, planes, ni estrategias de producción y avance de las mismas. Al mantenimiento como organización lo podemos esquematizar como un proceso de input y output. Los inputs de este esquema son factores como mano de obra,

administración, herramientas, refacciones, equipo, etc., y la salida del mismo son equipos funcionales, confiables y bien configurados para alcanzar la operación planeada de la planta con la máxima optimización de recursos posibles, en toda organización se debe contar un sistema de mantenimiento, sin importar su tamaño.

La mayoría de empresas peruanas solo aplican conceptos básicos de gestión de mantenimiento, por lo que realmente solo logran una aplicación incipiente del mismo. Esta gran mayoría, hace contar como mantenimiento preventivo al acto de intervenir los equipos y maquinarias con el objetivo de prevenir averías, sin tener estudios estadísticos y de alguna forma logran tener costos óptimos y mayor disponibilidad; Aun así, esta aplicación sigue siendo parcial y mediocre. Actualmente cerca del 60% de las empresas en el Perú aplican solo el mantenimiento correctivo, esto sucede porque en sus inicios sus prioridades son otras, tales como, buscar rentabilidad, establecerse dentro del mercado laboral y tratan de evadir todo lo involucrado con costos y gastos, y cuando se ven afectadas por los factores fallas en sus equipos y maquinarias, las soluciones siempre son el mantenimiento correctivo.

Entrando al sector pesquero, la sociedad nacional de pesquería (SNP) indicó que en el país existen 222 compañías que elaboran productos pesqueros para consumo humano directo (CHD) siendo un 35,6% de las entidades están dedicadas al rubro de conservas de pescado (Economía 2019). Estos cambios en el entorno externo obligan a las empresas a ser más competitivas, a través de la implementación de nuevas técnicas en el desarrollo de sus procesos, de modo que puedan tener mayor ventaja competitiva. Así mismo, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (Comité de seguridad alimentaria mundial. 2014) declaró que los productos derivados del pescado, constituían un 15% del total de las proteínas que se consumen; aproximadamente un billón de personas en países en desarrollo, dependen de los derivados del pescado como fuente principal de valor proteico.

Vela (2014) sostiene que, “en los últimos 50 años los productos pesqueros que son orientados al consumo humano a nivel mundial ha sobrepasado el incremento de la población a un 0.5% anual.” Así mismo, Krawcke (2015) señaló que estudios anteriores sobre mantenimiento predictivo han demostrado que puede proporcionar ahorros entre el 8 y 12 % sobre un programa que utiliza solamente mantenimiento preventivo; también informó que el mantenimiento

predictivo puede reducir costos de mantenimiento de hasta el 30 %, si es que es aplicado de acuerdo a la necesidad de la empresa eliminando las averías del 70-75 % , minimizar el tiempo de inactividad, perfeccionando la calidad del producto final y ampliando la producción.

Corporación Pesquera Inca SAC. “COPEINCA” es una empresa que se desenvuelve en el rubro pesquero, con amplio trayecto en el mercado. Sus productos son principalmente la harina y el aceite de pescado, contando con varias plantas a nivel nacional, una de estas plantas de harina de pescado se encuentra en la ciudad de Chimbote. La harina de pescado es un producto industrial hidrobiológico obtenido por la reducción del pescado o partes de este, hasta convertirlo en polvo solido granulado. Así mismo el aceite de pescado es un importante producto secundario. El proceso productivo engloba las actividades de descarga de la materia prima, almacenamiento inicial, cocción, pre-strainer, prensado, centrifugado, evaporado, secado a vapor, enfriador, adición de antioxidantes, ensacado e almacenamiento final. Todas estas actividades dependen y están en interacción continua con equipos estacionarios rotativos y el funcionamiento de los mismos.

La planta de harina de pescado COPEINCA SAC. Ubicada en Chimbote, actualmente tiene una capacidad de producción máxima de 250 TN/DÍA, pero normalmente trabaja al 90% - 95% de su capacidad, produciendo durante 3 turnos diarios. En cuanto a la gestión del mantenimiento, se desarrolla un mantenimiento preventivo, cuya frecuencia de paradas para mantenimiento es proporcionada por el proveedor de los equipos, además de tener establecido como política, una hora diaria reservada para revisión de conformidad de equipos, pero en la práctica no siempre se respeta dicha política, con el fin de acelerar la producción. Así mismo, COPEINCA S.A.C. realiza una documentación pertinente detallando las fallas a través de historiales y registros, a la vez tiene un determinado stock de piezas de repuesto basado en la tasa de fallas del mismo, en caso ocurra una falla no prevista y no se cuente con los repuestos, equipos o personal requerido para el mantenimiento se procede a tercerizar el servicio. Desde el año 2013 se empezó a adquirir instrumentos propios de un mantenimiento predictivo, así mismo se capacito a 2 personales técnicos para el correcto uso de los mismos, con el fin de contrarrestar las cada vez más frecuentes paradas por fallas, aun así, no se implementa un plan de mantenimiento predictivo.

Por otro lado, los costos de mantenimiento han ido incrementando progresivamente, siendo el mantenimiento correctivo el de mayor costo, con un 67% del total en el periodo 2018 - II, debido a que cada vez más se opta por tercerizar el mantenimiento cuando ocurran fallas que superan los repuestos y las herramientas que requieran, en cuanto a los costos de mantenimiento preventivo, se le asocio los costos de adquisición y mantenimiento de equipos predictivos y todos aquellos que se relacionen, como la capacitación al personal y el costo del propio equipo. Una de las fallas que trajo mayor pérdida a la empresa fue la ocurrida en el mes de abril del 2019 produciéndose una falla en el secador rotadisk, el cual fue montado dentro de la empresa y tiene una capacidad máxima de 300 TN/DÍA, este equipo normalmente funciona entre un 80 a 85 % de su capacidad de producción, así mismo, esta es una de las máquinas y procesos críticos en el proceso productivo de la harina de pescado, y en caso de fallas y/o paradas, su eventual consecuencia es la parada de todo el proceso productivo.

En esta ocasión el equipo estuvo parado por 6 horas aproximadamente con la cual se estimó que se dejó de producir cerca de 61.8 Toneladas de harina de pescado, viéndose reflejada esta falla en las ganancias de la empresa. Además, solo cuentan con 1 personal titulado con horario de 8:00 a 17:00 de lunes a sábado, capacitados para la ejecución de análisis de vibraciones, sabiendo que COPEINCA SAC. produce durante 8 horas por turno, durante 3 turnos al día, en consecuencia, un turno por día se encontrará sin disponibilidad de personal capacitado en utilización de equipos predictivos, por lo que no se podrá realizar este tipo de análisis; encontrando que la capacitación del personal es uno de los factores por lo cual no se ha culminado con el accionamiento del mantenimiento predictivo.

Por tal motivo se considera que dentro de la planta de harina de pescado de la empresa COPEINCA SAC. el mayor costo de mantenimiento ocurre por paradas causadas por averías en equipos estacionarios rotativos. El análisis de vibración es una técnica basada en el estudio de las vibraciones dentro del funcionamiento de las máquinas y/o equipos estacionarios rotativos, estas máquinas y/o equipos manifiestan un cierto patrón de vibraciones, aunque se encuentre operando bajo condiciones normales, sin embargo, cuando dentro del comportamiento de las vibraciones se presenta alguna irregularidad, estos niveles comunes de vibración se ven turbados indicando la necesidad de una inspección del equipo (Olarte, Wiilliam; Botero, Marcela ; Cañon 2010).

Además, si consideramos que no se cuenta con un plan establecido para este tipo de mantenimiento, el cual se analiza solo cuando el equipo presenta alguna anomalía en su funcionamiento, significa que el problema ha aumentado y que el hecho de contar con equipos sofisticados no garantiza la alta confiabilidad que se espera en la planta de harina y agua de colas de la empresa, por tal motivo gerencia pretende contratar a una empresa tercera que pueda analizar la conducta de los gráficos y generar un plan de mantenimiento predictivo que sea eficiente, esto provoca un incremento en los costos de mantenimiento. Los análisis realizados por el personal arrojan que los equipos rotativos, independientemente del área donde se desempeñe, han producido una falla cada 300 horas de trabajo, lo que genera que la empresa este sobreexcediendo los costos de mantenimiento contratando un servicio adicional para el análisis de las fallas.

En cuanto al costo de mantenimiento de los equipos rotativos tanto de la planta de harina como de agua de colas, durante el periodo 2018 – II llegó a S/. 211,809.30 nuevos soles y a largo plazo tanto el costo de preventivos como el costo de correctivos se pueden incrementar si se dejar pasar esas anomalías o averías que se encuentren en las máquinas y se sigue dando un mantenimiento preventivo ya que al no tener en cuenta técnicas como el análisis de resultados de las vibraciones, que previenen paradas no programadas originadas por fallas, los costos de mantenimiento seguirán inflándose. Pero si en lugar de comprar maquinas nuevas, invirtieran en la ejecución de un plan de mantenimiento predictivo de forma continua se evitarían mayores costos por fallas y sobre todo por paradas de producción. Cabe resaltar que del total de costos de mantenimiento correctivo en el periodo 2019 – I el 31.8% son causados por fallas de equipos rotativos.

Como efecto de lo anterior, existen distintos costos de mantenimiento ocultos, tales como, costos estacionarios por inventarios de repuestos innecesarios, alto costo de los repuestos pedidos por emergencia, costos elevados por tercerización evitable, tiempos muertos en espera en producción, materiales y mano de obra, altos costos de horas extra, entre otros. Así mismo, la calidad de un producto se ve severamente afectada por las paradas imprevistas, además estos productos frecuentemente salen al mercado y son encontrados por el cliente final o consumidor, lo cual va originando un rechazo creciente en el consumidor. Por todo lo anterior, las ventas y los ingresos de la empresa son las afectadas; sin mencionar que, el quebrantamiento de los plazos

de entrega de los productos también es en muchos casos resultante de estas paradas imprevistas por las causas expuestas.

Los trabajos previos que sustentan la ejecución del presente estudio, a nivel internacional tenemos a Apaza (2018) con su tesis titulada “Estudio de la frecuencia crítica en los pernos y tuercas para reducir los costos de mantenimiento” tuvo como objetivo prevenir y mitigar fallas potenciales que puedan ocasionar pérdidas en los costos de mantenimiento a través del estudio de las afectaciones de las frecuencias críticas que ocasionan las vibraciones en los elementos de máquinas rotativas realizando pruebas que reflejaron presencia de desalineación, solturas mecánicas y desaflojamiento de los pernos obteniendo como resultado un ahorro en los costos de mantenimiento con respecto a los costos de repuestos, piezas y costos de manos de obra; gracias al estudio realizado.

De la misma manera Mulet (2015) en su tesis titulada “Programa de mantenimiento predictivo basado en vibraciones en CCC Sagunto” el propósito de esta investigación fue plantear un programa de mantenimiento predictivo a través del análisis de vibraciones en la central del ciclo combinado Sagunto, procurando el decrecimiento de los costos del mantenimiento, así como mejorar la fiabilidad de los grupos, así como definir nuevos puntos de medidas para las reductoras de los ventiladores de refrigeración obteniendo como resultado que si es conocido el momento de la falla, se podrá planificar el mantenimiento de los equipos viéndose reflejada en la disminución de costes de mantenimiento.

A nivel nacional podemos encontrar a Gallardo (2017) con su tesis titulada “Plan de mantenimiento preventivo para aumentar los indicadores operacionales y reducción de costos de mantenimiento de las máquinas de la municipalidad del distrito de Tambogrande -Piura”; dispuso como objetivo formular y simular un plan de mantenimiento preventivo que permita aumentar los indicadores operacionales y se vea reflejado en la disminución de costos de mantenimiento. Se aplicó a 10 de 21 máquinas, las cuales fueron seleccionadas por la mayor cantidad de fallas; obteniendo como resultado un aumento en la disponibilidad de 14%, en la confiabilidad un 11% así como un ahorro de s/. 92, 277.00 en costos de mantenimiento.

Por otro lado, Pasache (2017) con su tesis titulada “Plan de Mantenimiento Predictivo por Análisis de Vibraciones para mejorar la Confiabilidad de los Equipos Rotativos del área de

Galvanizado en una Empresa Metalmeccánica, Lima 2017” tuvo como finalidad establecer la calidad y mejora continua concentrándose en la tasa de fallas, el estudio se realizó en los equipos rotativos teniendo en cuenta las fallas semanales y el tiempo de demora para cada medición, agrupadas por 24 semanas. Se logró probar que utilizando el método de análisis de vibraciones mejoro el indicador de confiabilidad en 5%, por su lado la disponibilidad tuvo un incremento de 7%, también se logró el mejoramiento del tiempo medio entre fallas y el de reparaciones teniendo mejoras de 65% y 44.2% respectivamente.

A nivel local Bermúdez (2015) estudiante de la Universidad Cesar Vallejo con su tesis titulada “Mantenimiento Predictivo y su influencia en las paradas por las fallas en la zona de secado final en la pesquera COPEINCA S.A.C” en la cual los datos obtenidos para la investigación fueron enfocados al tiempo entre fallas, tiempo medio entre reparaciones y disponibilidad; la técnica aplicada fue la termografía ya que esta técnica permitía la medición de temperatura para poder identificar el sobrecalentamiento en motores, cojinetes y rodamientos y daño de fusibles en los centros de transformación de alta tensión, entre otros tipos de defectos, obteniendo como conclusión que el tiempo medio entre fallas se incrementó en 0.24 h/falla debido a la disminución de tiempo de paradas y la disponibilidad incremento en 1.17%.

Inti y Álvarez (2018) en su tesis titulada “Mantenimiento Predictivo por Análisis de Aceite, para Optimizar Costos Operativo por Disponibilidad, Montacargas P33000. Siderurgia del Perú S.A.A. Chimbote -2108” en esta investigación se eligió aplicar el análisis de aceite como técnica del mantenimiento predictivo para lograr la optimización de los costos operativos por disponibilidad de los montacargas. Se necesitó la recolección de datos necesaria, así como las muestras de los aceites para ser sometidos a las pruebas correspondientes. La técnica elegida permitió el análisis de los contaminantes que reducían la vida útil de los equipos y se logró establecer cambios óptimos, obteniendo \$34393,88 anuales de ahorro en los costos operativos y el incremento de la disponibilidad en 1.11%.

En otros estudios relacionados con el tema encontramos a He Y.; Hian X.; Chen,Z. (2018) en su investigación Cost – oriented predictive maintenance base on misión reliability state for cyber manufacturing systems realizaron en primer lugar, se informa sobre la adaptación para organizar y analizar los datos del proceso de funcionamiento de análisis de mantenimiento predictivo en

el entorno de fabricación cibernético. En segundo lugar, una nueva connotación de fiabilidad se define en función a grandes volúmenes para caracterizar el estado de los equipos. En tercer lugar, se centra en el mantenimiento predictivo basado en el estado de fiabilidad cuantificando el costo total de este, estableciendo una relación entre fiabilidad y los costos, proponiendo finalmente una estrategia de mantenimiento predictivo dinámico. Por último, se presenta un caso de estudio sobre el problema de la toma de decisiones en un proceso de fabricación de culata; teniendo como resultado que el costo global de mantenimiento puede reducirse aún más que con el método de mantenimiento preventivo periódico tradicional.

Por otro lado, Vladimir (2015) en su estudio *Optimization Maintenance Systems with consideration of reliability, availability and maintenance costs* resaltan que los sistemas de gestión de mantenimiento han cambiado y están sujetos a los cambios de fiabilidad y disponibilidad de la maquinaria y estos a los costos de mantenimiento. Este artículo explica las opciones de diseño y evaluación de un sistema de mantenimiento que admita reducir los costos de este, utilizando los métodos de análisis estadísticos y probabilísticos de datos del estado de los equipos, así como de la fiabilidad inicial, el mayor énfasis en la evaluación costo – eficacia realizada.

De la misma forma Estupiñán (2015) realizó un estudio titulado *Scope of predictive maintenance technologies in Chile and Latin America: from promise to reality* en donde se enfocan en la implementación y uso de tecnologías y sistemas de control adecuados ayudan a mejorar la detección, diagnóstico y pronóstico; por lo que en Chile y Latinoamérica se considera que sus tácticas de mantenimiento son la aplicación de las nuevas tecnologías así como la capacitación de su personal, formándolos y certificándolos; de igual forma seguir las normas internacionales, para poder sumar una ventaja competitiva, viéndose finalmente reflejadas en sus ganancias y rentabilidad.

Tran Anh, Drabrowski y Skrzypek (2018) en su estudio *The predictive maintenance concept in the maintenance department of the “Industry 4.0” production enterprise* establecieron que con el fin de sobrevivir en el mercado se necesita desarrollar nuevas tecnologías ya que establecieron que los procesos de mantenimiento tienen un impacto importante con respecto a los costos; este artículo está dedicado a la informar sobre las nuevas tendencias del mantenimiento predictivo,

describiendo el significado de los métodos utilizado, el potencial de este tipo de mantenimiento y la teoría aplicada en las empresas productivas.

En la investigación de Velmurugan y Tarun (2015,p.1) titulada Maintenance strategy selection and its impact in maintenance function investigaron las estrategias del mantenimiento, selección y aplicación a las diversas industrias , mediante la búsqueda de información bibliográfica que pueda ayudar a la comprensión de las teorías de mantenimiento. Finalmente Pelliccione (2015, p.1) en su investigación titulada Maintenance study : predictive maintenance – five key findings; demostraron que aplicando estrategias de mantenimiento predictivo asi como capacitaciones de la misma, pueden reducir el tiempo de inactividad de una maquina en un 77% y aumentar la eficacia los equipos en un 75%.

En relación con las teorías relacionadas al tema, para Taleb y Rachid (2016, p.2) se explica al mantenimiento como el conjunto de técnicas y gestión durante el ciclo de vida de un activo, destinado a mantener o restablecer un estado de un activo que realiza una función requerida. Así mismo para Adedokun, Ajiboye y Oyeniran (2014) cuando menos fallas existan en un equipo, menor será el costo del mantenimiento durante el ciclo de vida de este; por lo tanto la utilidad y longevidad de las maquinas serán mayores. Para Medaković y Marić (2018, p.2) la gestión de mantenimiento es un proceso que demanda planificación, supervisión, control y los recursos necesarios sin embargo es un proceso muchos más amplio que incluye la predicción, control de pasos y desempeño de acciones y el control de los costos de mantenimiento. Para la optimización de los sistemas de mantenimiento se deben considerar los costos de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo; para tener una visión global de los costos que los conforman (Asjad y Khan 2017).

Según Boero (2012, p.56) el mantenimiento predictivo radica en la elección y medición de algunos parámetros, que representen el buen funcionamiento de la máquina, pueden ser: temperatura, presión, resistencia eléctrica, ruido, vibraciones, viscosidad, humedad, impurezas, cenizas en aceites aislantes, nivel de fluidos, etc. Este método intentara acompañar la evolución de las fallas futuras. La principal ventaja de este tipo de mantenimiento es que con el análisis de los parámetros se podrá detectar fallas futuras realizando paradas programadas para efectuar el mantenimiento necesario y así evitar las tareas correctivas.

Según Poór y Basl (2019, p.3-6) el mantenimiento predictivo predice cuándo un equipo falla permitiendo el mantenimiento oportuno y eficaz; pero no solo eso sino que también proporciona información que puede “afinar” el equipo de forma gradual para reducir su tasa de falla. Este tipo de mantenimiento incluye una evaluación factor directa con la calidad del producto. Incorporar este mantenimiento de forma adecuado se traduce en un ahorro de costos de mantenimiento. Las principales funciones de este mantenimiento son: procesamiento, visualización, análisis y el archivo de los datos tomado. De igual manera Schmidt y Wang (2018,p.2) sustentan que el mantenimiento predictivo permite realizar el mantenimiento justo a tiempo, minimizando los tiempos muertos de equipo así como de evitar fallas; sin embargo es un mantenimiento que incluye costos elevados, por lo cual debe ser evaluado según el modelo costo/beneficio y ser considerado una inversión que se verá reflejada en la producción y calidad del producto final.

Según Selcuk (2016, p.2) un programa de mantenimiento predictivo consiste en tres etapas: adquisición de datos, procesamiento y mantenimiento final. El mantenimiento predictivo es un sistema moderno que se basa en el uso de nuevas tecnologías que diagnostica el desgaste de una máquina, el tiempo de funcionamiento estimado e incluso los componentes que pueden reemplazarlo. (Ungureanu y Ungureanu 2015, p.1). El análisis de vibraciones es la técnica más usual de este tipo de mantenimiento ya que se ejecuta en forma continua o intervalos programados para obtener información del estado del sistema Esta técnica permite estimar la vibración de los motores y equipos mecánicos siendo posible detectar si el equipo requiere alineación, equilibrio o intercambio de ciertas partes (Fonseca et al. 2015, p.3).

Este tipo de mantenimiento utiliza múltiples disciplinas, siendo una de las importantes el análisis periódico de vibraciones; está comprobado que de la mayoría de pruebas no destructivas que se pueden realizar en equipos, esta otorga la información más relevante sobre el funcionamiento interno. Con este análisis se puede precisar las fuerzas de excitación que se ejercen en una máquina, esas fuerzas están relacionada al estado del equipo ya que permiten el conocimiento de las características para el diagnóstico de algún posible problema. El análisis de vibraciones cuando es aplicado de la forma correcta, permite identificar defectos pequeños evitando que se conviertan en amenazas para los equipos; dando el tiempo necesario para planificar el mantenimiento necesario (White 2010, p.11-70).

Para aplicar un mantenimiento basado en análisis de vibraciones se debe tener en cuenta los medios técnicos, recursos logísticos y humanos que están asociados a todas las etapas de la implementación junto con una gestión eficaz (Semma, Mousrij y Gziri 2018,p.2). La vibración ocurre en la mayoría de los equipos mecánicos especialmente en los rotativos; cuando se mide correctamente y se asocian con otros datos, la vibración puede revelar mucho sobre el estado de las máquinas y sus componentes. Las propiedades medibles de vibración son su plano, frecuencia, amplitud y fase. Para generar un aumento en la velocidad de la producción es fundamental disminuir las masas que están en movimiento y los pesos muertos, lo que quiere decir que los equipos deben ser menos voluminosos y más ligera; lo que tiene como consecuencia que las estructuras sean más sensibles a los efectos de las vibraciones producidas por desalineaciones, desbalances, elementos rodantes defectuosos, etc. (Montilla 2016, p.122).

Se utilizará un análisis de criticidad para el mejor estudio de los equipos, el cual según Romero (2013, p.1) el análisis de criticidad también proporciona el nivel del riesgo lo cual permite entender el impacto de las instalaciones y equipos, para poder establecer una jerarquía donde se tengan en cuenta las prioridades las cuales contribuirán a la toma de decisiones acertadas y efectivas, así como la correcta asignación de recursos tanto económicos como humanos. Este análisis nos dirá que tan indispensable son las máquinas para el proceso productivo y cuál es la urgencia para realizarles el mantenimiento respectivo.

Garcia (2012, p.69) refiere que, la inversión realizada en un mantenimiento predictivo es totalmente justificada , ya que consigue ahorros respecto a los beneficios generales de una organización; para implementar un sistema de mantenimiento predictivo, conlleva un financiamiento relativamente significativo, por lo cual se debe realizar un estudio detallado de las capacidades de la empresa que pretende aplicarla, evaluando los principios económicos y estratégicos. El análisis de costos de mantenimiento compara la inversión que se realizara con el tiempo perdido, si este último es mayor se justifica la inversión, ya que el costo mínimo total se calcula cuando el costo anual de un cierto periodo es aproximadamente la suma del costo anual del personal más recursos físicos.

Los costos de mantenimiento se pueden definir como los costos generados por acciones ejecutadas para la conservación o reparación de un activo determinado. La planificación del

mantenimiento puede ser considerado como un gasto; pero se debe percibir como una inversión ya que se verá reflejada en el incremento de productividad y eficiencia general (Torres 2014,31-32). Estos costos son muy esenciales para la gerencia ya que ponderan cuanto se gasta en cada modelo de mantenimiento, así como la mano de obra, materiales, recambios, etc. Y la manera que se gastan los recursos. (Montilla 2016,p.134)

Controlar los costos de mantenimiento se considera difícil ya que la complejidad de las tareas efectuadas, pero se puede conseguir si se aplican correctamente los procedimientos de planificación y evaluación, las cuales son parecidas a las que se utilizan para establecer los costos de producción. Se puede obtener un control minucioso de los costos de mano de obra empleadas en el mantenimiento acudiendo a la adaptación de objetivos de los costos presupuestados, de la misma forma el control de materia prima y complementaria, desarrollándose en base a un costo estadístico e histórico. El objetivo es inducir a la disminución de costos por mano de obra; consiguiendo así una estabilidad entre el beneficio y el costo real de mantenimiento (García 2012, p.123).

Mora (2010,p.466-467) explica que los costos de mantenimiento tienen 4 indicadores fundamentales los cuales son : costos instrumentales, que son aquellos que se pagan por el empleo de los instrumentos de mantenimiento como insumos, repuestos, herramientas, pruebas predictivas, tecnología de información, etc.; costos operacionales, estos involucran las acciones correctivas o planeadas involucrando los costos de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo; costos tácticos los cuales son la inversión de media plazo en la implementación táctica por último los costos de nivel estratégico los cuales son referidos a los costos de la no disponibilidad, aislamiento, producción, tecnología.

Los costos de mantenimiento fluctúan entre el 5 y 10 % del costo total del producto, no parece un porcentaje elevado, pero tiene dos características relevantes las cuales son: es un costo que lo produce y lo controla la propia empresa y que el costo de mantenimiento no se recupera con las ganancias de las ventas si no que se recupera en aumentar la confiabilidad y disponibilidad de las maquinarias por lo que se debe contar con un sistema de gestión adecuado. Se clasifica en dos tipos de costos: los costos variables los cuales involucran los costos referidos a los mantenimientos correctivos ya que están supeditados a actividades inesperadas y los costos fijos

referidos a los costos de mantenimiento preventivo y predictivo los cuales refieren actividades planeadas (Boero 2012,p.98-99).

El problema de investigación que se planteó fue: ¿Cuál fue el impacto de aplicar el mantenimiento predictivo mediante el análisis vibracional para reducir los costos de mantenimiento en la planta de harina COPEINCA SAC – Chimbote, 2019?

El presente estudio de investigación se justifica de forma económica, ya que benefició a la gestión interna de la empresa, mediante una de las técnicas del mantenimiento predictivo como es el análisis de vibraciones, con base en los conocimientos y herramientas que ya existen, para de esta manera reducir costos de mantenimiento. De modo que se evitó costos de mantenimiento correctivo y a la vez, la producción no fue intervenida, se evitaron costos en contratación de terceros y por consecuencia se agilizó el proceso productivo, disminuyendo los tiempos muertos de producción y aumentando el ciclo de vida de los activos físicos. Así mismo se justifica de forma laboral, ya que generó una ventaja competitiva para la empresa a través de la aplicación de un tipo de mantenimiento que trae consigo ventajas y sobre todo exige una capacitación constante del personal, lo cual se vio reflejada en la productividad de los trabajadores, así como en la calidad el producto.

También fue beneficiada de forma social, debido a que aplicar un mantenimiento predictivo ya sea por análisis de vibraciones o cualquier otra técnica, significa mayores requerimientos de personal, generando más oportunidades laborales para profesionales del entorno. Por último, se sustenta de forma científica, puesto que quedó como antecedente y/o guía para todas aquellas empresas que tengan la visión de implementar un mantenimiento de estas características, dejando así un aporte aplicable a la comunidad científica.

La hipótesis que se formuló fue: La aplicación del mantenimiento predictivo por análisis vibracional, redujo los costos de mantenimiento en la planta de harina COPEINCA SAC – Chimbote 2019.

Como objetivo general se planteó evaluar la reducción los costos de mantenimiento mediante el análisis vibracional en la planta de harina COPEINCA SAC – Chimbote 2019. Como objetivos específicos se establecieron los siguientes: diagnosticar la situación actual de los equipos rotativos en la planta de harina COPEINCA SAC, para evaluar los costos de mantenimiento;

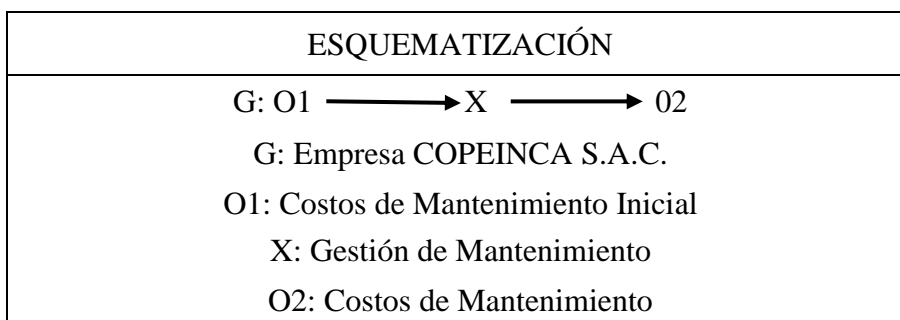
después implementar un programa de mantenimiento predictivo por análisis vibracional y finalmente evaluar el impacto total de la implementación del mantenimiento predictivo por análisis vibracional para optimizar los costos de mantenimiento.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de Investigación

El tipo de investigación elegida para el proyecto de investigación fue la investigación experimental. Según Arias (2012, p.34) la investigación experimental es un proceso que consta en supeditar a un objeto o grupo, a ciertas condiciones, estímulos o tratamientos para examinar los efectos producidos; la categoría de este tipo de investigación será pre-experimental, debido a que tiene un grado de control mínimo, registrando al inicio los costos de mantenimiento iniciales de la planta de harina de pescado COPEINCA y establecer un método y ver como este se manifiesta.

Tabla 1. *Esquematización del diseño de investigación.*



Fuente: Elaboración propia.

2.2. Variables y Operacionalización

Las variables pueden ser de dos tipos, variables independientes o dependientes.

Hernández (2002, p. 264) señala que la variable dependiente es el eje principal de una investigación, pues de esta podremos observar los resultados que se esperan obtener; mientras que la variable independiente debe estar enfocada al eje temático. En este trabajo de investigación se tomó como variable independiente el mantenimiento predictivo mediante de análisis de vibraciones y como variable dependiente los costos de mantenimiento.

Tabla 2. Operacionalización de variables.

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones		Indicadores	Nivel
Mantenimiento Predictivo	Se explica al mantenimiento como el conjunto de técnicas y gestión durante el ciclo de vida de un activo, destinado a mantener o restablecer un estado de un activo que realiza una función requerida (Taleb y Chaib 2016, p.2).	El mantenimiento predictivo nos ayudará a disminuir los costos de mantenimiento mediante el análisis vibracional que se aplicará a los equipos rotativos, para ello se realizará el análisis de criticidad el cual nos ayudará a jerarquizar los equipos de la planta de harina, posteriormente se elaborará un plan de mantenimiento predictivo que ayude a controlar la planificación del mantenimiento predictivo.	D ₁ :	Análisis	Recolección de datos	Cualitativo Nominal
					Historial de fallas	Cualitativo Nominal
					Análisis vibracional mediante tacómetro y acelerómetro	Cualitativo Nominal
					Criticidad = frecuencia x impacto total	Razón
			$\text{Impacto total} = (\text{frecuencia de fallas} \times \text{MTTR}) + \text{impacto de produccion} + \text{costo de reparacion} + \text{impacto ambiental} + \text{impacto de salud}$	Razón		
D ₂ :	Planificar	Plan de Mantenimiento Predictivo	Cuantitativo Nominal			
D ₃	Control	$C = \frac{\text{actividades realizados}}{\text{actividades programadas}}$	Razón			
Costos de Mantenimiento	Se pueden definir como los costos generados por acciones ejecutadas para la conservación o reparación de un activo determinado (Torres 2014,p.31-32).	Incluye costos de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo a los equipos para luego tener costos manteamiento total.	d ₁ :	Costo Mant. Correctivo	\sum de costos de fallas	Razón
				Costo Mant. Preventivo	$\frac{\text{M.O} * \text{Costo de M.O} + \text{Costo de Repuesto}}{\# \text{ de fallas}}$	Razón
				Costo Mant. Predictivo	$\frac{\text{M.O} * \text{Costo de M.O} + \text{Costo de Planificación}}{\# \text{ de fallas}}$	Razón
				Costo Mant. Total	CMC (Costo de mantenimiento correctivo) + CMPV (Costo de mantenimiento preventivo) + CMPD (Costo de mantenimiento predictivo)	Razón

Fuente: Elaboración Propia.

2.3. Población y muestra, selección de la unidad de análisis

La población según Quezada (2010) es definida como el conjunto de individuos o escenarios que poseen características en común, es un conjunto bastante amplio por lo que se debe seleccionar una muestra. De igual manera, para Arias (2012) es una agrupación limitada o ilimitada que presentan particularidades para las cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Por otro lado para Ñaupas (2014) la población como el conjunto o universo de objetos, hechos o eventos que será sometido al estudio. Por ello, la población del presente proyecto de investigación son todos los equipos rotativos de la planta de harina de pescado COPEINCA SAC que en su totalidad constan de 17 equipos.

Según Ñaupas (2014) la muestra es un subconjunto elegidos por métodos diferentes, pero teniendo en cuenta la característica principal del universo. La condición primordial de la muestra es que debe ser representativa de la población y tener coherencia con la investigación, ya que así se podrá realizar generalizaciones válidas. Los aspectos elementales que se deben tener en cuenta en la elección de una muestra son: el sistema de muestreo utilizado y el tamaño de la muestra (Carrillo 2015b). Por tanto, los 14 equipos rotativos que presentan fallas tanto en la planta de harina de pescado como en la de agua de colas COPEINCA SAC. son considerados la muestra del proyecto de investigación del presente.

Para Carillo (2015) el muestreo es la herramienta esencial que permite conocer la conducta de una población infinita desde un subconjunto consiguiendo mayor precisión en los resultados. Así mismo Ñaupas define el muestreo como la técnica que consiste en extraer de un universo una muestra. Por ende, el proyecto consta de un muestreo no probabilístico por conveniencia. Cuyo criterio de inclusión son los equipos rotativos que presentan fallas y de forma inversa el criterio de exclusión son los equipos rotativos que no presentan fallas.

2.4. Técnicas e instrumentación de recolección de datos, validez y confiabilidad

Tabla 3. *Técnicas e instrumentos de recolección de datos.*

Variable	Técnica/ herramienta	Instrumento	Fuente/ informante
Mantenimiento predictivo	Revisión documental	Organigrama del área de mantenimiento (Anexo 2) Diagrama de equipos rotativos (Anexo 4) Muestra de fallas (Anexo 5) Registro de equipos rotativos (Anexo 6) Historial de fallas (Anexo 7) Ficha técnica de equipos (Anexo 9) Registro de mantenimiento predictivo (Anexo 11)	Empresa pesquera COPEINCA SAC. Libro virtual RENOVETEC.
Costos de mantenimiento	Revisión documental	Costo mantenimiento correctivo inicial (Anexo 13) Costo mantenimiento preventivo inicial (Anexo 15) Costo mantenimiento correctivo final (Anexo 24) Costo mantenimiento preventivo final (Anexo 25) Costo mantenimiento predictivo final (Anexo 26)	Empresa pesquera COPEINCA S.A.C. Libro virtual RENOVETEC.

Fuente: Elaboración Propia.

2.5. Procedimiento.

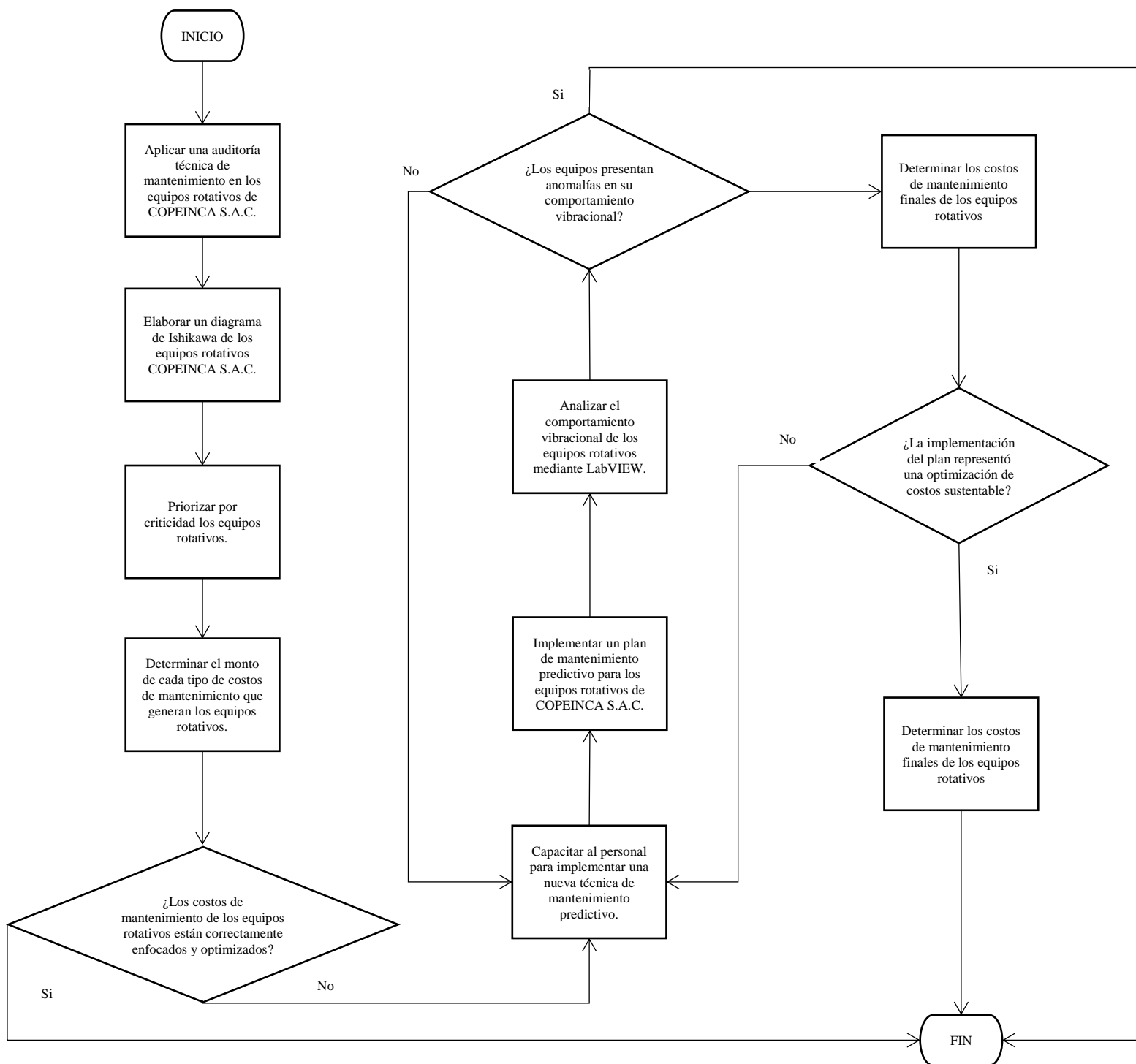


Figura 1. Procedimiento del desarrollo del proyecto de investigación.

Fuente: Elaboración propia.

2.6. Método de análisis de datos.

Tabla 4. *Método de análisis de datos.*

Objetivos específicos	Técnica	Instrumento / Herramienta	Resultados
Diagnosticar el costo de mantenimiento actual de los equipos rotativos en la empresa COPEINCA SAC.	Análisis documental Análisis de datos	Auditoría técnica de mantenimiento (Anexo 3) Diagrama de Pareto (Anexo 8) Criticidad (Anexo 10) Costos total de mantenimiento inicial (Tabla 7)	Determinar el estado de los equipos rotativos y los costos que estos significan en la empresa pesquera COPEINCA S.A.
Implementar un programa de mantenimiento predictivo por análisis de vibraciones.	Análisis de datos	Cronograma de capacitación (Tabla 8) Identificación de clases de equipos (Anexo 18) Plan de mantenimiento predictivo (Tabla 9)	El mantenimiento predictivo instalado en la empresa pesquera COPEINCA S.A.
Evaluar el impacto total de la implementación del mantenimiento predictivo por análisis de vibraciones para optimizar los costos de mantenimiento.	Análisis Documental Análisis de datos	Informe de análisis vibracional (Anexo 20) Auditoria final de mantenimiento (Anexo 21) Costos total de mantenimiento final (Tabla 11)	El análisis de los costos del mantenimiento predictivo en el periodo 2019 – I y 2019 – II en la empresa pesquera COPEINCA S.A.

Fuente: Elaboración Propia.

2.7. Aspectos Éticos


Se garantizó la originalidad del presente desarrollo de proyecto de investigación asumiendo un compromiso ético y moral. Por lo cual, se evitó algún tipo de plagio, así mismo, se rigió paso a paso a la metodología estipulada por la Universidad Cesar Vallejo en su esquema preliminar. Para la ejecución del siguiente proyecto de investigación la organización u objeto de estudio fue notificada acerca de la misma y el procedimiento que se realizará en sus instalaciones, a lo cual la institución respondió con una carta de aceptación (anexo 1). Por consiguiente, se hizo del conocimiento de la empresa todos los formatos y anexos que se aplicarán para la ejecución del proyecto. Finalmente, los investigadores se comprometen a mantener la autenticidad de los resultados y la con fiabilidad de los recursos proporcionados por la organización.

III. RESULTADOS

3.1. Diagnóstico situacional inicial de los equipos rotativos en la empresa COPEINCA SAC.

Se empezó por un diagnóstico inicial de la gestión de mantenimiento en la empresa COPEINCA S.AC, aplicando una auditoría técnica de mantenimiento con el objetivo de recolectar la información necesaria respecto al manejo del sistema de gestión de mantenimiento y sobretodo la gestión de repuestos, la cual es clave para reducir costos ante una ocasional falla. En el anexo 3, se muestran los criterios de una auditoría técnica de mantenimiento para una gestión de mantenimiento efectiva y de las cuales la auditoría técnica de mantenimiento recolecta, analiza y brinda la información. Para identificar en qué punto está fallando la gestión actual de mantenimiento de las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C. Seguidamente se evaluó estableció el indicador del análisis general del cuestionario de la auditoría técnica de mantenimiento (Anexo 3).

Tabla 5. Resultados de la auditoria de mantenimiento en las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

 COPEINCA	Índice de conformidad de gestión de mantenimiento
Suma total de los ítems de la Auditoria Técnica de Mantenimiento	88
Valor máximo del cuestionario	141
Índice en porcentaje de conformidad	62.41%

Fuente: Anexo 3.

En la tabla 5, se muestra el resultado de la auditoría técnica de mantenimiento aplicada al área de la planta de harina, donde se obtuvo un índice de conformidad de 62.41%, dicho resultado se obtuvo mediante la suma total de los valores del cuestionario de la auditoría técnica, dividido entre el valor máximo que puede obtener que es 141, debido a que el valor máximo es 3 y la cantidad de preguntas es 47, entonces $3 * 47 = 141$. En la tabla 15 - anexo 3, se muestra los valores según RENOVETEC. Se comparó el índice de conformidad obtenida en la tabla 5 con la tabla 16 – anexo 3, resultando que la gestión de mantenimiento de la planta de harina de COPEINCA S.A.C, es aceptable pero mejorable, es decir que el manejo actual del sistema de

gestión de mantenimiento es considerado un buen sistema de mantenimiento, por lo que es necesario aplicar planes de acción para mejorar el sistema de mantenimiento en la empresa COPEINCA S.A.C.

Para diagnosticar la situación actual en la empresa COPEINCA S.A. se procedió a realizar un diagrama de bloques de los equipos en la planta para conocer el recorrido de cada uno de los equipos rotativos ya que de esta manera se puede identificar los equipos que forman parte del proceso (Anexo 4). Durante el mes de mayo se procedió a recolectar datos de fallas (anexo 5) de los equipitos rotativos registrados en el anexo 6, con el fin de constatar las fallas que se muestran el historial de fallas (Anexo 7), el cual sirvió como fuente de datos para realizar el análisis de Pareto, para focalizar el plan en los equipos que presenten mayores fallas y por tanto mayores costos (Anexo 8), obteniendo 14 equipos rotativos que presentan el 100% de todas las fallas y costos correctivos tanto de la planta de harina de pescado y agua de colas. Finalmente se realizó el análisis de criticidad en el cual podemos observar que los equipos rotativos que se deberían tener mayor énfasis en el plan de mantenimiento es la prensa doble tornillo 178, el secador rotadisk y el enfriador industrial, ambos con 162, a estos equipos se les dio una mayor importancia; es decir una frecuencia más corta a la hora de realizar el plan de mantenimiento, ya que es de suma prioridad para los intereses de la empresa.

Resultado de análisis de criticidad								
Equipo	Frecuencia de falla	MTR	Impacto en la producción	Costo de reparación	Impacto ambiental	Impacto en la salud y seguridad personal	Impacto total	Criticidad
Enfriador Industrial	2	3	10	15	25	25	81	162
Ventilador Centrifugo	2	3	10	15	15	25	71	142
Prensa Doble Tornillo	2	3	8	25	25	25	89	178
Secador Rotadisk	2	3	10	15	25	25	81	162
Hidrolavadora	2	2	10	15	15	15	59	118
Separadora de solidos	2	2	6	5	25	15	55	110
Cocedora de pedestal	2	2	8	15	15	10	52	104
Sepador Industrial	2	2	6	10	15	25	60	120
Eliminador de humedad en aire comprimido	1	2	10	5	10	25	52	52
Evaporador de residuos	1	2	8	3	25	10	48	48
Generador de micro - burbujas	1	1	6	3	25	25	60	60
Reductor Cicloidal	1	1	8	5	10	10	34	34
Bomba centrifuga	1	1	6	3	15	10	35	35

Electrobomba	1	1	6	5	15	10	37	37
--------------	---	---	---	---	----	----	----	----


Tabla 6. Resultado de análisis de criticidad en los equipos rotativos de las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

Fuente: Anexo 9.

Como parte final del primer objetivo se determinó el costo de mantenimiento del primer semestre del año 2019-I antes de la aplicación del plan de mantenimiento predictivo por análisis de vibraciones en la planta de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C, obteniendo como resultado que el costo de mantenimiento correctivo que ascendió a un monto de S/. 201,413.00 soles (Anexo 13), el cual se obtuvo de la suma del costo de mano de obra más el costo total de los repuestos de las distintas máquinas cabe mencionar que no necesariamente la máquina con mayor falla es la de mayor costo como sucede en el área de harina de pescado ya que la máquina con mayor costo fue el enfriador industrial con un monto de S/. 34,500.00 soles, luego le sigue la prensa de doble tornillo con un monto de S/. 32,250.00 soles, el secador rotadisk con S/. 31,650.00 soles, por último, el ventilador centrifugo con S/. 28,585.00 soles son estas máquinas con mayor costo para la empresa. Cabe resaltar y como bien se expresa en el anexo 14, del 100% de costos correctivos, 31.80% son causados por fallas de motores.

Como se observa en el anexo 15, los costos de mantenimiento preventivo representaron S/. 75,283.50 soles, durante el periodo 2019-I, siendo los de mayor requerimiento el enfriador industrial y el separador de sólidos, ambos con S/. 6130.00 soles, cada uno. Así mismo, se evaluó los costos totales de mantenimiento antes de la aplicación del plan (Tabla 7) y los resultados fueron que el mantenimiento correctivo representa un 72.79% del costo de mantenimiento total, perteneciendo el 27.21% restante al mantenimiento preventivo.


Tabla 7. Costo total de mantenimiento inicial de los equipos rotativos en las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

	Costo total de mantenimiento inicial - COPEINCA S.A.C							
	Enero S/.	Febrero S/.	Marzo S/.	Abril S/.	Mayo S/.	Junio S/.	Total S/.	Porcentaje %
M. Preventivo	3,400.00	2,500.00	5,108.70	2,500.00	4,130.00	3,500.00	s/.75,283.50	27.21%
M. Correctivo	33,128.00	32,129.30	36,125.70	29,400.00	34,130.00	36,500.00	s/.201,413.00	72.79%
M. Predictivo	-	-	-	-	-	-	-	-
Costo mantenimiento							s/.276,696.50	100.00%

Fuente: Anexos 13 y 15.

3.2. Implementación de un programa de mantenimiento predictivo por análisis de vibraciones. Con el objetivo de aplicar un plan de mantenimiento predictivo fue necesario capacitar al personal destinado a realizar las actividades del mismo, por tanto, se ejerció la capacitación al personal en los temas correspondientes (Tabla 8).


Tabla 8. Cronograma de capacitación para análisis vibracional en las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

	Cronograma de capacitación de análisis vibracional			Gerencia de mantenimiento	
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
	6/08/2019	13/08/2019	20/08/2019	27/09/2019	4/08/2019
MODULO I					
Repaso de las tecnologías de monitoreo de condición y estándares ISO	8:00 am - 12:00 pm				
Procesamiento de señales y adquisición de datos.	1:00 pm - 3:00 pm				
Análisis de señal de onda	3:00 pm - 5:00 pm				
Análisis de fase		8:00 am - 12:00 pm			
Dinámicas (frecuencias naturales y resonancias)		1:00 pm - 3:00 pm			
Pruebas para frecuencias naturales		3:00 pm - 5:00 pm			
Análisis ODS (Operating Deflection Shape)			8:00 am - 12:00 pm		
Análisis modal e introducción a FEA			1:00 pm - 3:00 pm		
Corrección de resonancias			3:00 pm - 5:00 pm		
MODULO II					
Detección de fallas en elementos de rodamientos				8:00 am - 10:00am	
Detección de fallas en cojinetes de deslizamiento				10:00 am - 12:00 pm	
Pruebas en motores eléctricos				1:00 pm - 3:00 pm	
Acción de corrección				3:00 pm - 5:00 pm	
Corriendo un programa de monitoreo de condición exitoso					8:00 am - 12:00 pm
Pruebas de aceptación					1:00 pm - 3:00 pm
Repaso de los estándares ISO					3:00 pm - 5:00 pm

Fuente: ISO 2372.

De acuerdo con la tabla 3. Y los objetivos planteados, se aplicó un plan de mantenimiento predictivo a los equipos rotativos, dicho plan se aprecia individualmente en el Anexo 19 y a manera de cronograma en la tabla 9 a continuación.

Tabla 9. Resumen del plan de mantenimiento predictivo de los meses de setiembre y octubre en los equipos rotativos de las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

 COPEINCA		Cronograma de ejecución del plan de mantenimiento predictivo de la empresa COPEINCA S.A.C																						
Nº	Equipo	Fechas del análisis vibraciones en los equipos de la planta de harina y tratamiento de colas																						
1	Enfriador industrial	3-set								17-set					2-oct				16-oct				29-oct	
2	Ventilador centrifugo		5-set									22-set				10-oct				20-oct				
3	Prensa de doble tornillo			10-set								24-set						12-oct					24-oct	
4	Secador rotadisk				11-set								26-set						16-oct				26-oct	
5	Hidrolavadora	3-set													5-oct									4-nov
6	Separador de solidos		4-set													6-oct								4-set
7	Cocedora de pedestal					12-set													15-oct					9-nov
8	Separador de 2 tiempos				11-set											6-oct								9-nov
9	Eliminador de humedad									15-set										19-oct				
10	Evaporador de residuos						14-set													20-oct				
11	Generador de microburbujas											21-set											23-oct	
12	Reductor cicloidal												27-set											27-oct
13	Bomba centrifuga			10-set												10-oct								
14	Electrobomba													27-set										27-oct


Fuente: Anexo 19.

El fin del plan de mantenimiento predictivo fue el analizar el comportamiento vibracional de los equipos rotativos por medio del software LabVIEW, los cuales se muestran unitariamente en el anexo 19.

3.3. Evaluación del impacto total de la implementación del mantenimiento predictivo por análisis de vibraciones para optimizar los costos de mantenimiento.

Se realizó nuevamente una auditoría técnica de mantenimiento para evaluar el impacto de la implementación del mantenimiento predictivo por análisis vibracional en la gestión del mantenimiento en COPEINCA S.A.C.

Tabla 10 Resultados de la auditoría de mantenimiento en las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

	Índice de conformidad de gestión de mantenimiento	
Suma total de los ítems de la Auditoría Técnica de Mantenimiento		109
Valor máximo del cuestionario		141
Índice en porcentaje de conformidad		77.30%

Fuente: Anexo 20.

En la tabla 10, se muestra el resultado de la auditoría técnica, donde se obtuvo un índice de conformidad de 77.30%. Evidenciándose 14.89 puntos porcentuales de diferencia entre auditoría inicial y final. Así mismo, la gestión del mantenimiento final se califica como muy bueno, según la tabla 15 – anexo 3.

Luego de la aplicación del plan de mantenimiento por análisis de vibraciones se evaluó los costos post plan, para lo cual, en cuanto a predictivo refiere, se consideró el costo de capacitación al personal, realizada en el mes de agosto (Anexo 23) donde se revela que dicha capacitación tuvo un costo de S/. 2,900.00 soles, así mismo, el costo de la realización del mantenimiento predictivo (Anexo 26) implicó S/. 17,695.00 nuevos soles. En cuanto al costo de mantenimiento preventivo, se presupuestó un total de S/. 44,986.10 soles (Anexo 25). Y por último el costo de mantenimiento correctivo el cual se puede detallar en el anexo 24 sumando el total de S/. 105,252.11 resaltando que se pronosticó para los meses de noviembre y diciembre (Anexo 30).

Tabla 11. Costo total de mantenimiento final de las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

Tipo de mantenimiento	Costo total de mantenimiento final - COPEINCA S.A.C							
	Julio S/.	Agosto S/.	Septiembre S/.	Octubre S/.	Noviembre S/.	Diciembre S/.	Total S/.	Porcentaje %
					(Pronóstico)	(Pronóstico)		
M. Preventivo	8,100.00	6,050.00	9,676.10	6,050.00	10,410.00	4,700.00	44,986.10	26.79%
M. Correctivo	19,800.00	19,775.00	17,250.00	16,073.00	17,317.46	15,036.65	105,252.11	62.67%
M. Predictivo	2,900.00	0.00	4,435.00	5,240.00	5,120.00	-	17,695.00	10.54%
Costo mantenimiento total							167,933.21	100%

Fuente: Anexos del 23 al 26 y 30.

En la tabla 11 se observa el costo de mantenimiento total luego de haber aplicado el análisis de vibraciones en los equipos rotativos, teniendo como resultado un costo final proyectado de S/. 167,933.21 nuevos soles, el mantenimiento correctivo representa el costo más alto con un 62.67%, seguido del mantenimiento preventivo con 26.79% y el 10.54% restante pertenece al mantenimiento predictivo.

Tabla 12. Análisis del impacto económico del proyecto.

COPEINCA	Evaluación de impacto económico del proyecto		
	Costo total mantenimiento inicial (S/.)	Costo total mantenimiento final (S/.) (Proyectado)	Costo evitado (S/.) (Proyectado)
	276,696.50	167,933.21	108,763.29
	100%	60.69%	39.31%

Fuente: Tabla 7 y 11.

La tabla 12 expresa numéricamente el impacto económico de la implementación del proyecto, donde tal implementación representará un 39.31 % menos de costos de mantenimiento en motores de la planta de harina de pescado y la de agua de colas, es decir S/. 108,763.29 nuevos soles evitados.

El contraste de la hipótesis formulada (HI: La aplicación del mantenimiento predictivo por análisis vibracional, redujo los costos de mantenimiento en la planta de harina COPEINCA SAC – Chimbote 2019) se realizó mediante el método T – Student, con una confiabilidad de 95.00% y un margen de error de 5.00%, obteniendo los datos mostrados en la tabla. En la tabla señala que existe una distribución “t” de 7.015 con 10 grados de libertad con un valor crítico “t” de - 1.943.

Los datos que se evaluaron para la contrastación de hipótesis fueron, para el análisis inicial se tomó el costo de mantenimiento mensual 2019 – I visibles en la tabla 7 y en cuanto a los datos finales se analizó a los costos de mantenimiento mensual 2019 –II expresados en la tabla 11.

Tabla 13. *Contrastación de hipótesis.*

Análisis estadístico	Costo de mantenimiento total	
	Inicial	Final
Media	33818.78	17542.00
Varianza	6529297.72	3730745.60
Observaciones	6	6
Coefficiente de correlación de Pearson	-0.119	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	5	
Estadístico t	11.787	
P(T<=t) una cola	0	
Valor crítico de t (una cola)	2.015	
P(T<=t) dos colas	0.0000773	
Valor crítico de t (dos colas)	2.571	

Fuente: Elaboración propia.

Diferencia de promedio:

Diferencia = Costo de mantenimiento total inicial - Costo de mantenimiento total final

Diferencia = 15,814.43

Desviación Estándar:

$$S_D^2 = \frac{n \sum_{i=1}^n D_i^2 - (\sum_{i=1}^n D_i)^2}{n(n-1)}$$

$$S_D^2(\text{inicial}) = 2,555.24$$

$$S_D^2(\text{final}) = 1,931.51$$

Cálculo de T:

$$t = \frac{-\bar{x} \text{ inicial} + \bar{x} \text{ final}}{\sqrt{\left(\frac{Sd^2 \text{ inicial} + sd^2 \text{ final}}{n}\right)}}$$

$$t = 11.787$$

De acuerdo al análisis tenemos que la estadística de prueba T-student, está dada por $T = 11.78$ es mayor que el punto crítico (valor dado por la tabla de valores críticos de la distribución t para un $\alpha = 0.05$) para los grados de libertad de 5, con una significancia de 0.0000773 (Sign. < 0.05), según tabla para una cantidad de datos de 6 corresponde 2.015 por lo que se considera dentro de la región de aceptación para una cola, por lo cual se acepta la hipótesis planteada pudiendo concluir e que la aplicación del mantenimiento predictivo por análisis vibracional, redujo los costos de mantenimiento en la planta de harina COPEINCA SAC – Chimbote 2019.

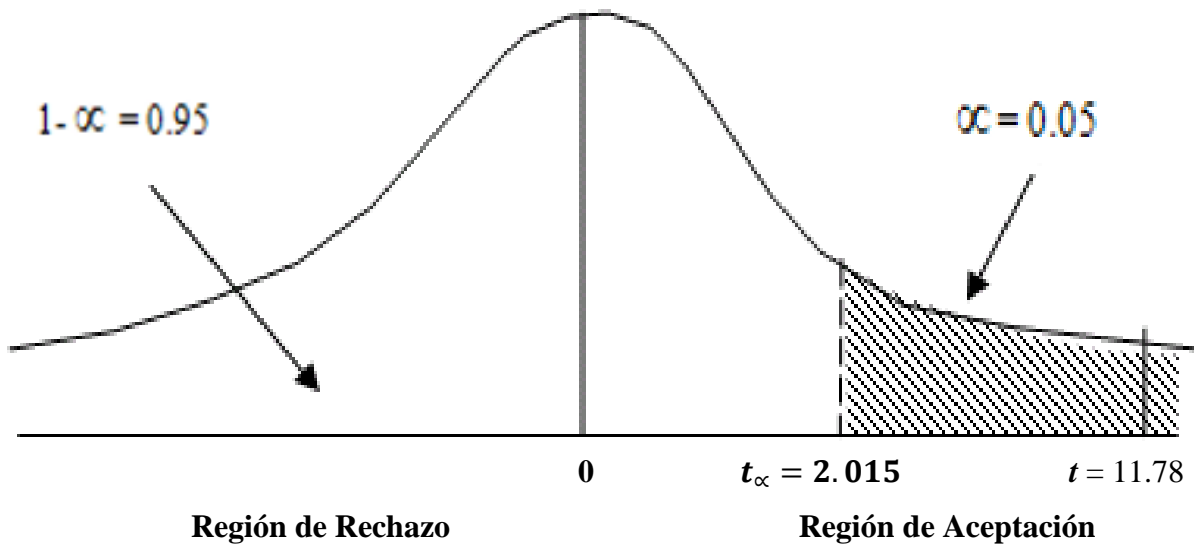


Figura 2. Análisis de la hipótesis mediante la campana de gauss

Fuente: COPEINCA S.A.C.

IV. DISCUSIÓN

En el presente estudio se aplicó una de las técnicas del mantenimiento predictivo, que es el análisis del comportamiento vibracional de los equipos rotativos estacionarios, con el fin de reducir costos de mantenimiento en las plantas de harina de pescado y agua de colas de la empresa COPEINCA S.A.C. Los análisis estadísticos de los resultados evidencian que la hipótesis propuesta se acepta, dicho de otro modo, la implementación de un mantenimiento predictivo por análisis de vibraciones influyó en la reducción de costo de mantenimiento en las plantas de harina de pescado y agua de colas de la empresa COPEINCA S.A.C.

Para el levantamiento de información, se concuerda con Gallardo (2017), se realizó una auditoría técnica de mantenimiento (RENOVETEC) la cual revela el indicador de la gestión general actual. Para el diagnóstico inicial de los costos de mantenimiento de las plantas de harina de pescado y agua de colas se contó como principal fuente de información a los historiales de falla, registro de fallas y documentos relacionados pertenecientes al periodo 2019 – I del área de mantenimiento, mientras que Inti y Álvarez (2018) recolectaron información a través de formatos de recolección de datos validados por expertos , así como el historial de fallas de los equipo dentro de los años 2017 – 2018, encontrando el tiempo de las horas paradas de las maquinas, así como las horas de su mantenimiento.

De igual manera se concuerda con Vladimir (2015) quien resalta que los sistemas de gestión de mantenimiento de la actualidad han sufrido cambios, por lo que el análisis de los registros son importantes así como la aplicación de las auditorias que permitirán conocer las bases de un buen mantenimiento y de la forma en la que está estructurada, además demuestra que existen diseños y evaluaciones de este tipo de mantenimiento que permitirá reducir costos y aumentaran la fiabilidad de la maquinaria, mediante los análisis estadísticos y probabilísticos de datos de los equipos así como en el presente estudio se realizó el análisis de fallas.

La elección de los equipos se realizó a través de un análisis de Pareto, descartando tres equipos los cuales no habían presentado ninguna falla dentro del periodo estudiado, luego se analizó la criticidad de la maquinaria, estos análisis guardan relación con lo expuesto por Romero (2013) donde explica que la criticidad permite entender el impacto de los equipos, estableciendo una jerarquía entre ellos contribuyendo en la toma acertada de decisiones y en la priorización de los

recursos , por otro lado existe un desacuerdo con Pasache (2017) ya que realizo su estudio concentrándose en la cantidad de fallas, contando las fallas existentes en la semana y el tiempo que demoro cada medición por un periodo de 24 semanas.

Concluyendo con el diagnostico se evaluaron y registraron los costos de mantenimiento generales los cuales comprendían costos de acciones correctivas y preventivas, efectuando mayor énfasis en los costos correctivo (S/. 201,413.00) los cuales eran el porcentaje mayor del total, de la misma forma Gallardo (2017) calculo los costos de mantenimiento correctivo tomando en cuenta los costos directos entre los cuales se encuentran los costos de mano de obra, costos de repuestos; los indirectos haciendo referencia a los costos de insumo y finalmente los costos de paradas no planificadas obteniendo un total de 441,850.50 soles.

Respecto al segundo objetivo que fue implementar un programa de mantenimiento predictivo por análisis de vibraciones, se comenzó por realizar una capacitación la cual abarca los conceptos fundamentales del mantenimiento predictivo y las pruebas que se realizan por análisis de vibraciones, igual que lo planteado en el estudio de Pasache (2017) quien también realizo una capacitación para el personal del departamento de mantenimiento, ya que llego a la conclusión que las capacitaciones son necesarias para el manejo de los equipos que realizaran las pruebas a las maquinarias, así como para la interpretación de los datos registrados y posteriormente para el seguimiento oportuno del plan programado, por ello es que en los dos estudios se realizó estas capacitaciones.

Posterior a la capacitaciones, se realizaron las pruebas vibracionales a los equipos, a diferencia de Bermúdez (2015) que optó un análisis termográfico y de Inti y Alvarez (2018) que realizaron un análisis de aceite, se acciono con un análisis de vibraciones , esta diferencia dependió del porcentaje elevado que representaban las fallas en equipos rotativos respecto a los costos de mantenimiento correctivo y estos eran la mayor parte de los costos de mantenimiento general, siendo esta causa el origen de esta investigación, pues para reducir los costos fue necesario disminuir las fallas en equipos rotativos y así lograr un impacto en los costos; las elecciones de las técnicas se deben a factores que involucren las fallas repetitivas que se puedan solucionar con estas.

La aplicación del análisis vibracional no se realizó a todos los equipos de las plantas, sino que se tuvo como prioridad a los equipos que presentan el 100% de fallas durante los periodos 2018 – II y 2019 – I, por lo que se concuerda con Mulet (2015) sustentada en su propuesta de análisis predictivo basado en vibraciones, que sabiendo el estado de los equipos se podrá planificar los cambios de piezas y maquinarias sin afectar a la producción, lo cual se refuerza con esta investigación, ya que, al poder observar y monitorear el estado de los equipos a través de su comportamiento vibracional, se puede diagnosticar la vida útil real que le quedan a los componentes de un activo en cuestión y de tal modo planificar el cambio o mantenimiento.

Luego de los estudios realizados se procedió a programar el mantenimiento predictivo de los equipos, teniendo en cuenta la criticidad de estos y establecer rangos un poco más frecuentes entre los estudios del estado y comportamiento del equipo, de igual manera lo programo Mulet (2015) quien también opto por realizar criticidad para los sistemas que comprendían su estudio, se basaron en la norma ISO 10816; la cual especifica tablas de límite de vibraciones , las cuales se debían seguir para interpretar las anomalías en los equipos y así poder obtener una programación que se ajuste al proceso en el cual elaboraron su estudio.

Por su parte Gallardo (2017) baso la programación de su plan de mantenimiento teniendo en cuenta los sistemas principales que conformaban el vehículo, así como los recursos humanos y económicos requeridos , ya que al tratarse de una Municipalidad , se tuvo que ajustar a los presupuestos que estos manejaban ajustando así su plan a los recursos, pero el plan de esta investigación fue realizado teniendo en cuenta que al tratarse de una empresa privada ajustarían los recursos al plan , sin salir de su presupuesto con la consigna de que esta implementación traerá consigo la reducción de los costos de mantenimiento y el aumento de la eficiencia de las maquinarias, y Krawche (2015) señala que en estudios anteriores el mantenimiento predictivo puede eliminar las averías de los equipos en un 70-75% lo cual permitirá tener una gestión de mantenimiento eficiente.

Como parte del último objetivo, se volvió a evaluar el indicador de la gestión del mantenimiento final según RENOVETEC (2013) el cual se evidenció un incremento de 14.89% en cuanto a gestión total, diferimos con Gallardo (2017) quien solo utilizo la auditoria de mantenimiento como parte del diagnóstico mas no realizo la evaluación luego de la implementación del

mantenimiento predictivo, se creyó conveniente realizar nuevamente el análisis ya que la hipótesis a comprobar está relacionada con el impacto que el plan puede ocasionar este plan y no solo evidenciar la reducción de costos, obteniendo en este último análisis que la gestión de repuestos había tenido un crecimiento favorable para la gestión del departamento de mantenimiento.

Por otra parte, se implementó un tercer costo, perteneciente al mantenimiento predictivo, el cual suma S/. 17,695.00 nuevos soles, por el lado del mantenimiento correctivo llegó a S/. 105,252.11 nuevos soles, mientras que el perteneciente al mantenimiento preventivo se mantuvo según lo presupuestado con un total de S/. 44,986.10 nuevos soles en el periodo 2019 – II.

En conclusión, se puede verificar que el costo de mantenimiento final (2019 - II) es S/. 167,933.21 nuevos soles, mientras que el inicial (2019 - I) consta de S/. 276,696.50 nuevos soles, obteniendo 39.31 puntos porcentuales de reducción de costos, es decir, S/. 108,763.29 nuevos soles de costos evitados. En su plan de mantenimiento preventivo Inti y Álvarez (2018) declararon que con su mantenimiento predictivo por análisis de aceite en montacargas P33000 lograron reducir \$34,393.88 dólares anuales, evidenciando la potencialidad de un análisis predictivo en función a reducir costo, ya sean operativos o en mayor medida, costos de mantenimiento.

Estos resultados guardan relación con el estudio de Tran Anh, Drabrowski y Skrzypek (2018) quienes establecen que los procesos de mantenimiento predictivo tienen un impacto importante con respecto a los costos ayudando a la reducción de este mediante la planificación de sus actividad y la programación más exacta de los gastos realizados, solo si se desarrollan nuevas tecnologías, que no únicamente permitan el avance en tecnología sino que también permitirá mantener a la empresa en el mercado; dándole la importancia necesaria y reconociendo el potencial a este tipo de mantenimiento, los métodos que se utilizan así como teoría que sirven como base para el avance de las empresas productivas. De la misma forma Pelliccione (2015) demostró que gracias al mantenimiento predictivo pudo reducir el tiempo de inactividad de una maquina en un 77% y aumentar la eficacia de los equipos en un 75%.

V. CONCLUSIONES

El costo producido por mantenimientos correctivos durante el periodo 2019 - I representó un monto sustancialmente elevado, siendo causante de 72.79% del total costos de mantenimiento inicial, el cual fue equivalente a S/. 201,413.00 nuevos soles, relegando a representar tan solo el 27.21% del costo total al mantenimiento preventivo inicial presupuestado. Además, en cuanto a gestión, el indicador según la auditoría aplicada revela un 62.41% de conformidad, lo cual es expresado como una gestión de mantenimiento aceptable, pero con posibilidades y obligaciones a mejoras; (Tablas 5 y 7).

Se capacitó satisfactoriamente a 4 personales técnicos del área de mantenimiento para el correcto desarrollo del monitoreo y análisis vibracionales de equipos rotativos vibracionales, con dicho estudio reveló un comportamiento anormal e inconsistencias en el funcionamiento del 89% de los equipos, los cuales reducen el tiempo de vida útil de los activos y vuelven propensos a fallas y paradas, por ello, se aplicó un plan de mantenimiento predictivo frecuentado por la criticidad de los activos para el proceso productivo; (Tabla 9).

Durante el periodo 2019 – II se invirtió la suma de S/. 17,695.00 nuevos soles para el logro de la implementación del análisis de vibraciones, con ella se llegó a evitar S/. 108,763.29 nuevos soles con respecto al periodo 2019 – I, gracias a la planificación de paradas para cambios de repuesto y mantenimientos, logrados a través del análisis continuo del estado de los activos, evitando paradas de producción no programadas y equipos parados por falta de repuestos en almacén. Por el lado de la gestión de mantenimiento, indicadores como gestión de repuestos se vieron beneficiados, causando un índice de 77.30% de conformidad según la auditoría aplicada, la cual la sitúa como una gestión muy buena; (Tablas 10, 11 y 12).

VI. RECOMENDACIONES

Auditar internamente el área de mantenimiento cada 4 meses para asegurar la mejora continua de los procesos en cuanto a gestión refiere.

Capacitar a todo el personal técnico y profesional del área de mantenimiento en análisis de vibraciones y uso del software labview.

Capacitar al personal técnico y profesional del área de mantenimiento en el tema de un correcto montaje e instalación de motor, ya que aproximadamente el 60% de los desalineamientos de motores son causados por un mal montaje en el momento de la instalación del activo.

Cumplir estrictamente y innegociablemente la hora diaria, asignada para revisión, corrección y mantenimiento de equipos.

Extender dicha metodología de mantenimiento a otras áreas de la empresa e incluir otras herramientas predictivas como el análisis de aceite y termografía, ya que la empresa cuenta con diversidad de maquinaria en las diferentes plantas de producción de harina de pescado.

Establecer responsables de preferencia que tenga experiencia y calidad técnica en reparaciones de mantenimiento para garantizar la mantenibilidad de los equipos y la toma de decisiones.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ADEDOKUN, G., AJIBOYE, T.K. y OYENIRAN, O.R., 2014. Quality Assurance As a Strategic Approach To Minimise. *Acta Technica Corvininensis - Bulletin of Engineering*, ISSN 2067-3809.
- APAZA, V., 2018. *Estudio de la frecuencia critica en los pernos y tuercas para reducir los costos de mantenimiento*. S.l.: Universidad Mayor de San Andres - Bolivia.
- ARIAS, G., 2012. *EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN*. 6° Edición. S.l.: s.n. ISBN 9800785299.
- ASJAD, M. y KHAN, S., 2017. Analysis of maintenance cost for an asset using the genetic algorithm. *International Journal of Systems Assurance Engineering and Management*, vol. 8, no. 2, pp. 445-457. ISSN 09764348. DOI 10.1007/s13198-016-0448-9.
- BERMUDEZ, R., 2015. Mantenimiento predictivo y u influencia en las paradas por fallas en la zona de secado final en la pesquera COPEINCA S.A.C. , pp. 0-1.
- BOERO, C., 2012. *Mantenimiento Industrial*. S.l.: s.n. ISBN 9789875720763.
- CARRILLO, A., 2015a. Población y muestreo. *Universidad Autonoma del Estado de Mexico*, pp. 129-139.
- CARRILLO, A., 2015b. Población y muestreo. *Universidad Autonoma del Estado de Mexico* [en línea], pp. 129-139. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/oca/view/20.500.11799/35134/1/secme-21544.pdf>.
- COMITÉ DE SEGURIDAD ALIMENTARIA MUNDIAL., 2014. La pesca y la acuicultura sostenibles para la seguridad alimentaria y la nutrición. *Hlpe* [en línea], pp. 27-80. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3844s.pdf>.
- DÍAZ, M., 2019. Mantenimiento predictivo en la empresa. *Electro Industria* [en línea], pp. 1-3.. Disponible en: <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=2537&srch=mantenimiento&act=3>. ISSN 0718-3445
- ECONOMIA, A., 2019. Plantas pesqueras en el Perú. [en línea], pp. 1-3.. Disponible en: <https://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/el-356-de-plantas-pesqueras-en-peru-fabrican-conservas>. ISSN 1414-2341
- ESTUPIÑAN, E., 2015. Scope of predictive maintenance technologies in Chile and latin america: From promise to reality. *Ingeniare. Revista chilena de ingenieria*, vol. 23, no. 3, pp. 324-325. ISSN 0718-3305. DOI 10.4067/S0718-33052015000300001.
- FONSECA, M., HOLANDA, U., CABRAL, J. y REYES, T., 2015. Programa de gestión de mantenimiento a través de la Implementación de herramientas predictivas y de TPM como

- contribución a la mejora de la eficiencia energética en plantas termoeléctricas. *DYNA (Colombia)*, vol. 82, no. 194, pp. 139-149. ISSN 00127353. DOI 10.15446/dyna.v82n194.47642.
- GALLARDO, D., 2017. *Plan de mantenimiento preventivo para aumentar los indicadores operacionales y reducción de costos de mantenimiento de las máquinas de la municipalidad del distrito de Tambogrande*. S.l.: Universidad Cesar Vallejo - Piura.
- GARCÍA, O., 2012. *Gestión moderna del mantenimiento industrial*. S.l.: s.n. ISBN 9789587620511.
- HE, Y., XIAO, H., GU, C. y CHEN, Z., 2018. Cost-oriented predictive maintenance based on mission reliability state for cyber manufacturing systems. *Advances in Mechanical Engineering*, vol. 10, no. 1, pp. 1-15. ISSN 16878140. DOI 10.1177/1687814017751467.
- INTI, D. y ALVAREZ, F., 2018. *Mantenimiento Predictivo por Análisis de Aceite, para optimizar costos operativos por Disponibilidad, Montacargas P33000. Siderúrgica del Perú S.A.A Chimbote 2018*. S.l.: Universidad Cesar Vallejo - Chimbote.
- KRAWCHE, N., 2015. Tapping the Potential of Predictive Maintenance. *Air Conditioning, Heating & Refrigeration News*. ISSN 0002-2276.
- MEDAKOVIĆ, V. y MARIĆ, B., 2018. A model of management information system for technical system maintenance. *Acta Technica Corviniensis - Bulletin of Engineering* [en línea], vol. 11, no. 3, pp. 85-90. Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=131028257&lang=es&site=ehost-live> ISSN 2067-3809.
- MONTILLA, C., 2016. *Fundamento de mantenimiento industrial*. S.l.: s.n. ISBN 9789587222388.
- MORA, A., 2010. *MANTENIMIENTO*. S.l.: s.n. ISBN 9789586827690.
- MULET, J., 2015. *Programa de Mantenimiento predictivo basado en vibraciones en CCC Sagunto*. S.l.: Universidad Jaume I - España.
- ÑAUPAS, H., MEJIA, E., NOVOA, E. y VILLAGOMEZ, A., 2014. *Metodología de la investigación: cuantitativa - cualitativa y redacción de tesis*. S.l.: s.n. ISBN 9789587621884.
- OLARTE, WILLIAM; BOTERO, MARCELA; CAÑON, B., 2010. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90616143006>. *Scientia Et Technica*, pp. 5. ISSN 0122-1701.
- PASACHE, J., 2017. *Plan de mantenimiento predictivo por análisis de vibraciones para mejorar la confiabilidad de los equipos rotativos del área de galvanizado en una empresa metalmeccánica*. S.l.: Universidad Cesar Vallejo - Lima.

- PELLICCIONE, A., 2015. MAINTENANCE STUDY: Predictive maintenance: Five key findings. *Plan Engineering*, no. August. ISSN 0032082X.
- POÓR, P. y BASL, J., 2019. Predictive maintenance as an intelligent service in Industry 4.0. *Journal of Systems Integration*, vol. 10, no. 1, pp. 3-10. ISSN 1804-2724. DOI 10.20470/jsi.v10i1.364.
- QUEZADA, N., 2010. *Metodología de la Investigación*. Lima: s.n. ISBN 9786124034503.
- ROMERO, J.L.P., 2013. Análisis de criticidad y estudio RCM del equipo de máxima criticidad de una planta desmontadora de algodón. ,
- SCHMIDT, B. y WANG, L., 2018. Cloud-enhanced predictive maintenance. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 99, no. 1-4, pp. 5-13. ISSN 14333015. DOI 10.1007/s00170-016-8983-8.
- SELCUK, S., 2016. Predictive maintenance, its implementation and latest trends. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, vol. 231, no. 9, pp. 1670-1679. ISSN 20412975. DOI 10.1177/0954405415601640.
- SEMMA, E.M., MOUSRIJ, A. y GZIRI, H., 2018. Preliminary study of the vibration-based maintenance implementation: case study. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, vol. 24, no. 2, pp. 134-151. ISSN 13552511. DOI 10.1108/JQME-10-2016-0047.
- STUCHLÝ, V., 2015. Optimization Maintenance Systems with Consideration of Reliability, Availability and Maintenance Costs. *Applied Mechanics and Materials*, vol. 808, pp. 364-369. ISSN 1662-7482. DOI 10.4028/www.scientific.net/amm.808.364.
- TALEB, M. y CHAIB, R., 2016. Vibration analysis of rotating machines for an optimal preventive maintenance. *Mining Science*, vol. 23, pp. 191-202. ISSN 2300-9586. DOI 10.5277/msc162316.
- TORRES, D., 2014. *Evaluación de Costos de Mantenimiento Correctivo para Determinar el tiempo óptimo de reemplazo de los volquetes FAW CA3256 en ICCGSA*. S.l.: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- TRAN ANH, D., DABROWSKI, K. y SKRZYPEK, K., 2018. The Predictive Maintenance Concept in the Maintenance Department of the «industry 4.0» Production Enterprise. *Foundations of Management*, vol. 10, no. 1, pp. 283-292. ISSN 23005661. DOI 10.2478/fman-2018-0022.
- UNGUREANU, N. y UNGUREANU, M., 2015. System of Predictive Maintenance. *Scientific Bulletin*, vol. 2015, no. Xxix.

ISSN 1224-3264.

VELA, L., 2014. Diagnostico Estrategico del sector pesquero en el Perú. [en línea], vol. 1, pp. 58. Disponible en: <https://web.ua.es/es/giecryal/documentos/pesca-peru.pdf>.

VELMURUGAN, R.S. y DHINGRA, T., 2015. Maintenance strategy selection and its impact in maintenance function: A conceptual framework. *International Journal of Operations and Production Management*, vol. 35, no. 12, pp. 1622-1661. ISSN 17586593. DOI 10.1108/IJOPM-01-2014-0028.

WHITE, G., 2010. *Introducción al Análisis de Vibraciones*. USA: s.n. ISBN 9702604486.

Referencias bibliográficas universidad cesar vallejo.

Tabla 14. Código de libros de Universidad César Vallejo.

LIBROS VIRTUALES	
658.202 M82	MORA, Alberto. Mantenimiento Industrial. México: Alfaomega Editor S.A, 2010. 420 pp. ISBN: 9789586827690
658.202 B67	BOERO, Carlos. Mantenimiento industrial. Córdova: Científica universitaria, 2009. 106 pp. ISBN: 9788426723972
LIBROS FISICOS	
658.202 M22	MONTILLA, Carlos. Fundamentos de mantenimiento industrial: Editorial universidad tecnológica Pereira, 2016. 115 -122 pp. ISBN: 9789587222388
658.202 G215	GARCIA, Oliverio. Gestión moderna del mantenimiento industrial; 2012. ISBN: 9789587620511
001.42 M59	ÑAUPAS, H., MEJIA, E., NOVOA, E. y VILLAGOMEZ, A., 2014. Metodología de la investigación: cuantitativa - cualitativa y redacción de tesis. S.l.: s.n. ISBN 9789587621884.

Fuente: Elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Carta de aceptación de COPEINCA S.A.C.



CARTA DE ACEPTACIÓN

Chimbote, 23 de Junio de 2019

Señores:
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Presente.-

De: Ing. Ángel Chiri Gutiérrez
Jefe de Mantenimiento de la Planta Copeinca

Asunto: Autorización de documentación para proyecto de investigación

De nuestra consideración,

Sirva el presente para extenderle nuestro cordial saludo y a la vez proceder informarle que los alumnos de vuestra universidad de la carrera de Ingeniería Industrial, recopilaran información de nuestras instalaciones para contribuir con el desarrollo profesional de la juventud Chimbotana.

*Sin más preámbulo paso a añadir el nombre de los estudiantes, **Rubio Morí César Raú** identificado con N° de dni 72800489, **Romero Gallegos Kimberly Nicolle** identificada con N° de dni 72955582, los estudiantes en mención recopilaran información en la planta de Harina de Pescado, ubicada en Av. Industrial 1240 – 27 de Octubre – Chimbote.*

En base a lo expuesto, me despido cordialmente deseando muchos éxitos a vuestra casa superior de estudios Atte.

Atentamente.

COPEINCA
CORPORACIÓN PESQUERA INCA S.A.C.
ÁNGEL CHIRI GUTIÉRREZ

Figura 3. Carta de autorización de documentación para proyecto y desarrollo de investigación.

Fuente: COPEINCA S.A.C.

Anexo 2. Organigrama del área de mantenimiento de COPEINCA S.A.C.

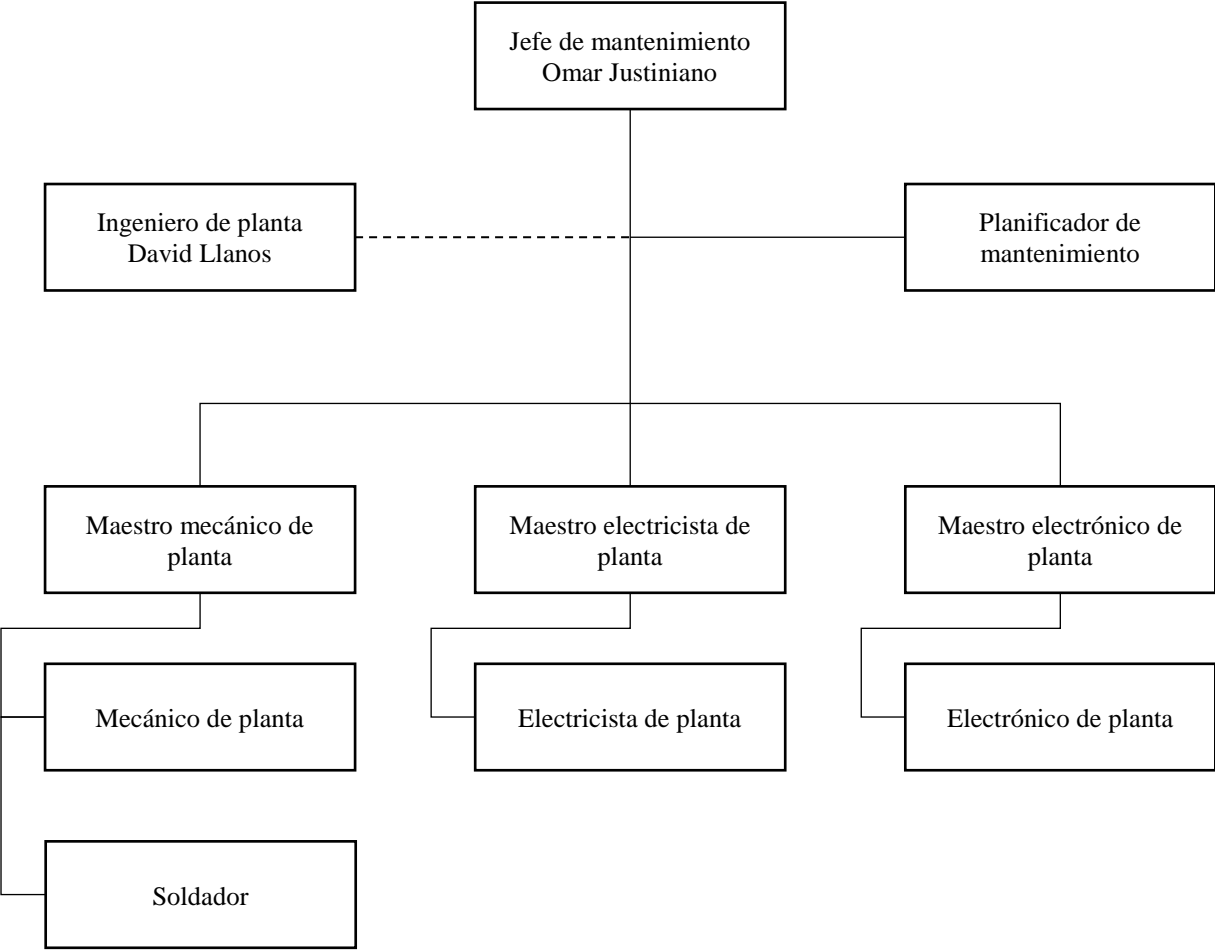


Figura 4. Organigrama del área de mantenimiento de COPEINCA S.A.C.

Fuente: COPEINCA S.A.C.

Anexo 3. Auditoría técnica de mantenimiento inicial.

Tabla 15. *Puntos de la Gestión de Mantenimiento Efectiva.*

Ítem	Criterios de una auditoría técnica de mantenimiento
C1	Gestión de la Información: Informes, Indicadores y GMAO
C2	Procedimientos: Existencia, estructura, implementación real
C3	Gestión de Repuestos
C4	Herramientas y Medios Técnicos
C5	Organigrama de Mantenimiento
C6	Cualificación y Rendimiento del Personal de Mantenimiento
C7	El plan de Mantenimiento: Elaboración e implementación
C8	El mantenimiento correctivo y su gestión
Resultados	

Fuente: Renovetec.

Tabla 16. *Tabla de Valores de la Auditoría Técnica de Mantenimiento del COPEINCA SAC.*

Tabla de valores	
< 40% de índice de conformidad	Sistema muy deficiente
40-60% de índice de conformidad	Aceptable pero mejorable
60-75% de índice de conformidad	Buen sistema de mantenimiento
75-85% de índice de conformidad	El sistema de Mantenimiento es muy bueno
> 85% de índice de conformidad	El sistema de Mantenimiento puede considerarse excelente

Fuente: Renovetec.

CUESTIONARIO PARA AUDITORÍA DE GESTIÓN INTERNA DE MANTENIMIENTO		CALIFICACIÓN			
		DEF.		FAV.	
Nº	CRITERIO	0	1	2	3
1	¿El organigrama de mantenimiento garantiza la presencia de personal de mantenimiento preparado cuando se necesite, de la forma más rápida posible?		X		
2	¿Hay personal que pueda considerarse 'imprescindible' cuya ausencia afecta a la actividad normal del área de mantenimiento?			X	
3	¿El organigrama garantiza que habrá personal disponible para realizar mantenimiento el mantenimiento programado, incluso en el caso de un aumento del mantenimiento correctivo?		X		
4	¿El número de horas extraordinarias que se genera en el área de mantenimiento es habitualmente superior al máximo legal autorizado?			X	
5	¿La cualificación previa que se exige al personal del área de mantenimiento es la adecuada?	X			
6	¿Se realiza una formación inicial efectiva cuando se incorpora un nuevo trabajador al área de mantenimiento?				X
7	¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar tareas eléctricas o de instrumentación sencillas?			X	
8	¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar tareas eléctricas o de instrumentación especializadas?		X		
9	¿El personal de mantenimiento eléctrico puede realizar tareas mecánicas sencillas?			X	
10	¿El personal de mantenimiento eléctrico puede realizar tareas mecánicas especializadas?		X		
11	¿El personal de mantenimiento está capacitado para trabajar en otras áreas (operaciones, seguridad, control químico, etc)?	X			
12	¿Se respeta el horario de entrada y salida?				X
13	¿Se respeta la duración de los descansos?			X	
14	¿La media de tiempos muertos no productivos es la adecuada?		X		
15	¿Los tiempos de intervención se ajustan a la duración teórica estimable en que podrían realizarse los trabajos?		X		
16	¿El personal de mantenimiento se siente reconocido en su trabajo?			X	
17	¿El personal de mantenimiento siente que la empresa se preocupa de sus necesidades para poder realizar un buen trabajo?				X
18	¿El personal de mantenimiento considera que tiene proyección profesional dentro de la empresa?				X
19	¿El personal de mantenimiento se siente satisfecho con su horario?				X
20	¿El personal de mantenimiento se considera bien retribuido?				X
21	¿El personal de mantenimiento está comprometido con los objetivos de la empresa?			X	
22	¿El nivel de rotación entre el personal de mantenimiento es bajo?		X		
23	¿Las herramientas mecánicas se corresponden con lo que se necesita?		X		
24	¿Las herramientas eléctricas se corresponden con lo que se necesita?		X		
25	¿Las herramientas de taller se corresponden con lo que se necesita?		X		
26	¿Los equipos de medida están calibrados?			X	

Figura 5. Auditoría técnica de mantenimiento inicial.

Fuente: Renovetec.

27	¿Existe un inventario de herramientas?				X
28	¿Se han analizado los fallos críticos de la planta?		X		
29	¿El Plan está orientado a evitar esos fallos críticos de la planta y/o a reducir sus consecuencias?		X		
30	¿El plan de mantenimiento se realiza?			X	
31	¿El número de averías repetitivas es bajo?			X	
32	¿El tiempo medio de resolución de una avería es bajo?		X		
33	¿El número de averías pendientes de reparación es bajo?		X		
34	¿La razón por la que las averías pendientes están pendientes está justificada?			X	
35	¿Los procedimientos son claros y perfectamente entendibles?			X	
36	¿Los procedimientos de mantenimiento se actualizan periódicamente?				X
37	¿Todos los trabajos que se realizan se reflejan en una orden de trabajo?		X		
38	¿El formato de esta orden de trabajo es adecuado?				
39	¿Los operarios cumplimentan correctamente estas órdenes?	X			
40	¿Se emite un informe periódico que analiza la evolución del departamento de mantenimiento?		X		X
41	¿Se ha elaborado una lista de repuesto mínimo que debe permanecer en stock?				
42	¿Los criterios empleados para elaborar esa lista son válidos?			X	
43	¿Se comprueba periódicamente que se dispone de ese stock?			X	
44	¿La lista de stock mínimo se actualiza y mejora periódicamente?		X		
45	¿Se realizan periódicamente inventarios de repuesto?		X		
46	¿El almacén está limpio y ordenado?		X		
47	¿Es fácil localizar cualquier pieza?				X
48	¿La disponibilidad media de los equipos significativos es la adecuada?			X	X
49	¿El número de O.T. de emergencia es bajo?				
50	¿El número de O.T. de emergencia está descendiendo?		X		
51	¿El tiempo medio de reparación en equipos significativos está descendiendo?			X	
52	¿El número de horas/hombre invertidas en mantenimiento es el adecuado?		X		
53	¿El gasto en repuestos es el adecuado?			X	
54	¿El gasto en repuestos está descendiendo?		X	X	

Figura 6. Auditoría técnica de mantenimiento inicial.

Fuente: Renovetec.

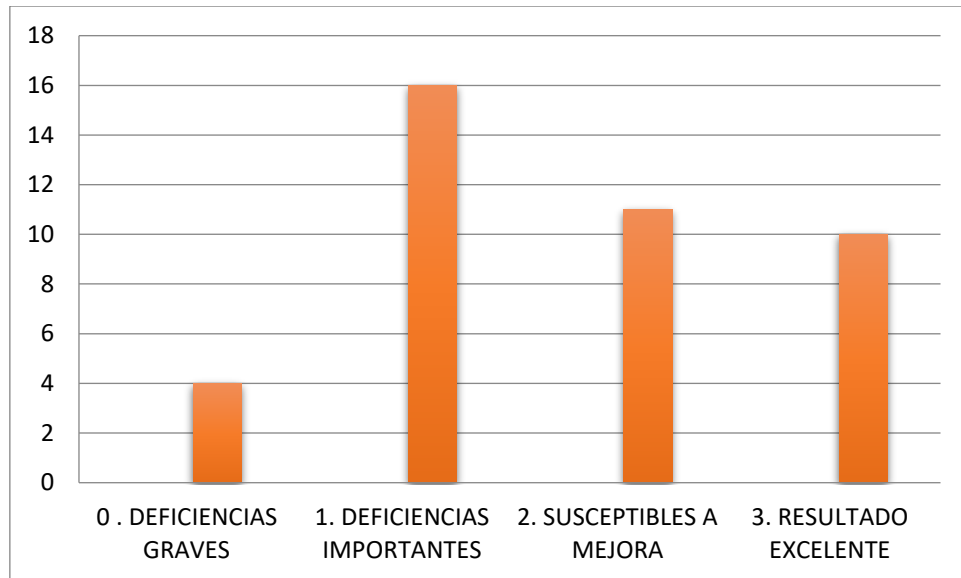


Figura 7. Evaluación de los criterios de calificación en la gestión de mantenimiento en las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

Fuente: Figura 5 y 6.

En la figura 8. Se puede apreciar el resultado de la suma total de las calificaciones de los valores del cuestionario – auditoría técnica de mantenimiento, en dónde se observó que el valor mayor es “1” que significa deficiencias importantes, lo que indica que en el sistema de mantenimiento actual de la Planta de Harina de COPEINCA S.A.C, existen deficiencias importantes que se deben mejorar para lograr una gestión efectiva a pesar que según el índice de conformidad el sistema de gestión de mantenimiento es aceptable y mejorable a la vez, también se observó que el segundo mayor valor es “2” que significa susceptibles a mejora, lo que indica que en el sistema de Mantenimiento de la planta de Harina pueden mejorarse con mucha facilidad lo que motiva a que la gestión de mantenimiento se puede aplicar sin problemas en esta área.

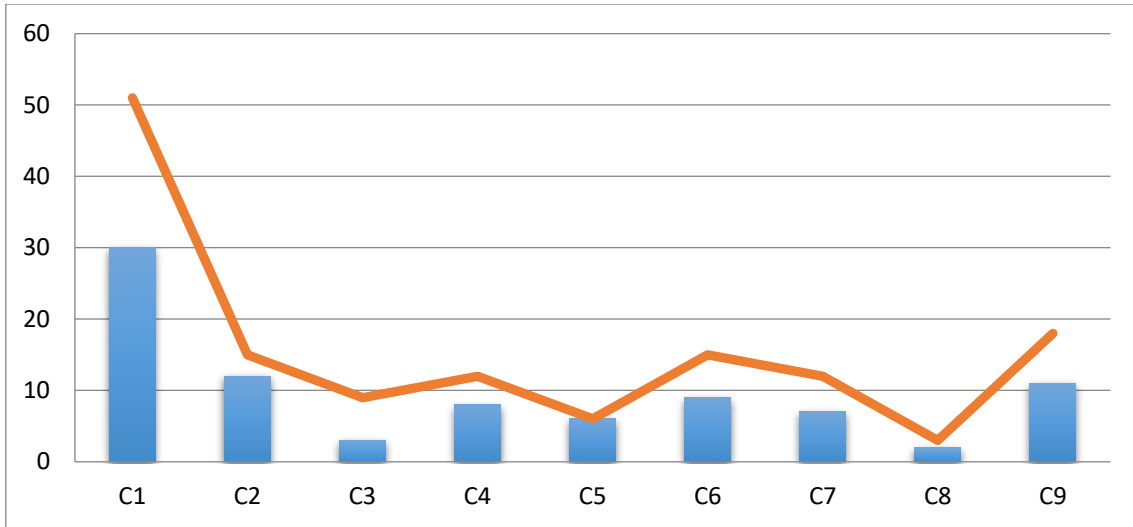


Figura 8. Evaluación de los puntos clave de la gestión de mantenimiento en las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

Fuente: Figura 5 y 6.

Anexo 4. Diagrama de equipos en la planta de harina de COPEINCA S.A.C.

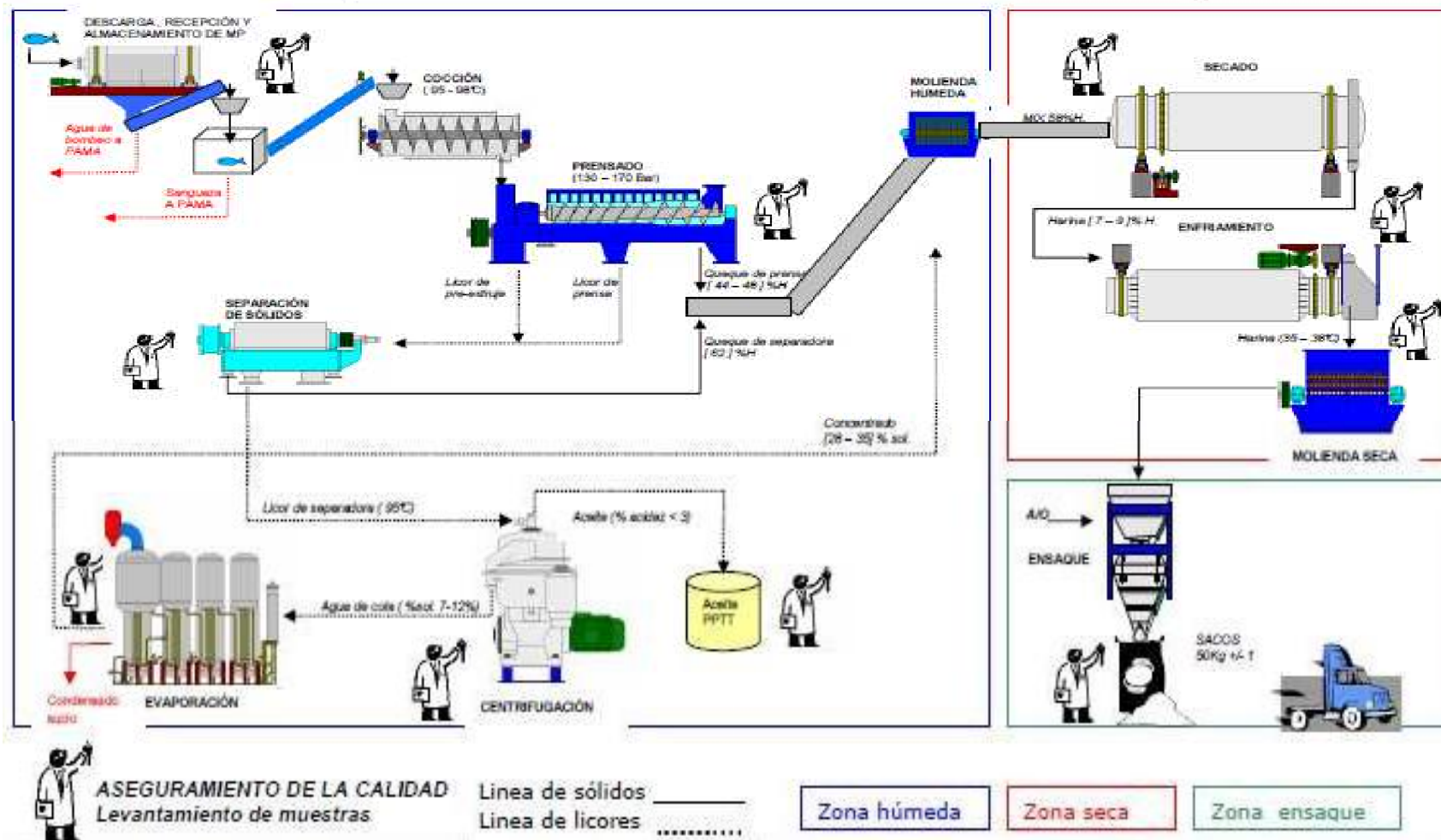



Figura 9. Diagrama de equipos en la planta de harina de pescado.

Fuente: COPEINCA S.A.C.


Anexo 5. Toma de datos de fallas en los equipos rotativos.

Tabla 17. Muestreo de fallas del enfriador industrial en el mes de mayo.

	Enfriador industrial		Mayo
	Tiempo de operación (Hr)	Paradas programadas (Hr)	tiempo de reparación (Hr)
1/05/2019	23	1	0
2/05/2019	23	1	0
3/05/2019	23	1	0
4/05/2019	23	1	0
5/05/2019	23	1	0
6/05/2019	23	1	0
7/05/2019	23	1	0
8/05/2019	23	1	0
9/05/2019	23	1	0
10/05/2019	23	1	0
11/05/2019	23	1	0
12/05/2019	23	1	0
13/05/2019	23	1	0
14/05/2019	23	1	0
15/05/2019	23	1	0
16/05/2019	23	1	0
17/05/2019	23	1	0
18/05/2019	23	1	0
19/05/2019	23	1	0
20/05/2019	23	1	0
21/05/2019	23	1	0
22/05/2019	23	1	0
23/05/2019	23	1	0
24/05/2019	23	1	0
25/05/2019	23	1	0
26/05/2019	23	1	0
27/05/2019	23	1	0
28/05/2019	23	1	0
29/05/2019	23	1	0
30/05/2019	23	1	0
31/05/2019	23	1	0
Total (Hr)	713	31	0
Total (%)	95.83	4.17	0.00


Fuente: Toma de datos directa de la planta de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

Tabla 18. Muestreo de fallas del ventilador centrífugo en el mes de mayo.

	Ventilador centrífugo		Mayo
	Fecha	Tiempo de operación (Hr)	Paradas programadas (Hr)
1/05/2019	23	1	0
2/05/2019	23	1	0
3/05/2019	23	1	0
4/05/2019	23	1	0
5/05/2019	23	1	0
6/05/2019	23	1	0
7/05/2019	23	1	0
8/05/2019	23	1	0
9/05/2019	23	1	0
10/05/2019	23	1	0
11/05/2019	23	1	0
12/05/2019	23	1	0
13/05/2019	23	1	0
14/05/2019	23	1	0
15/05/2019	23	1	0
16/05/2019	23	1	0
17/05/2019	23	1	0
18/05/2019	23	1	0
19/05/2019	23	1	0
20/05/2019	19.5	1	3.5
21/05/2019	23	1	0
22/05/2019	23	1	0
23/05/2019	23	1	0
24/05/2019	23	1	0
25/05/2019	23	1	0
26/05/2019	23	1	0
27/05/2019	23	1	0
28/05/2019	23	1	0
29/05/2019	23	1	0
30/05/2019	23	1	0
31/05/2019	23	1	0
Total (Hr)	709.5	31	3.5
Total (%)	95.36	4.17	0.47


Fuente: Toma de datos directa de la planta de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

Tabla 19. Muestreo de fallas de la prensa doble tornillo en el mes de mayo.

 COPEINCA	Prensa doble tornillo		Mayo
Fecha	Tiempo de operación (Hr)	Paradas programadas (Hr)	tiempo de reparación (Hr)
1/05/2019	23	1	0
2/05/2019	23	1	0
3/05/2019	23	1	0
4/05/2019	23	1	0
5/05/2019	23	1	0
6/05/2019	23	1	0
7/05/2019	23	1	0
8/05/2019	23	1	0
9/05/2019	23	1	0
10/05/2019	23	1	0
11/05/2019	23	1	0
12/05/2019	23	1	0
13/05/2019	23	1	0
14/05/2019	23	1	0
15/05/2019	23	1	0
16/05/2019	23	1	0
17/05/2019	23	1	0
18/05/2019	23	1	0
19/05/2019	23	1	0
20/05/2019	23	1	0
21/05/2019	23	1	0
22/05/2019	23	1	0
23/05/2019	23	1	0
24/05/2019	23	1	0
25/05/2019	23	1	0
26/05/2019	23	1	0
27/05/2019	23	1	0
28/05/2019	23	1	0
29/05/2019	23	1	0
30/05/2019	23	1	0
31/05/2019	23	1	0
Total (Hr)	713	31	0
Total (%)	95.83	4.17	0.00


Fuente: Toma de datos directa de la planta de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

Tabla 20. Muestreo de fallas del secador rotadisk en el mes de mayo.

	Secador Rotadisk		Mayo
Fecha	Tiempo de operación (Hr)	Paradas programadas (Hr)	tiempo de reparación (Hr)
1/05/2019	23	1	0
2/05/2019	23	1	0
3/05/2019	23	1	0
4/05/2019	23	1	0
5/05/2019	23	1	0
6/05/2019	23	1	0
7/05/2019	23	1	0
8/05/2019	23	1	0
9/05/2019	23	1	0
10/05/2019	23	1	0
11/05/2019	23	1	0
12/05/2019	23	1	0
13/05/2019	23	1	0
14/05/2019	23	1	0
15/05/2019	23	1	0
16/05/2019	23	1	0
17/05/2019	23	1	0
18/05/2019	23	1	0
19/05/2019	23	1	0
20/05/2019	23	1	0
21/05/2019	23	1	0
22/05/2019	23	1	0
23/05/2019	23	1	0
24/05/2019	23	1	0
25/05/2019	23	1	0
26/05/2019	23	1	0
27/05/2019	23	1	0
28/05/2019	23	1	0
29/05/2019	23	1	0
30/05/2019	23	1	0
31/05/2019	23	1	0
Total (Hr)	713	31	0
Total (%)	95.83	4.17	0.00


Fuente: Toma de datos directa de la planta de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

Tabla 21. Muestreo de fallas de la hidrolavadora en el mes de mayo.

	Hidrolavadora		Mayo
	Fecha	Tiempo de operación (Hr)	Paradas programadas (Hr)
1/05/2019	23	1	0
2/05/2019	23	1	0
3/05/2019	23	1	0
4/05/2019	23	1	0
5/05/2019	23	1	0
6/05/2019	23	1	0
7/05/2019	23	1	0
8/05/2019	23	1	0
9/05/2019	23	1	0
10/05/2019	23	1	0
11/05/2019	23	1	0
12/05/2019	23	1	0
13/05/2019	23	1	0
14/05/2019	23	1	0
15/05/2019	23	1	0
16/05/2019	23	1	0
17/05/2019	23	1	0
18/05/2019	23	1	0
19/05/2019	23	1	0
20/05/2019	23	1	0
21/05/2019	23	1	0
22/05/2019	23	1	0
23/05/2019	23	1	0
24/05/2019	23	1	0
25/05/2019	23	1	0
26/05/2019	23	1	0
27/05/2019	23	1	0
28/05/2019	23	1	0
29/05/2019	23	1	0
30/05/2019	23	1	0
31/05/2019	23	1	0
Total (Hr)	713	31	0
Total (%)	95.83	4.17	0.00


Fuente: Toma de datos directa de la planta de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

Tabla 22. Muestreo de fallas del separador de sólidos en el mes de mayo.

	Separador de sólidos		Mayo
	Fecha	Tiempo de operación (Hr)	Paradas programadas (Hr)
1/05/2019	23	1	0
2/05/2019	23	1	0
3/05/2019	23	1	0
4/05/2019	23	1	0
5/05/2019	23	1	0
6/05/2019	23	1	0
7/05/2019	23	1	0
8/05/2019	23	1	0
9/05/2019	23	1	0
10/05/2019	23	1	0
11/05/2019	23	1	0
12/05/2019	23	1	0
13/05/2019	23	1	0
14/05/2019	23	1	0
15/05/2019	23	1	0
16/05/2019	23	1	0
17/05/2019	21	1	2
18/05/2019	23	1	0
19/05/2019	23	1	0
20/05/2019	23	1	0
21/05/2019	23	1	0
22/05/2019	23	1	0
23/05/2019	23	1	0
24/05/2019	23	1	0
25/05/2019	23	1	0
26/05/2019	23	1	0
27/05/2019	23	1	0
28/05/2019	23	1	0
29/05/2019	23	1	0
30/05/2019	23	1	0
31/05/2019	23	1	0
Total (Hr)	711	31	2
Total (%)	95.56	4.17	0.27


Fuente: Toma de datos directa de la planta de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

Tabla 23. Muestreo de fallas de la cocedora de pedestal en el mes de mayo.

	Cocedora de pedestal		Mayo
	Fecha	Tiempo de operación (Hr)	Paradas programadas (Hr)
1/05/2019	23	1	0
2/05/2019	23	1	0
3/05/2019	23	1	0
4/05/2019	23	1	0
5/05/2019	23	1	0
6/05/2019	23	1	0
7/05/2019	23	1	0
8/05/2019	23	1	0
9/05/2019	20.5	1	2.5
10/05/2019	23	1	0
11/05/2019	23	1	0
12/05/2019	23	1	0
13/05/2019	23	1	0
14/05/2019	23	1	0
15/05/2019	23	1	0
16/05/2019	23	1	0
17/05/2019	23	1	0
18/05/2019	23	1	0
19/05/2019	23	1	0
20/05/2019	23	1	0
21/05/2019	23	1	0
22/05/2019	23	1	0
23/05/2019	23	1	0
24/05/2019	23	1	0
25/05/2019	23	1	0
26/05/2019	23	1	0
27/05/2019	23	1	0
28/05/2019	23	1	0
29/05/2019	23	1	0
30/05/2019	23	1	0
31/05/2019	23	1	0
Total (Hr)	710.5	31	2.5
Total (%)	95.50	4.17	0.34


Fuente: Toma de datos directa de la planta de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

Tabla 24. Muestreo de fallas del separador industrial en el mes de mayo.

	Separador industrial		Mayo
	Fecha	Tiempo de operación (Hr)	Paradas programadas (Hr)
1/05/2019	23	1	0
2/05/2019	23	1	0
3/05/2019	23	1	0
4/05/2019	23	1	0
5/05/2019	23	1	0
6/05/2019	23	1	0
7/05/2019	23	1	0
8/05/2019	23	1	0
9/05/2019	23	1	0
10/05/2019	23	1	0
11/05/2019	23	1	0
12/05/2019	23	1	0
13/05/2019	23	1	0
14/05/2019	23	1	0
15/05/2019	23	1	0
16/05/2019	23	1	0
17/05/2019	23	1	0
18/05/2019	23	1	0
19/05/2019	23	1	0
20/05/2019	23	1	0
21/05/2019	23	1	0
22/05/2019	23	1	0
23/05/2019	23	1	0
24/05/2019	23	1	0
25/05/2019	23	1	0
26/05/2019	23	1	0
27/05/2019	23	1	0
28/05/2019	23	1	0
29/05/2019	23	1	0
30/05/2019	23	1	0
31/05/2019	23	1	0
Total (Hr)	713	31	0
Total (%)	95.83	4.17	0.00


Fuente: Toma de datos directa de la planta de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

Tabla 25. Muestreo de fallas del eliminador de humedad en el mes de mayo.

	Eliminador de humedad		Mayo
	Fecha	Tiempo de operación (Hr)	Paradas programadas (Hr)
1/05/2019	23	1	0
2/05/2019	23	1	0
3/05/2019	23	1	0
4/05/2019	23	1	0
5/05/2019	23	1	0
6/05/2019	23	1	0
7/05/2019	23	1	0
8/05/2019	23	1	0
9/05/2019	23	1	0
10/05/2019	23	1	0
11/05/2019	23	1	0
12/05/2019	23	1	0
13/05/2019	23	1	0
14/05/2019	23	1	0
15/05/2019	23	1	0
16/05/2019	23	1	0
17/05/2019	23	1	0
18/05/2019	23	1	0
19/05/2019	23	1	0
20/05/2019	23	1	0
21/05/2019	23	1	0
22/05/2019	23	1	0
23/05/2019	23	1	0
24/05/2019	23	1	0
25/05/2019	23	1	0
26/05/2019	23	1	0
27/05/2019	23	1	0
28/05/2019	23	1	0
29/05/2019	23	1	0
30/05/2019	23	1	0
31/05/2019	23	1	0
Total (Hr)	713	31	0
Total (%)	95.83	4.17	0.00


Fuente: Toma de datos directa de la planta de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

Tabla 26. Muestreo de fallas del evaporador de residuos en el mes de mayo.

	Evaporador de residuos		Mayo
	Fecha	Tiempo de operación (Hr)	Paradas programadas (Hr)
1/05/2019	23	1	0
2/05/2019	23	1	0
3/05/2019	23	1	0
4/05/2019	23	1	0
5/05/2019	23	1	0
6/05/2019	23	1	0
7/05/2019	23	1	0
8/05/2019	23	1	0
9/05/2019	23	1	0
10/05/2019	23	1	0
11/05/2019	23	1	0
12/05/2019	23	1	0
13/05/2019	23	1	0
14/05/2019	23	1	0
15/05/2019	23	1	0
16/05/2019	23	1	0
17/05/2019	23	1	0
18/05/2019	23	1	0
19/05/2019	23	1	0
20/05/2019	23	1	0
21/05/2019	23	1	0
22/05/2019	23	1	0
23/05/2019	23	1	0
24/05/2019	23	1	0
25/05/2019	23	1	0
26/05/2019	23	1	0
27/05/2019	23	1	0
28/05/2019	23	1	0
29/05/2019	23	1	0
30/05/2019	23	1	0
31/05/2019	23	1	0
Total (Hr)	713	31	0
Total (%)	95.83	4.17	0.00


Fuente: Toma de datos directa de la planta de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

Tabla 27. Muestreo de fallas del generador de microburbujas en el mes de mayo.

	Generador de microburbujas		Mayo
	Fecha	Tiempo de operación (Hr)	Paradas programadas (Hr)
1/05/2019	23	1	0
2/05/2019	23	1	0
3/05/2019	23	1	0
4/05/2019	23	1	0
5/05/2019	23	1	0
6/05/2019	23	1	0
7/05/2019	23	1	0
8/05/2019	23	1	0
9/05/2019	23	1	0
10/05/2019	23	1	0
11/05/2019	23	1	0
12/05/2019	23	1	0
13/05/2019	23	1	0
14/05/2019	23	1	0
15/05/2019	23	1	0
16/05/2019	23	1	0
17/05/2019	23	1	0
18/05/2019	23	1	0
19/05/2019	23	1	0
20/05/2019	23	1	0
21/05/2019	23	1	0
22/05/2019	23	1	0
23/05/2019	23	1	0
24/05/2019	23	1	0
25/05/2019	23	1	0
26/05/2019	23	1	0
27/05/2019	23	1	0
28/05/2019	23	1	0
29/05/2019	23	1	0
30/05/2019	23	1	0
31/05/2019	23	1	0
Total (Hr)	713	31	0
Total (%)	95.83	4.17	0.00


Fuente: Toma de datos directa de la planta de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

Tabla 28. Muestreo de fallas del reductor cicloidal en el mes de mayo.

	Reductor cicloidal		Mayo
	Fecha	Tiempo de operación (Hr)	Paradas programadas (Hr)
1/05/2019	20	1	3
2/05/2019	23	1	0
3/05/2019	23	1	0
4/05/2019	23	1	0
5/05/2019	23	1	0
6/05/2019	23	1	0
7/05/2019	23	1	0
8/05/2019	23	1	0
9/05/2019	23	1	0
10/05/2019	23	1	0
11/05/2019	23	1	0
12/05/2019	23	1	0
13/05/2019	23	1	0
14/05/2019	23	1	0
15/05/2019	23	1	0
16/05/2019	23	1	0
17/05/2019	23	1	0
18/05/2019	23	1	0
19/05/2019	23	1	0
20/05/2019	23	1	0
21/05/2019	23	1	0
22/05/2019	23	1	0
23/05/2019	23	1	0
24/05/2019	23	1	0
25/05/2019	23	1	0
26/05/2019	23	1	0
27/05/2019	23	1	0
28/05/2019	23	1	0
29/05/2019	23	1	0
30/05/2019	23	1	0
31/05/2019	23	1	0
Total (Hr)	710	31	3
Total (%)	95.43	4.17	0.40


Fuente: Toma de datos directa de la planta de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

Tabla 29. Muestreo de fallas de la bomba centrífuga en el mes de mayo.

	Bomba centrífuga		Mayo
	Fecha	Tiempo de operación (Hr)	Paradas programadas (Hr)
1/05/2019	23	1	0
2/05/2019	23	1	0
3/05/2019	23	1	0
4/05/2019	23	1	0
5/05/2019	23	1	0
6/05/2019	23	1	0
7/05/2019	23	1	0
8/05/2019	23	1	0
9/05/2019	23	1	0
10/05/2019	23	1	0
11/05/2019	23	1	0
12/05/2019	23	1	0
13/05/2019	23	1	0
14/05/2019	23	1	0
15/05/2019	23	1	0
16/05/2019	23	1	0
17/05/2019	23	1	0
18/05/2019	23	1	0
19/05/2019	23	1	0
20/05/2019	23	1	0
21/05/2019	23	1	0
22/05/2019	23	1	0
23/05/2019	23	1	0
24/05/2019	23	1	0
25/05/2019	23	1	0
26/05/2019	23	1	0
27/05/2019	23	1	0
28/05/2019	21	1	2
29/05/2019	23	1	0
30/05/2019	23	1	0
31/05/2019	23	1	0
Total (Hr)	711	31	2
Total (%)	95.56	4.17	0.27


Fuente: Toma de datos directa de la planta de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

Tabla 30. Muestreo de fallas de la electrobomba en el mes de mayo.

	Electrobomba		Mayo
	Fecha	Tiempo de operación (Hr)	Paradas programadas (Hr)
1/05/2019	23	1	0
2/05/2019	23	1	0
3/05/2019	23	1	0
4/05/2019	23	1	0
5/05/2019	23	1	0
6/05/2019	23	1	0
7/05/2019	23	1	0
8/05/2019	23	1	0
9/05/2019	23	1	0
10/05/2019	23	1	0
11/05/2019	23	1	0
12/05/2019	23	1	0
13/05/2019	23	1	0
14/05/2019	23	1	0
15/05/2019	23	1	0
16/05/2019	23	1	0
17/05/2019	23	1	0
18/05/2019	23	1	0
19/05/2019	23	1	0
20/05/2019	23	1	0
21/05/2019	23	1	0
22/05/2019	23	1	0
23/05/2019	23	1	0
24/05/2019	23	1	0
25/05/2019	23	1	0
26/05/2019	23	1	0
27/05/2019	23	1	0
28/05/2019	23	1	0
29/05/2019	23	1	0
30/05/2019	23	1	0
31/05/2019	23	1	0
Total (Hr)	713	31	0
Total (%)	95.83	4.17	0.00


Fuente: Toma de datos directa de la planta de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

Tabla 31. Muestreo de fallas del secador de aire caliente en el mes de mayo.

	Electrobomba		Mayo
	Fecha	Tiempo de operación (Hr)	Paradas programadas (Hr)
1/05/2019	23	1	0
2/05/2019	23	1	0
3/05/2019	23	1	0
4/05/2019	23	1	0
5/05/2019	23	1	0
6/05/2019	23	1	0
7/05/2019	23	1	0
8/05/2019	23	1	0
9/05/2019	23	1	0
10/05/2019	23	1	0
11/05/2019	23	1	0
12/05/2019	23	1	0
13/05/2019	23	1	0
14/05/2019	23	1	0
15/05/2019	23	1	0
16/05/2019	23	1	0
17/05/2019	23	1	0
18/05/2019	23	1	0
19/05/2019	23	1	0
20/05/2019	23	1	0
21/05/2019	23	1	0
22/05/2019	23	1	0
23/05/2019	23	1	0
24/05/2019	23	1	0
25/05/2019	23	1	0
26/05/2019	23	1	0
27/05/2019	23	1	0
28/05/2019	23	1	0
29/05/2019	23	1	0
30/05/2019	23	1	0
31/05/2019	23	1	0
Total (Hr)	713	31	0
Total (%)	95.83	4.17	0.00


Fuente: Toma de datos directa de la planta de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

Tabla 32. Muestreo de fallas del secador rotatubos en el mes de mayo.

	Electrobomba		Mayo
	Fecha	Tiempo de operación (Hr)	Paradas programadas (Hr)
1/05/2019	23	1	0
2/05/2019	23	1	0
3/05/2019	23	1	0
4/05/2019	23	1	0
5/05/2019	23	1	0
6/05/2019	23	1	0
7/05/2019	23	1	0
8/05/2019	23	1	0
9/05/2019	23	1	0
10/05/2019	23	1	0
11/05/2019	23	1	0
12/05/2019	23	1	0
13/05/2019	23	1	0
14/05/2019	23	1	0
15/05/2019	23	1	0
16/05/2019	23	1	0
17/05/2019	23	1	0
18/05/2019	23	1	0
19/05/2019	23	1	0
20/05/2019	23	1	0
21/05/2019	23	1	0
22/05/2019	23	1	0
23/05/2019	23	1	0
24/05/2019	23	1	0
25/05/2019	23	1	0
26/05/2019	23	1	0
27/05/2019	23	1	0
28/05/2019	23	1	0
29/05/2019	23	1	0
30/05/2019	23	1	0
31/05/2019	23	1	0
Total (Hr)	713	31	0
Total (%)	95.83	4.17	0.00


Fuente: Toma de datos directa de la planta de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

Tabla 33. Muestreo de fallas del flujómetro industrial en el mes de mayo.

	Electrobomba		Mayo
	Fecha	Tiempo de operación (Hr)	Paradas programadas (Hr)
1/05/2019	23	1	0
2/05/2019	23	1	0
3/05/2019	23	1	0
4/05/2019	23	1	0
5/05/2019	23	1	0
6/05/2019	23	1	0
7/05/2019	23	1	0
8/05/2019	23	1	0
9/05/2019	23	1	0
10/05/2019	23	1	0
11/05/2019	23	1	0
12/05/2019	23	1	0
13/05/2019	23	1	0
14/05/2019	23	1	0
15/05/2019	23	1	0
16/05/2019	23	1	0
17/05/2019	23	1	0
18/05/2019	23	1	0
19/05/2019	23	1	0
20/05/2019	23	1	0
21/05/2019	23	1	0
22/05/2019	23	1	0
23/05/2019	23	1	0
24/05/2019	23	1	0
25/05/2019	23	1	0
26/05/2019	23	1	0
27/05/2019	23	1	0
28/05/2019	23	1	0
29/05/2019	23	1	0
30/05/2019	23	1	0
31/05/2019	23	1	0
Total (Hr)	713	31	0
Total (%)	95.83	4.17	0.00

Fuente: Toma de datos directa de la planta de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

Tabla 34. Horas de producción perdidas por fallas de los equipos rotativos en el mes de mayo.

 COPEINCA	Producción perdida (Hr) - Mayo	Producción por hora (Tn)	Producción perdida
Enfriador Industrial	0	10.8	0
Ventilador Centrifugo	3.5		37.8
Prensa Doble Tornillo	0		0
Secador Rotadisk	0		0
Hidrolavadora	0		0
Separadora de solidos	2		21.6
Cocedora de pedestal	2.5		27
Sepador Industrial	0		0
Eliminador de humedad	0		0
Evaporador de residuos	0		0
Generador de microburbujas	0		0
Reductor Cicloidal	3		32.4
Bomba centrifuga	2		21.6
Electrobomba	0		0
Secador de aire caliente	0		0
Secador rotatubos	0		0
Flujómetro	0		0
TOTAL	13	10.8	140.4

Fuente: Tablas 17 a 30.


Anexo 6. Registro de equipos rotativos.

Tabla 35. Registros de equipos rotativos de las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

		Gestión de mantenimiento			Formato: 0000003	Pág. 1/2
		Gerencia de mantenimiento industrial				
Registro de equipos de la planta de harina de pescado						
N°	Clase de equipo	Descripción	Tipo de equipo	Código	Código de inventario	Ubicación técnica
1	Bomba_centrifug	Bomba centrífuga	Equipo rotativo	S/c	4500009347	Peru-chi-pcbrn-mu-02
2	Bomba_diafragma	Bomba de diafragma	Equipo rotativo	6-0011481	4500009339	Peru-chi-pcbrn-mu-02
3	Bomba_engra	Bomba de engranajes	Equipo rotativo	5-0010514	4500009339	Peru-chi-pcbrn-mu-02
4	Bomba_hidraulic	Bomba hidráulica	Equipo rotativo	6-0011484	4500009339	Peru-chi-pcbrn-mu-02
5	Bomba_lobulos	Bomba de lóbulos	Equipo rotativo	6-0011485	4500009339	Peru-chi-pcbrn-mu-02
6	Bomba_lubricaci	Bomba de lubricación (levas)	Equipo rotativo		4500009339	Peru-chi-pcbrn-mu-02
7	Bomba_multietap	Bomba multietapica	Equipo rotativo	5-0011716	4500009146	Peru-chi-pcbrn-mu-04
8	Bomba_paletas	Bomba de paletas	Equipo rotativo	5-0011717	4500009146	Peru-chi-pcbrn-mu-04
9	Bomba_tornillo	Bomba de tornillo	Equipo rotativo	5-0011718	4500009146	Peru-chi-pcbrn-mu-04
10	Bomba_vacio	Bomba de vacío	Equipo rotativo	6-0011415	4500009146	Peru-chi-pcbrn-mu-04
11	Centrifuga	Centrifuga	Equipo rotativo	5-0011712	4500009095	Peru-chi-pcbrn-mu-04
12	Cosedora_manual	Cosedora manual	Equipo rotativo	5-0019224	4500009424	Peru-chi-pcbrn-mu-04
13	Cosedora_pedest	Cosedora pedestal	Equipo rotativo	S/c	4500009424	Peru-chi-pcbrn-mu-04
14	Electrobomba	Electrobomba	Equipo rotativo	5-0003883	4500009424	Peru-chi-pcbrn-mu-04
15	Eliminad_humeda	Eliminador de humedad aire comprimido	Equipo rotativo	5-0011708	4500009344	Peru-chi-pcbrn-mu-04
16	Enfriador	Enfriador de harina	Equipo rotativo	5-0014205	4500009424	Peru-chi-pcbrn-mu-05
17	Evaporador	Evaporador	Equipo rotativo	6-0011412	4500008808	Peru-chi-pcbrn-mu-04
18	Hidrolavadora	Hidrolavadora	Equipo rotativo	5-0011402	4500008576	Peru-chi-pcbrn-mu-05
19	Hidroneumatico	Hidroneumático	Equipo rotativo	5-0014176	4500008576	Peru-chi-pcbrn-ch-01
20	Molino_martillo	Molino de martillos	Equipo rotativo	5-0011403	4500008681	Peru-chi-pcbrn-ch-01
21	Motor_bomba	Motobomba	Equipo rotativo	5-0011404	4500008469	Peru-chi-pcbrn-ch-01
22	Motor_diesel	Motor diésel	Equipo rotativo	5-0011405	4500008405	Peru-chi-pcbrn-ch-01
23	Motor_electrico	Motor eléctricos	Equipo rotativo	5-0011406	4500008516	Peru-chi-pcbrn-ch-01

Fuente: Área de mantenimiento de COPEINCA SAC.

Tabla 36. Registros de equipos rotativos de las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

		Gestión de mantenimiento			Formato: 0000003	Pág. 2/2
					Gerencia de mantenimiento industrial	
Registro de equipos de la planta de harina de pescado						
N°	Clase de equipo	Descripción	Tipo de equipo	Código	Código de inventario	Ubicación técnica
24	Motor_hidraulic	Motor hidráulico	Equipo rotativo	5-0011407	4500008516	Peru-chi-pcbrn-ch-01
25	Motor_reductor	Motoreductore	Equipo rotativo	S/c	4500008487	Peru-chi-pcbrn-ch-01
26	Motor_variador	Motovariadore	Equipo rotativo	5-0011408	4500008487	Peru-chi-pcbrn-ch-01
27	Motor_ventilado	Motor ventilador	Equipo rotativo	5-0011409	4500008439	Peru-chi-pcbrn-ch-01
28	Prensa	Prensa de doble tornillo	Equipo rotativo	S/c	4500008487	Peru-chi-pcbrn-ch-01
29	Pulidora	Pulidora	Equipo rotativo	5-0018902	4500008696	Peru-chi-pcbrn-ch-01
30	Reactor	Generador micro burbuja	Equipo rotativo	6-0010810	4500008552	Peru-chi-pcbrn-ch-01
31	Reductor_ciclo	Reductor cicloidal	Equipo rotativo	6-0010809	4500008696	Peru-chi-pcbrn-ch-02
32	Reductor_engra	Reductor engranaje	Equipo rotativo	5-0011439	4500008552	Peru-chi-pcbrn-ch-02
33	Reductor_sinfin	Reductor sinfin	Equipo rotativo	5-0011298	4500008370	Peru-chi-pcbrn-ch-02
34	Secador_ac	Secador aire caliente	Equipo rotativo	5-0011440	4500008211	Peru-chi-pcbrn-ch-02
35	Secador_rd	Secador rotadiscos	Equipo rotativo	5-0011421	4500008211	Peru-chi-pcbrn-ch-01
36	Secador_rt	Secador rotatubos	Equipo rotativo	5-0011422	4500008347	Peru-chi-pcbrn-ch-01
37	Separado_ambien	Separadora ambiental	Equipo rotativo	5-0011423	4500008216	Peru-chi-pcbrn-ch-01
38	Separado_solido	Separadora solidos	Equipo rotativo	5-0011424	4500008472	Peru-chi-pcbrn-ch-01
39	Separador	Separador	Equipo rotativo	5-0011432	4500008633	Peru-chi-pcbrn-ch-01
40	Transporta_cang	Transportador cangilon	Equipo rotativo	5-0011403	4500009480	Peru-chi-pcbrn-ch-01
41	Transporta_faja	Transportador de fajas	Equipo rotativo	5-0011404	4500009479	Peru-chi-pcbrn-ch-01
42	Transporta_heli	Transportador helicodal	Equipo rotativo	5-0011405	4500009347	Peru-chi-pcbrn-mu-04
43	Transporta_mall	Transportador de mallas	Equipo rotativo	5-0011406	4500009347	Peru-chi-pcbrn-mu-04
44	Transporta_mezc	Transportador mezcladores	Equipo rotativo	5-0011407	4500009347	Peru-chi-pcbrn-mu-04
45	Transporta_pale	Transportador de paletas	Equipo rotativo	S/c	4500009339	Peru-chi-pcbrn-mu-04
46	Transporta_tabl	Transportador de tablillas	Equipo rotativo	5-0011408	4500009339	Peru-chi-pcbrn-mu-04
47	Variador_frecue	Variador frecuencia	Equipo rotativo	5-0018902	4500009146	Peru-chi-pcbrn-mu-04
48	Ventilado_cent	Ventilador centrifugo	Equipo rotativo	6-0010810	4500009146	Peru-chi-pcbrn-mu-04

Fuente: Área de mantenimiento de COPEINCA SAC.

Anexo 7. Historial de las fallas de equipos rotativos.

Tabla 37. Historial de fallas de los equipos rotativos de las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.
Pag. 1.

		Gestión de mantenimiento - COPEINCA			Pag: 1/3	
		Registro de fallas en la planta de conservas			Formato : CFG -000842	
Equipo	Fecha	Causa de la falla	Responsable	Acción realizada	Elemento reemplazado	Ubicación técnica
Ventilador centrifugo	3/01/2019	Mal alineamiento de eje de transmisión de ventilador	Técnico mecánico	Mantenimiento correctivo	Alineamiento de árbol de transmisión	Peru-chi-pcbn-ch-01
Prensa doble tornillo	5/01/2019	Falla en el sistema de engranes de la prensa	Técnico mecánico	Mantenimiento correctivo	Revisión de árbol de transmisión y alineamiento	Peru-chi-pcbn-ch-01
Enfriador industrial	12/01/2019	Desbalance en chumacera de conexión	Técnico mecánico	Mantenimiento correctivo	Cambio de rodamientos de chumacera, alineamiento	Peru-chi-pcbn-ch-01
Secador rotadiscos	21/01/2019	Fallo en la paleta del motor de secador	Técnico mecánico	Mantenimiento correctivo	Revisión de paleta de secador y rectificación	Peru-chi-pcbn-ch-01
Electrobomba	28/01/2019	Mala succión de bomba - falta de fuerza	Técnico mecánico	Mantenimiento correctivo	Se procedió a revisar la bomba - alineamiento y ajuste	Peru-chi-pcbn-ch-01
Separadora de 2 tiempos	4/02/2019	Paletas de arrastre con sobrecarga, falta de fuerza	Técnico mecánico	Mantenimiento correctivo	Revisión de paletas de arrastre - alineamiento	Peru-chi-pcbn-ch-01
Enfriador industrial	6/02/2019	Sobrecalentamiento de motor debido a desgaste de rodamiento	Técnico mecánico	Mantenimiento correctivo	Reemplazo de chumacera de rodillos.	Peru-chi-pcbn-ch-01
Cosedora de pedestal	10/02/2019	Fallo en el sistema eléctrico de motor (apagado del equipo)	Técnico eléctrico	Mantenimiento correctivo	Se procedió a la revisión y al cambio de borneras y cableado	Peru-chi-pcbn-ch-01
Ventilador centrifugo	19/02/2019	Desbalance en paletas de ventilador	Técnico mecánico	Mantenimiento correctivo	Alineamiento de árbol de transmisión	Peru-chi-pcbn-ch-01
Eliminador de humedad	28/02/2019	Falla en rodamiento por desbalance	Técnico mecánico	Mantenimiento correctivo	Colocación de nuevo rodamiento en rotor	Peru-chi-pcbn-ch-01

Fuente: Área de mantenimiento de COPEINCA SAC.

Tabla 38. *Historial de fallas de los equipos rotativos de las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.*
Pag. 2.

		Gestión de mantenimiento - COPEINCA			Pag: 2/3	
		Registro de fallas en la planta de conservas			Formato : CFG -000842	
Equipo	Fecha	Causa de la falla	Responsable	Acción realizada	Gerencia de mantenimiento - COPEINCA 2019 - I	Ubicación técnica
					Elemento reemplazado	
Eliminador de humedad	28/02/2019	Falla en rodamiento por desbalance	Técnico mecánico	Mantenimiento correctivo	Colocación de nuevo rodamiento en rotor	Peru-chi-pcbn-ch-01
Evaporador de residuos	8/03/2019	Sobrecalentamiento en el embobinado del estator	Técnico eléctrico	Mantenimiento correctivo	Corregido de embobinado, cambio de rodamientos y alineamiento	Peru-chi-pcbn-ch-01
Hidrolavadora	16/03/2019	Falla en la descalibración de motor (calentamiento)	Técnico eléctrico	Mantenimiento correctivo	Se revisó el sistema de transmisión y se alineo	Peru-chi-pcbn-ch-01
Separador de solidos	20/03/2019	Mal posicionamiento de separador debido a la vibración	Técnico mecánico	Mantenimiento correctivo	Posicionamiento adecuado - balanceo de ejes	Peru-chi-pcbn-ch-01
Secador aire caliente	30/03/2019	Calentamiento en los polines de rodamientos	Técnico mecánico	Mantenimiento correctivo	Polín cambiado por falta de lubricación, se reemplazó por un polín y por intermedio de una grasera.	Peru-chi-pcbn-ch-01
Prensa doble tornillo	5/04/2019	Sobrecalentamiento de motor	Técnico eléctrico	Mantenimiento correctivo	Excesiva vibración causada por sobreesfuerzo de rodamientos.	Peru-chi-pcbn-ch-01
Hidrolavadora	11/04/2019	Esfuerzo en arranque de motor	Técnico mecánico	Mantenimiento correctivo	Calibración y revisión de sistema eléctrico de motor	Peru-chi-pcbn-ch-01
Enfriador industrial	18/04/2019	Sobrecalentamiento de motor debido a desgaste de rodamiento	Técnico mecánico	Mantenimiento correctivo	Reemplazo de chumacera de rodillos.	Peru-chi-pcbn-ch-01
Generador de micro - burbujas	24/04/2019	Falla en paletas de burbujas	Técnico mecánico	Mantenimiento correctivo	Revisión de paletas de arrastre - alineamiento	Peru-chi-pcbn-ch-01

Fuente: Área de mantenimiento de COPEINCA SAC.

Tabla 39. *Historial de fallas de los equipos rotativos de las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.*
Pag. 3.

		Gestión de mantenimiento - COPEINCA			Pag: 3/3	
		Registro de fallas en la planta de conservas			Formato : CFG -000842	
					Gerencia de mantenimiento - COPEINCA 2019 - I	
Equipo	Fecha	Causa de la falla	Responsable	Acción realizada	Elemento reemplazado	Ubicación técnica
Reductor cicloidial	1/05/2019	Sobreesfuerzo de motor	Técnico eléctrico	Mantenimiento correctivo	Sobreesfuerzo debido a mala sobrecarga de motor - cambio de película de aceite y calibración	
Cosedora de pedestal	9/05/2019	Falla en motor, calentamiento excesivo	Técnico mecánico	Mantenimiento correctivo	Se procedió a revisar el motor - alineamiento	Peru-chi-pcbrn-ch-01
Separadora de 2 tiempos	17/05/2019	Mal posicionamiento de separador debido a la vibración	Técnico mecánico	Mantenimiento correctivo	Posicionamiento adecuado - balanceo de ejes	Peru-chi-pcbrn-ch-01
Ventilador centrifugo	20/05/2019	Desbalance en paletas de ventilador	Técnico mecánico	Mantenimiento correctivo	Alineamiento de árbol de transmisión	Peru-chi-pcbrn-ch-01
Bomba centrifuga	28/05/2019	Calentamiento excesivo en carcasa	Técnico eléctrico	Mantenimiento correctivo	Sobreesfuerzo de motor por mal alineamiento de eje conductor	Peru-chi-pcbrn-ch-01
Prensa doble tornillo	6/06/2019	Falla en el sistema de engranes de la prensa	Técnico mecánico	Mantenimiento correctivo	Revisión de árbol de transmisión y alineamiento	Peru-chi-pcbrn-ch-01
Secador rotadiscos	21/06/2019	Sobrecalentamiento de motor principal	Técnico mecánico	Mantenimiento correctivo	Cambio de rodamientos	Peru-chi-pcbrn-ch-01
Separador de solidos	30/06/2019	Mal posicionamiento de separador debido a la vibración	Técnico mecánico	Mantenimiento correctivo	Posicionamiento adecuado - balanceo de ejes	Peru-chi-pcbrn-ch-01

Fuente: Área de mantenimiento de COPEINCA SAC.

Anexo 8. Aplicación de la técnica de Pareto en los equipos rotativos.

Tabla 40. Resultados del porcentaje de fallas por equipo a través de Pareto en los equipos rotativos de la planta de harina y colas de COPEINCA S.A.C.

N°	Equipos rotativos de la planta de harina de la empresa COPEINCA S.A.C	N° fallas	Quejas %	Acumulado %
1	Enfriador industrial	3	11.54%	11.54%
2	Ventilador centrifugo	3	11.54%	23.08%
3	Prensa doble tornillo	3	11.54%	34.62%
4	Secador rotadisk	3	11.54%	46.15%
5	Hidrolavadora	2	7.69%	53.85%
6	Separador de solidos	2	7.69%	61.54%
7	Cocedora de pedestal	2	7.69%	69.23%
8	Separador de 2 tiempos	2	7.69%	76.92%
9	Eliminador de humedad en aire comprimido	1	3.85%	80.77%
10	Evaporador de residuos	1	3.85%	84.62%
11	Generador de micro-burbujas	1	3.85%	88.46%
12	Reductor cicloidal	1	3.85%	92.31%
13	Bomba centrifuga	1	3.85%	96.15%
14	Electrobomba	1	3.85%	100.00%
15	Secador de aire caliente	0	0.00%	100.00%
16	Secador rotatubos	0	0.00%	100.00%
17	Flujometro industrial	0	0.00%	100.00%
Total		26	100.00%	

Fuente: Anexo 7.

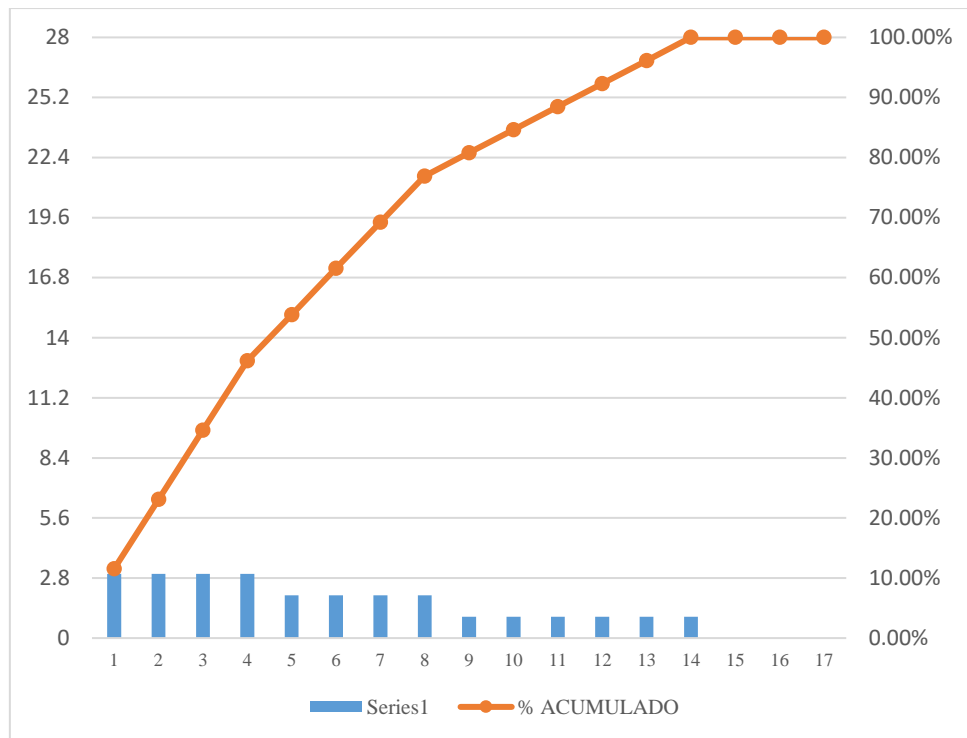


Figura 10. Diagrama de Pareto de fallas de equipos rotativos de las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

Fuente: Tabla 37.

Con el análisis de Pareto se observó que existen equipos que en lo que van operando, no han presentado problemas, fallas o paradas, por lo cual se priorizo los equipos que presentaban fallas, siendo un total de 14 equipos distribuidos entre la planta de harina de pescado y la de agua de colas.

Anexo 9. Ficha técnica de equipos rotativos de COPEINCA S.A.C.

Tabla 41. Ficha técnica del motor de enfriado.

	Motor de enfriado
	
Empresa	COPEINCA SAC
Área:	Zona de secado final
Motor:	Código 1254-2584
Marca:	Weg
Revoluciones:	1850 rpm
Potencia:	15kw/20 hp
Tensión (v):	440 vca
Corriente (amp):	250 amp
Frecuencia:	60 hz
Factor de potencia:	0.88

Fuente: Anexo 6.

Tabla 42. Ficha técnica del reductor cicloidal.

	Motorreductor cicloidal
	
Empresa:	COPEINCA SAC
Área:	Zona de secado final
Reductor:	Código 2516-3254
Marca:	SEW EURODRIVE
Nuero de serie:	561318
Revolucione E/S	1650/25 Rpm
Torque	480 Nm
Volumen aceite	2.00 Ltrs
Marca:	SEW EURODRIVE
Revoluciones:	1650 Rpm
Potencia:	15 KW/20 Hp
Tensión (V):	440 Vca
Corriente (Amp):	25 Amp.
Frecuencia:	60 Hz
Factor de potencia:	0.85

Fuente: Anexo 6.

Tabla 43. *Ficha técnica de la electrobomba.*

	Electrobomba
	
Empresa:	COPEINCA SAC
Área:	Zona de Electrobombas
Motor:	Código 2274-9418
Marca:	Pedrollo
Número de serie:	P-748429
Revoluciones E/S	1850 RPM
Potencia:	3 KW/2 Hp
Tensión (V):	220 Vca
Corriente (Amp):	5 Amp.
Frecuencia:	60 Hz
Factor de potencia:	0.8

Fuente: Anexo 6.

Tabla 44. *Ficha técnica de la bomba centrífuga.*

	Bomba centrífuga
	
Empresa:	COPEINCA SAC
Área:	Bombas Centrífugas
Motor:	724HGE-583-31
Marca:	SIEMENS
Número de serie:	SM-492442
Revoluciones E/S	1650 RPM
Potencia:	3 KW/2 Hp
Tensión (V):	220 Vca
Corriente (Amp):	5 Amp.
Frecuencia:	60 Hz
Factor de potencia:	0.8


Fuente: Anexo 6.

Tabla 45. Ficha técnica del generador de micro burbujas.

		Generador de micro burbujas
		
Empresa:	COPEINCA SAC	
Área:	Separador	
Motor:	K4742-LR23	
Marca:	SIEMENS	
Nuero de serie:	003-4274-SM	
Revolucione E/S	1800	
Potencia:	5 KW/10 Hp	
Tensión (V):	440 Vca	
Corriente (Amp):	45 Amp.	
Frecuencia:	60 Hz	
Factor de potencia:	0.75	

Fuente: Anexo 6.

Tabla 46. Ficha técnica del evaporador de residuos.

		Evaporador de residuos
		
Empresa:	COPEINCA SAC	
Área:	Evaporador de Residuos	
Motor:	Y8148-31249	
Marca:	BLACK AND DECKER	
Nuero de serie:	MM13741-48281	
Revolucione E/S	2400 RPM	
Potencia:	12 KW/10 Hp	
Tensión (V):	440 Vca	
Corriente (Amp):	50 Amp.	
Frecuencia:	60 Hz	
Factor de potencia:	0.85	

Fuente: Anexo 6.

Tabla 47. Ficha técnica del eliminador de humedad.

	Eliminador de humedad
	
Empresa:	COPEINCA SAC
Área:	Eliminador de Humedad
Motor:	BR-931482
Marca:	SIEMENS
Nuero de serie:	BR-931482
Revolucione E/S	2900 RPM
Potencia:	10 KW/10 Hp
Tensión (V):	440 Vca
Corriente (Amp):	90 Amp.
Frecuencia:	60 Hz
Factor de potencia:	0.87


Fuente: Anexo 6.

Tabla 48. Ficha técnica de la cocedora de pedestal.

	Cocedora de pedestal
	
Empresa	COPEINCA SAC
Área:	Producto Terminado
Motor:	Código 1254-2584
Marca:	WEG
Revoluciones:	1850 Rpm
Potencia:	0.5KW/1 Hp
Tensión (V):	440 Vca
Corriente (Amp):	250 Amp
Frecuencia:	60 Hz
Factor de Potencia:	0.88
Factor de potencia:	0.87

Fuente: Anexo 6.

Tabla 49. Ficha técnica de la prensa de doble tornillo.

		Prensa de doble tornillo
		
Empresa:	COPEINCA SAC	
Área:	SECADO INICIAL	
Reductor:	S-447294-714M	
Marca:	SIEMENS	
Nuero de serie:	7147-8452PHS	
Revolucione E/S	2900/125 Rpm	
Torque	560 Nm	
Volumen aceite	42.00 Ltrs	
Motor:	14724-288M	
Marca:	SIEMENS	
Revoluciones:	2900 RPM	
Potencia:	15 KW/20 Hp	
Tensión (V):	440 Vca	
Corriente (Amp):	25 Amp.	
Frecuencia:	60 Hz	
Factor de potencia:	0.75	

Fuente: Anexo 6.

Tabla 50. Ficha técnica de la hidrolavadora.

		Hidrolavadora
		
Empresa	COPEINCA SAC	
Área:	Hidrolavadora	
Motor:	SKW- 1254-2584	
Marca:	WEG	
Revoluciones:	2800 Rpm	
Potencia:	15KW/10 Hp	
Tensión (V):	440 Vca	
Corriente (Amp):	250 Amp	
Frecuencia:	60 Hz	
Factor de Potencia:	0.88	
Factor de potencia:	0.87	

Fuente: Anexo 6.

Tabla 51. Ficha técnica del ventilador.

		Ventilador
		
Empresa	COPEINCA SAC	
Área:	Secado de MP	
Motor:	TR724-992	
Marca:	SIEMENS	
Revoluciones:	2800 Rpm	
Potencia:	7.5KW/5 Hp	
Tensión (V):	440 Vca	
Corriente (Amp):	250 Amp	
Frecuencia:	60 Hz	
Factor de Potencia:	0.88	
Factor de potencia:	0.92	

Fuente: Anexo 6.

Tabla 52. Ficha técnica del separador industrial.

		Separador industrial
		
Empresa:	COPEINCA SAC	
Área:	SEPARADOR	
Reductor:	S-447294-714M	
Marca:	SIEMENS	
Nuero de serie:	7147-8452PHS	
Revolucione E/S	2900/125 Rpm	
Torque	560 Nm	
Volumen aceite	42.00 Ltrs	
Motor:	14724-288M	
Marca:	SIEMENS	
Revoluciones:	2900 RPM	
Potencia:	15 KW/20 Hp	
Tensión (V):	440 Vca	
Corriente (Amp):	25 Amp.	
Frecuencia:	60 Hz	
Factor de potencia:	0.75	

Fuente: Anexo 6.

Tabla 53. Ficha técnica de separador de sólidos.

		Separador de solidos
		
Empresa:	COPEINCA SAC	
Área:	SEPARADOR	
Reductor:	S-447294-714M	
Marca:	SIEMENS	
Nuero de serie:	7147-8452PHS	
Revolucione E/S	2900/125 Rpm	
Torque	560 Nm	
Volumen aceite	42.00 Ltrs	
Motor:	14724-288M	
Marca:	SIEMENS	
Revoluciones:	2900 RPM	
Potencia:	15 KW/20 Hp	
Tensión (V):	440 Vca	
Corriente (Amp):	25 Amp.	
Frecuencia:	60 Hz	
Factor de potencia:	0.75	

Fuente: Anexo 6.

Tabla 54. Ficha técnica del secador rotadisk.

		Secador rotadisk
		
Empresa	COPEINCA SAC	
Área:	Secado Industrial	
Motor:	SKW- 1254-2584	
Marca:	SIEMENS	
Revoluciones:	3600 Rpm	
Potencia:	75KW/120 Hp	
Tensión (V):	440 Vca	
Corriente (Amp):	320 Amp	
Frecuencia:	60 Hz	
Factor de Potencia:	0.88	
Factor de potencia:	0.87	

Fuente: Anexo 6.

Anexo 10. Análisis de criticidad de equipos rotativos.

Tabla 55. Análisis de criticidad de la Prensa Doble Tornillo.

Formato para encuesta de análisis de criticidad			
Equipo	Prensa Doble Tornillo	Área	Área de Mantenimiento
Ubicación	PERU-CHI-PCBN-CH-02	Fecha	17/08/2019
Técnica		Tipo de Equipo	Equipo Rotativo
1.- Frecuencia de Falla (Todo Tipo de Falla)		2.- Tiempo Medio para Reparar (MTTR)	
	Entre 0 y 1 falla por semestre		Menos de 4 horas por semestre
X	Entre 2 y 4 fallas por semestre	X	Entre 4 y 8 horas por semestre
	Entre 5 a 6 fallas por semestre		Entre 8 y 24 horas por semestre
	Más de 7 fallas por semestre		Entre 24 a 40 horas por semestre
3.- Impacto sobre la producción		4.- Costo de Reparación (S/.)	
	No afecta la producción o actividad		Menos de 1000
	25% de impacto		Entre 1001 y 2500
	50% de impacto		Entre 2501 y 3500
X	75% de impacto	X	Entre 3501 y 5000
	Afecta totalmente la producción o actividad		Más de 5000
5.- impacto ambiental			
No origina ningún impacto ambiental			
X	Contaminación ambiental baja, el impacto se manifiesta en un espacio reducido dentro de los límites de la planta		
	Contaminación ambiental moderada, no rebasa los límites de la planta		
	Contaminación ambiental alta, incumpliendo las normas de medio ambiente		
6.- Impacto en Salud y Seguridad Personal			
No ocasiona problemas en la salud ni genera lesiones a los colaboradores			
Puede ocasionar lesiones o heridas leves no incapacitantes			

	Puede ocasionar lesiones o heridas levemente graves con incapacidad temporal entre 1 a 30 días
X	Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a los 30 días o incapacidad parcialmente temporal

Fuente: Renovetec y anexo 9.

Tabla 56. *Análisis de criticidad del Secador Rotadisk.*

Formato para encuesta de análisis de criticidad			
Equipo	Secador Rotadisk	Área	Área de Mantenimiento
Ubicación	PERU-CHI-PCBN-CH-01	Fecha	16/08/2019
Técnica		Tipo de Equipo	Equipo Rotativo
1.- Frecuencia de Falla (Todo Tipo de Falla)		2.- Tiempo Medio para Reparar (MTTR)	
	Entre 0 y 1 falla por semestre		Menos de 4 horas por semestre
X	Entre 2 y 4 fallas por semestre		Entre 4 y 8 horas por semestre
	Entre 5 a 6 fallas por semestre	X	Entre 8 y 24 horas por semestre
	Más de 7 fallas por semestre		Entre 24 a 40 horas por semestre
3.- Impacto sobre la producción		4.- Costo de Reparación (S/.)	
	No afecta la producción o actividad		Menos de 1000
	25% de impacto		Entre 1001 y 2500
	50% de impacto		Entre 2501 y 3500
	75% de impacto		Entre 3501 y 5000
X	Afecta totalmente la producción o actividad	X	Más de 5000
5.- impacto ambiental			
X	No origina ningún impacto ambiental		
	Contaminación ambiental baja el impacto se manifiesta en un espacio reducido dentro de los límites de la planta		
	Contaminación ambiental moderada, no rebasa los límites de la planta		
	Contaminación ambiental alta, incumpliendo las normas de medio ambiente		

6.- Impacto en Salud y Seguridad Personal	
	No ocasiona problemas en la salud ni genera lesiones a los colaboradores
	Puede ocasionar lesiones o heridas leves no incapacitantes
	Puede ocasionar lesiones o heridas levemente graves con incapacidad temporal entre 1 a 30 días
X	Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a los 30 días o incapacidad parcialmente temporal

Fuente: Renovetec y anexo 9.

Tabla 57. Análisis de criticidad de la Hidrolavadora.

Formato para encuesta de análisis de criticidad			
Equipo	Hidrolavadora	Área	Área de Mantenimiento
Ubicación	PERU-CHI-PCBN-CH-01	Fecha	16/08/2019
Técnica		Tipo de Equipo	Equipo Rotativo
1.- Frecuencia de Falla (Todo Tipo de Falla)		2.- Tiempo Medio para Reparar (MTTR)	
	Entre 0 y 1 falla por semestre		Menos de 4 horas por semestre
X	Entre 2 y 4 fallas por semestre	X	Entre 4 y 8 horas por semestre
	Entre 5 a 6 fallas por semestre		Entre 8 y 24 horas por semestre
	Más de 7 fallas por semestre		Entre 24 a 40 horas por semestre
3.- Impacto sobre la producción		4.- Costo de Reparación (S/.)	
	No afecta la producción o actividad		Menos de 1000
	25% de impacto		Entre 1001 y 2500
	50% de impacto		Entre 2501 y 3500
	75% de impacto	X	Entre 3501 y 5000
X	Afecta totalmente la producción o actividad		Más de 5000

5.- impacto ambiental	
	No origina ningún impacto ambiental
	Contaminación ambiental baja, el impacto se manifiesta en un espacio reducido dentro de los límites de la planta
	Contaminación ambiental moderada, no rebasa los límites de la planta
X	Contaminación ambiental alta, incumpliendo las normas de medio ambiente
6.- Impacto en Salud y Seguridad Personal	
	No ocasiona problemas en la salud ni genera lesiones a los colaboradores
	Puede ocasionar lesiones o heridas leves no incapacitantes
	Puede ocasionar lesiones o heridas levemente graves con incapacidad temporal entre 1 a 30 días
X	Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a los 30 días o incapacidad parcialmente temporal

Fuente: Renovetec y anexo 9.

Tabla 58. *Análisis de criticidad del Ventilador Industrial.*

Formato para encuesta de análisis de criticidad			
Equipo	Ventilador Industrial	Área	Área de Mantenimiento
Ubicación	PERU-CHI-PCBN-CH-01	Fecha	16/08/2019
Técnica		Tipo de Equipo	Equipo Rotativo
1.- Frecuencia de Falla (Todo Tipo de Falla)		2.- Tiempo Medio para Reparar (MTTR)	
	Entre 0 y 1 falla por semestre		Menos de 4 horas por semestre
X	Entre 2 y 4 fallas por semestre		Entre 4 y 8 horas por semestre
	Entre 5 a 6 fallas por semestre	X	Entre 8 y 24 horas por semestre
	Más de 7 fallas por semestre		Entre 24 a 40 horas por semestre
3.- Impacto sobre la producción		4.- Costo de Reparación (S/.)	

	No afecta la producción o actividad		Menos de 1000
	25% de impacto		Entre 1001 y 2500
	50% de impacto		Entre 2501 y 3500
X	75% de impacto	X	Entre 3501 y 5000
	Afecta totalmente la producción o actividad		Más de 5000
5.- impacto ambiental			
	No origina ningún impacto ambiental		
	Contaminación ambiental baja, el impacto se manifiesta en un espacio reducido dentro de los límites de la planta		
X	Contaminación ambiental moderada, no rebasa los límites de la planta		
	Contaminación ambiental alta, incumpliendo las normas de medio ambiente		
6.- Impacto en Salud y Seguridad Personal			
	No ocasiona problemas en la salud ni genera lesiones a los colaboradores		
	Puede ocasionar lesiones o heridas leves no incapacitantes		
X	Puede ocasionar lesiones o heridas levemente graves con incapacidad temporal entre 1 a 30 días		
	Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a los 30 días o incapacidad parcialmente temporal		

Fuente: Renovetec y anexo 9.

Tabla 59. *Análisis de criticidad del Reductor Ciclodial.*

Formato para encuesta de análisis de criticidad			
Equipo	Reductor Ciclodial	Área	Área de Mantenimiento
Ubicación	PERU-CHI-PCBN-CH-01	Fecha	16/08/2019
Técnica		Tipo de Equipo	Equipo Rotativo
1.- Frecuencia de Falla (Todo Tipo de Falla)		2.- Tiempo Medio para Reparar (MTTR)	
X	Entre 0 y 1 falla por semestre		Menos de 4 horas por semestre
	Entre 2 y 4 fallas por semestre	X	Entre 4 y 8 horas por semestre

	Entre 5 a 6 fallas por semestre		Entre 8 y 24 horas por semestre
	Más de 7 fallas por semestre		Entre 24 a 40 horas por semestre
3.- Impacto sobre la producción		4.- Costo de Reparación (S/.)	
	No afecta la producción o actividad		Menos de 1000
	25% de impacto		Entre 1001 y 2500
	50% de impacto	X	Entre 2501 y 3500
X	75% de impacto		Entre 3501 y 5000
	Afecta totalmente la producción o actividad		Más de 5000
5.- impacto ambiental			
No origina ningún impacto ambiental			
	Contaminación ambiental baja, el impacto se manifiesta en un espacio reducido dentro de los límites de la planta		
X	Contaminación ambiental moderada, no rebasa los límites de la planta		
	Contaminación ambiental alta, incumpliendo las normas de medio ambiente		
6.- Impacto en Salud y Seguridad Personal			
No ocasiona problemas en la salud ni genera lesiones a los colaboradores			
Puede ocasionar lesiones o heridas leves no incapacitantes			
X	Puede ocasionar lesiones o heridas levemente graves con incapacidad temporal entre 1 a 30 días		
	Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a los 30 días o incapacidad parcialmente temporal		

Fuente: Renovetec y anexo 9.

Tabla 60. *Análisis de criticidad de la Bomba Centrífuga.*

Formato para encuesta de análisis de criticidad			
Equipo	Bomba Centrífuga	Área	Área de Mantenimiento
		Fecha	16/08/2019

Ubicación Técnica		PERU-CHI-PCBN-CH-01		Tipo de Equipo		Equipo Rotativo	
1.- Frecuencia de Falla (Todo Tipo de Falla)				2.- Tiempo Medio para Reparar (MTTR)			
X		Entre 0 y 1 falla por semestre		X		Menos de 4 horas por semestre	
		Entre 2 y 4 fallas por semestre				Entre 4 y 8 horas por semestre	
		Entre 5 a 6 fallas por semestre				Entre 8 y 24 horas por semestre	
		Más de 7 fallas por semestre				Entre 24 a 40 horas por semestre	
3.- Impacto sobre la producción				4.- Costo de Reparación (S/.)			
		No afecta la producción o actividad		X		Menos de 1000	
		25% de impacto				Entre 1001 y 2500	
X		50% de impacto				Entre 2501 y 3500	
		75% de impacto				Entre 3501 y 5000	
		Afecta totalmente la producción o actividad				Más de 5000	
5.- impacto ambiental							
No origina ningún impacto ambiental							
X		Contaminación ambiental baja, el impacto se manifiesta en un espacio reducido dentro de los límites de la planta					
Contaminación ambiental moderada, no rebasa los límites de la planta							
Contaminación ambiental alta, incumpliendo las normas de medio ambiente							
6.- Impacto en Salud y Seguridad Personal							
No ocasiona problemas en la salud ni genera lesiones a los colaboradores							
X		Puede ocasionar lesiones o heridas leves no incapacitantes					
Puede ocasionar lesiones o heridas levemente graves con incapacidad temporal entre 1 a 30 días							

Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a los 30 días o incapacidad parcialmente temporal

Fuente: Renovetec y anexo 9.

Tabla 61. *Análisis de criticidad del Generador de Micro – Burbujas.*

Formato para encuesta de análisis de criticidad			
Equipo	Generador de Micro - Burbujas	Área	Área de Mantenimiento
Ubicación	PERU-CHI-PCBN-CH-01	Fecha	16/08/2019
Técnica		Tipo de Equipo	Equipo Rotativo
1.- Frecuencia de Falla (Todo Tipo de Falla)		2.- Tiempo Medio para Reparar (MTTR)	
X	Entre 0 y 1 falla por semestre	X	Menos de 4 horas por semestre
	Entre 2 y 4 fallas por semestre		Entre 4 y 8 horas por semestre
	Entre 5 a 6 fallas por semestre		Entre 8 y 24 horas por semestre
	Más de 7 fallas por semestre		Entre 24 a 40 horas por semestre
3.- Impacto sobre la producción		4.- Costo de Reparación (S/.)	
	No afecta la producción o actividad		Menos de 1000
X	25% de impacto	X	Entre 1001 y 2500
	50% de impacto		Entre 2501 y 3500
	75% de impacto		Entre 3501 y 5000
	Afecta totalmente la producción o actividad		Más de 5000
5.- impacto ambiental			
	No origina ningún impacto ambiental		
X	Contaminación ambiental baja, el impacto se manifiesta en un espacio reducido dentro de los límites de la planta		
	Contaminación ambiental moderada, no rebasa los límites de la planta		
	Contaminación ambiental alta, incumpliendo las normas de medio ambiente		

6.- Impacto en Salud y Seguridad Personal	
	No ocasiona problemas en la salud ni genera lesiones a los colaboradores
	Puede ocasionar lesiones o heridas leves no incapacitantes
X	Puede ocasionar lesiones o heridas levemente graves con incapacidad temporal entre 1 a 30 días
	Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a los 30 días o incapacidad parcialmente temporal

Fuente: Renovetec y anexo 9.

Tabla 62. Análisis de criticidad del Enfriador Industrial.

Formato para encuesta de análisis de criticidad			
Equipo	Enfriador Industrial	Área	Área de Mantenimiento
Ubicación	PERU-CHI-PCBN-CH-01	Fecha	16/08/2019
Técnica		Tipo de Equipo	Equipo Rotativo
1.- Frecuencia de Falla (Todo Tipo de Falla)		2.- Tiempo Medio para Reparar (MTTR)	
	Entre 0 y 1 falla por semestre		Menos de 4 horas por semestre
X	Entre 2 y 4 fallas por semestre		Entre 4 y 8 horas por semestre
	Entre 5 a 6 fallas por semestre	X	Entre 8 y 24 horas por semestre
	Más de 7 fallas por semestre		Entre 24 a 40 horas por semestre
3.- Impacto sobre la producción		4.- Costo de Reparación (S/.)	
	No afecta la producción o actividad		Menos de 1000
	25% de impacto		Entre 1001 y 2500
	50% de impacto		Entre 2501 y 3500
X	75% de impacto	X	Entre 3501 y 5000
	Afecta totalmente la producción o actividad		Más de 5000
5.- impacto ambiental			
No origina ningún impacto ambiental			

	Contaminación ambiental baja, el impacto se manifiesta en un espacio reducido dentro de los límites de la planta
X	Contaminación ambiental moderada, no rebasa los límites de la planta
	Contaminación ambiental alta, incumpliendo las normas de medio ambiente
6.- Impacto en Salud y Seguridad Personal	
	No ocasiona problemas en la salud ni genera lesiones a los colaboradores
	Puede ocasionar lesiones o heridas leves no incapacitantes
	Puede ocasionar lesiones o heridas levemente graves con incapacidad temporal entre 1 a 30 días
X	Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a los 30 días o incapacidad parcialmente temporal

Fuente: Renovetec y anexo 9.

Tabla 63. *Análisis de criticidad del Evaporador de Residuos.*

Formato para encuesta de análisis de criticidad			
Equipo	Evaporador de residuos	Área	Área de Mantenimiento
Ubicación	PERU-CHI-PCBN-CH-01	Fecha	16/08/2019
Técnica		Tipo de Equipo	Equipo Rotativo
1.- Frecuencia de Falla (Todo Tipo de Falla)		2.- Tiempo Medio para Reparar (MTTR)	
X	Entre 0 y 1 falla por semestre	X	Menos de 4 horas por semestre
	Entre 2 y 4 fallas por semestre		Entre 4 y 8 horas por semestre
	Entre 5 a 6 fallas por semestre		Entre 8 y 24 horas por semestre
	Más de 7 fallas por semestre		Entre 24 a 40 horas por semestre
3.- Impacto sobre la producción		4.- Costo de Reparación (S/.)	
	No afecta la producción o actividad		Menos de 1000
	25% de impacto	X	Entre 1001 y 2500

	50% de impacto		Entre 2501 y 3500
X	75% de impacto		Entre 3501 y 5000
	Afecta totalmente la producción o actividad		Más de 5000
5.- impacto ambiental			
	No origina ningún impacto ambiental		
	Contaminación ambiental baja, el impacto se manifiesta en un espacio reducido dentro de los límites de la planta		
	Contaminación ambiental moderada, no rebasa los límites de la planta		
X	Contaminación ambiental alta, incumpliendo las normas de medio ambiente		
6.- Impacto en Salud y Seguridad Personal			
	No ocasiona problemas en la salud ni genera lesiones a los colaboradores		
	Puede ocasionar lesiones o heridas leves no incapacitantes		
	Puede ocasionar lesiones o heridas levemente graves con incapacidad temporal entre 1 a 30 días		
X	Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a los 30 días o incapacidad parcialmente temporal		

Fuente: Renovetec y anexo 9.

Tabla 64. *Análisis de criticidad del Separador Industrial.*

Formato para encuesta de análisis de criticidad			
Equipo	Separador Industrial	Área	Área de Mantenimiento
Ubicación	PERU-CHI-PCBN-CH-01	Fecha	16/08/2019
Técnica		Tipo de Equipo	Equipo Rotativo
1.- Frecuencia de Falla (Todo Tipo de Falla)		2.- Tiempo Medio para Reparar (MTTR)	
	Entre 0 y 1 falla por semestre		Menos de 4 horas por semestre
X	Entre 2 y 4 fallas por semestre		Entre 4 y 8 horas por semestre
	Entre 5 a 6 fallas por semestre	X	Entre 8 y 24 horas por semestre
	Más de 7 fallas por semestre		Entre 24 a 40 horas por semestre

3.- Impacto sobre la producción		4.- Costo de Reparación (S/.)	
	No afecta la producción o actividad		Menos de 1000
	25% de impacto		Entre 1001 y 2500
	50% de impacto	X	Entre 2501 y 3500
X	75% de impacto		Entre 3501 y 5000
	Afecta totalmente la producción o actividad		Más de 5000
5.- impacto ambiental			
No origina ningún impacto ambiental			
	Contaminación ambiental baja, el impacto se manifiesta en un espacio reducido dentro de los límites de la planta		
X	Contaminación ambiental moderada, no rebasa los límites de la planta		
	Contaminación ambiental alta, incumpliendo las normas de medio ambiente		
6.- Impacto en Salud y Seguridad Personal			
No ocasiona problemas en la salud ni genera lesiones a los colaboradores			
Puede ocasionar lesiones o heridas leves no incapacitantes			
X	Puede ocasionar lesiones o heridas levemente graves con incapacidad temporal entre 1 a 30 días		
	Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a los 30 días o incapacidad parcialmente temporal		

Fuente: Renovetec y anexo 9.

Tabla 65. *Análisis de criticidad del Eliminador de humedad en aire comprimido.*

Formato para encuesta de análisis de criticidad			
Equipo	Eliminador de humedad en Aire Comprimido	Área	Área de Mantenimiento
		Fecha	16/08/2019
Ubicación	PERU-CHI-PCBN-CH-01	Tipo de Equipo	Equipo Rotativo
Técnica			

1.- Frecuencia de Falla (Todo Tipo de Falla)		2.- Tiempo Medio para Reparar (MTTR)	
X	Entre 0 y 1 falla por semestre		Menos de 4 horas por semestre
	Entre 2 y 4 fallas por semestre	X	Entre 4 y 8 horas por semestre
	Entre 5 a 6 fallas por semestre		Entre 8 y 24 horas por semestre
	Más de 7 fallas por semestre		Entre 24 a 40 horas por semestre
3.- Impacto sobre la producción		4.- Costo de Reparación (S/.)	
	No afecta la producción o actividad		Menos de 1000
	25% de impacto		Entre 1001 y 2500
	50% de impacto	X	Entre 2501 y 3500
X	75% de impacto		Entre 3501 y 5000
	Afecta totalmente la producción o actividad		Más de 5000
5.- impacto ambiental			
	No origina ningún impacto ambiental		
	Contaminación ambiental baja, el impacto se manifiesta en un espacio reducido dentro de los límites de la planta		
X	Contaminación ambiental moderada, no rebasa los límites de la planta		
	Contaminación ambiental alta, incumpliendo las normas de medio ambiente		
6.- Impacto en Salud y Seguridad Personal			
	No ocasiona problemas en la salud ni genera lesiones a los colaboradores		
	Puede ocasionar lesiones o heridas leves no incapacitantes		
X	Puede ocasionar lesiones o heridas levemente graves con incapacidad temporal entre 1 a 30 días		
	Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a los 30 días o incapacidad parcialmente temporal		

Fuente: Renovetec y anexo 9.

Tabla 66. *Análisis de criticidad de la Electrobomba.*

Formato para encuesta de análisis de criticidad			
Equipo	Electrobomba	Área	Área de Mantenimiento
Ubicación	PERU-CHI-PCBN-CH-02	Fecha	16/08/2019
Técnica		Tipo de Equipo	Equipo Rotativo
1.- Frecuencia de Falla (Todo Tipo de Falla)		2.- Tiempo Medio para Reparar (MTTR)	
X	Entre 0 y 1 falla por semestre		Menos de 4 horas por semestre
	Entre 2 y 4 fallas por semestre	X	Entre 4 y 8 horas por semestre
	Entre 5 a 6 fallas por semestre		Entre 8 y 24 horas por semestre
	Más de 7 fallas por semestre		Entre 24 a 40 horas por semestre
3.- Impacto sobre la producción		4.- Costo de Reparación (S/.)	
	No afecta la producción o actividad	X	Menos de 1000
	25% de impacto		Entre 1001 y 2500
	50% de impacto		Entre 2501 y 3500
X	75% de impacto		Entre 3501 y 5000
	Afecta totalmente la producción o actividad		Más de 5000
5.- impacto ambiental			
No origina ningún impacto ambiental			
	Contaminación ambiental baja, el impacto se manifiesta en un espacio reducido dentro de los límites de la planta		
X	Contaminación ambiental moderada, no rebasa los límites de la planta		
	Contaminación ambiental alta, incumpliendo las normas de medio ambiente		
6.- Impacto en Salud y Seguridad Personal			
No ocasiona problemas en la salud ni genera lesiones a los colaboradores			
Puede ocasionar lesiones o heridas leves no incapacitantes			

X	Puede ocasionar lesiones o heridas levemente graves con incapacidad temporal entre 1 a 30 días
	Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a los 30 días o incapacidad parcialmente temporal

Fuente: Renovetec y anexo 9.

Tabla 67. *Análisis de criticidad de la Cocedora de Pedestal.*

Formato para encuesta de análisis de criticidad			
Equipo	Cocedora de pedestal	Área	Área de Mantenimiento
Ubicación	PERU-CHI-PCBN-CH-01	Fecha	16/08/2019
Técnica		Tipo de Equipo	Equipo Rotativo
1.- Frecuencia de Falla (Todo Tipo de Falla)		2.- Tiempo Medio para Reparar (MTTR)	
	Entre 0 y 1 falla por semestre		Menos de 4 horas por semestre
X	Entre 2 y 4 fallas por semestre	X	Entre 4 y 8 horas por semestre
	Entre 5 a 6 fallas por semestre		Entre 8 y 24 horas por semestre
	Más de 7 fallas por semestre		Entre 24 a 40 horas por semestre
3.- Impacto sobre la producción		4.- Costo de Reparación (S/.)	
	No afecta la producción o actividad	X	Menos de 1000
	25% de impacto		Entre 1001 y 2500
X	50% de impacto		Entre 2501 y 3500
	75% de impacto		Entre 3501 y 5000
	Afecta totalmente la producción o actividad		Más de 5000
5.- impacto ambiental			
X	No origina ningún impacto ambiental		
	Contaminación ambiental baja, el impacto se manifiesta en un espacio reducido dentro de los límites de la planta		
	Contaminación ambiental moderada, no rebasa los límites de la planta		

	Contaminación ambiental alta, incumpliendo las normas de medio ambiente
6.- Impacto en Salud y Seguridad Personal	
	No ocasiona problemas en la salud ni genera lesiones a los colaboradores
	Puede ocasionar lesiones o heridas leves no incapacitantes
X	Puede ocasionar lesiones o heridas levemente graves con incapacidad temporal entre 1 a 30 días
	Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a los 30 días o incapacidad parcialmente temporal

Fuente: Renovetec y anexo 9.

Tabla 68. *Análisis de criticidad del Separador Industrial.*

Formato para encuesta de análisis de criticidad			
Equipo	Separadora Industrial	Área	Área de Mantenimiento
Ubicación	PERU-CHI-PCBN-CH-02	Fecha	16/08/2019
Técnica		Tipo de Equipo	Equipo Rotativo
1.- Frecuencia de Falla (Todo Tipo de Falla)		2.- Tiempo Medio para Reparar (MTTR)	
	Entre 0 y 1 falla por semestre		Menos de 4 horas por semestre
X	Entre 2 y 4 fallas por semestre	X	Entre 4 y 8 horas por semestre
	Entre 5 a 6 fallas por semestre		Entre 8 y 24 horas por semestre
	Más de 7 fallas por semestre		Entre 24 a 40 horas por semestre
3.- Impacto sobre la producción		4.- Costo de Reparación (S/.)	
	No afecta la producción o actividad		Menos de 1000
	25% de impacto	X	Entre 1001 y 2500
	50% de impacto		Entre 2501 y 3500
X	75% de impacto		Entre 3501 y 5000
	Afecta totalmente la producción o actividad		Más de 5000

5.- impacto ambiental	
	No origina ningún impacto ambiental
	Contaminación ambiental baja, el impacto se manifiesta en un espacio reducido dentro de los límites de la planta
X	Contaminación ambiental moderada, no rebasa los límites de la planta
	Contaminación ambiental alta, incumpliendo las normas de medio ambiente
6.- Impacto en Salud y Seguridad Personal	
	No ocasiona problemas en la salud ni genera lesiones a los colaboradores
	Puede ocasionar lesiones o heridas leves no incapacitantes
X	Puede ocasionar lesiones o heridas levemente graves con incapacidad temporal entre 1 a 30 días
	Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a los 30 días o incapacidad parcialmente temporal

Fuente: Renovetec y anexo 9.

Tabla 69. Puntaje para evaluación de criticidad.

1.- Frecuencia de falla (todo tipo de falla)	Puntaje
Entre 0 y 1 falla por semestre	1
Entre 2 y 4 fallas por semestre	2
Entre 5 a 6 fallas por semestre	3
Más de 7 fallas por semestre	4
2.- Tiempo medio para reparar (MTTR)	Puntaje
Menos de 4 horas por semestre	1
Entre 4 y 8 horas por semestre	2
Entre 8 y 24 horas por semestre	3
Entre 24 a 40 horas por semestre	4
3.- Impacto sobre la producción	Puntaje
No afecta la producción o actividad	2
25% de impacto	4
50% de impacto	6
75% de impacto	8
Afecta totalmente la producción o actividad	10
4.- Costo de reparación (s/.)	Puntaje
Menos de 1000	3
Entre 1001 y 2500	5

Entre 2501 y 3500	10
Entre 3501 y 5000	15
Más de 5001	25
5.- Impacto ambiental	Puntaje
No origina ningún impacto ambiental	0
Contaminación ambiental baja, el impacto se manifiesta en un espacio reducido dentro de los límites de la planta	5
Contaminación ambiental moderada, no rebasa los límites de la planta	10
Contaminación ambiental alta, incumpliendo las normas de medio ambiente	25
6.- Impacto en salud y seguridad personal	Puntaje
No ocasiona problemas en la salud ni genera lesiones a los colaboradores	0
Puede ocasionar lesiones o heridas leves no incapacitantes	5
Puede ocasionar lesiones o heridas levemente graves con incapacidad temporal entre 1 a 30 días	10
Puede ocasionar lesiones con incapacidad superior a los 30 días o incapacidad parcialmente temporal	25

Fuente: Renovetec.

Tabla 70. Puntuaciones estándar para evaluación de criticidad.

Matriz de criticidad PEP						
Frecuencia	5					
	4					
	3					
	2					
	1					
Impacto Total	0-49	50-85	86-124	125-159	160-190	

Fuente: Renovetec.

Tabla 71. Leyenda de tonalidad para evaluación de criticidad.


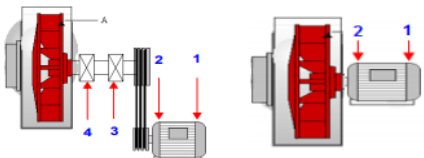
	Criticidad baja	0 - 50
--	-----------------	--------

■	Criticidad media	51 - 100
■	Criticidad Alta	101 - 150

Fuente: Renovetec.

Anexo 11. Registro de mantenimiento de equipo rotativo por subcontratista.


Tabla 72. Ficha de registro de datos de monitoreo predictivo de una tercerizadora.

Ficha de registro de datos de monitoreo predictivo										
	Departamento de Mantenimiento						Proceso:	Harina de Pescado		
	Vibración Total : mm/s						Equipo:	Equipos Vibracionales		
	Fecha de Medición: 16/03/2019						Planificador :			
							Ramón Querevalu Mendoza			
PTO.	Equipo	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Potencia	Prensa Doble Tornillo	Secador Rotadisk	Secador Rotatubos	Electrobomba/Succión de sanguaza	Cocedora de Pedestal	Separadora Industrial	Bomba Centrifuga	Molino de Martillos	Transportador helicoidal
	Marca	15 Kw (20 HP)	11 Kw (15 HP)	13 Kw	10 HP	12 HP	3,7 Kw (5 HP)	5 HP	3,7 Kw (5 HP)	3,7 Kw (5 HP)
	Velocidad (RPM)	Ac - Motoren	WEG	Ac - Motoren	BALDOR	SIEMENS	WEG	PEDROLLO	WEG	WEG
		3535 RPM	2525 RPM	1752 RPM	2800 RPM	3050 RPM	3485 RPM	1820 RPM	3485 RPM	3485 RPM
1	V	7,98	8,72	2,50	4,70	3,45	6,50	1,52	3,80	2,16
	H	12,70	14,92	2,82	6,21	1,78	8,00	0,9	3,80	2,54
	A	19,50	21,45	3,70	1,90	8,19	11,00	3,5	2,20	1,90
	T°	31°C	48°C	42°C	36°C	28°C	41°C	40°C	32°C	45°C
2	V	57,00	51,90	15,50	3,10	12,90	7,25	4,95	2,70	3,10
	H	32,58	29,50	8,30	2,90	9,10	11,90	10,82	1,90	4,50
	A	18,90	15,80	2,2	2,50	4,25	5,29	6,90	2,30	2,80
	T°	65°C	62,50°C	50°C	42°C	38°C	46°C	38°C	40°C	50°C
3	V	48,00	38,90	9,24	3,80		11,20			
	H	35,80	29,50	5,80	4,90		15,90			
	A	17,40	15,48	7,40	15,50		19,00			
	T°	63°C	60°C	54°C	42°C		48°C			
4	V	36,30	28,50	6,30	3,90					
	H	25,20	19,00	5,20	4,50					
	A	11,50	9,50	11,50	11,20					
	T°	55°C	48°C	50°C	47,50°C					

Fuente: Área de mantenimiento de COPEINCA S.A.C.

Anexo 12. Registro de costos de mantenimiento inicial COPEINCA S.A.C.


Tabla 73. Registro de costo de Mantenimiento de los equipos rotativo de las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA SAC. 2019 – 1.

	Costo de mantenimiento 2019-I				Pag. 1/3	
Ubicac. técnica	Denominación	Equipo	Denominación	Texto breve	Gsts. Estimados S/.	Total Gen. S/.
Peru-chi-pcbrn-aa-01	Abastecimiento de agua dura	20008904	Motobba diésel de agua rio n°1	Reparación general de motor lister tr2	1,280.00	2,460.00
Peru-chi-pcbrn-aa-01	Abastecimiento de agua dura		Motobba diésel de agua rio n°0	Elimin. Fuga agua de rio tub. A plant	650,01	1,001.00
Peru-chi-pcbrn-ch-01	Prensa de doble tornillo	20009715	Mot.diesel estacion.nort chata	Mantto mot.diesel chata l.norte	1.037,88	1,489.50
Peru-chi-pcbrn-ch-01	Prensa de doble tornillo	20009736	Mot. Diésel estacion.sur chata	Mantto mot.diesel chata l. Sur	1,500.00	2,000.00
Peru-chi-pcbrn-cp-01	Secador	20008399	Secador n°1	Mantto secador n°1	13,820.70	14,820.70
Peru-chi-pcbrn-cp-01	Secador	20008401	Secador n°2	Mantto secador n°2	21,641.00	23,050.00
Peru-chi-pcbrn-ac-01	Compresión de aire	20008822	Tanque compresor de aire - pac	Instalacion val.seguridad tk. Aire	1.200,00	1,450.00
Peru-chi-pcbrn-tl-02	Concentradoras	20008571	Centrifuga n°5	Mantto centrifuga n°5	8,940.00	10,120.00
Peru-chi-pcbrn-tl-02	Concentradoras	20008568	Centrifuga n°2	Mantto centrifuga n°2	12,300.00	14,050.00
Peru-chi-pcbrn-me-05	Ensacado	20008527	Maquina cocedora pedestal ens.n°1	Mantto maq.cocedora ped ens.n°1	1,100.00	1,650.00
Peru-chi-pcbrn-pv-02	Secador rotatubos	20008644	Secador rotatubos n°1	Mantto caldero n° 6	14,520.00	15,000.00
Peru-chi-pcbrn-se-02	Homogenización	20008435	Secador rotadisco n°1	Mantto acoplamiento s- rotadisco n°1	18,420.00	19,640.00
Peru-chi-pcbrn-se-02	Homogenización	20008432	Thh-n°25 colec. Rotad.1,2,3y4	Visualización de amperaje de th colector	2.500,00	2,890.00
Peru-chi-pcbrn-me-02	Molienda seca	20008488	Molino seco n°1	Mantto molino seco n°1- camb.martillos	4,890.00	5,380.00
Peru-chi-pcbrn-me-02	Molienda seca		Pintura-molinos	Mantto de pintura-molinos	1.500,00	1,650.00
Peru-chi-pcbrn-cp-03	Prensado	20008413	Prensa n°5	Mantto de prensa n°5	11,759.00	12,100.00
Peru-chi-pcbrn-cp-03	Prensado	20008412	Prensa n°4	Mantto prensa n°4	10,749.00	11,229.00
Peru-chi-pcbrn-rs-04	Recuperación de solidos	20008767	Bomba agua clarificada	Instalación motor bba clarificada	2.000,00	200.00
Peru-chi-pcbrn-rs-04	Recuperación de solidos	20009850	Equip.aire acondi.t.control decan. N°3	Mantto s.climatizacion hiller n°3	23.700,00	23,700.00

Peru-chi-pcbrn-rs-04	Recuperación de solidos	20009840	Equip.aire acondi.t.control decan. N°1	Mantto s.climatizacion hiller n°1	14.700,00	14,700.00
----------------------	-------------------------	----------	--	-----------------------------------	-----------	-----------

Fuente: Área de mantenimiento de COPEINCA S.A.C.


Tabla 74. Costo de Mantenimiento de los equipos rotativo de las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA SAC. 2019 – I.

	Costo de mantenimiento 2019-I				Pag. 2/3	
Ubicac. técnica	Denominación	Equipo	Denominación	Texto breve	Gsts. Estimados S/.	Tota Gen. S/.
Peru-chi-pcbrn-se	Secado y enfriamiento		En enfriadores	Pintado en enfriadores	1.500,00	2,400.00
Peru-chi-pcbrn-tl-01	Separadoras	20008561	Separadora solidos n°2	Mantto separadora solidos n°2	800,00	940.00
Peru-chi-pcbrn-tl-01	Separadoras	20008558	Thh""a"" colect.sol.separadoras n°1-5	Mantto thh""a"" colect.sol.separadoras	600,00	840.00
Peru-chi-pcbrn-pc-01	Unidad de evaporación		Por muestra grupo electraux.unidad	Instalacion p/muestra pac	1.500,00	1,840.00
Peru-chi-pcbrn-pc-01	Unidad de evaporación	20009385	Bomba vacio pac n°2	Implementación de sist. Recirculación bo	320,00	294.00
Peru-chi-pcbrn-pc-01	Unidad de evaporación	20009373	Bomba vacio pac n°1	Implementación de sist. Recirculación bo	320,00	302.00
Peru-chi-pcbrn-pc-01	Unidad de evaporación	20009393	Bomba vacio pac n°3	Implementación de sist. Recirculación bo	320,00	318.50
Peru-chi-pcbrn-tl-04	Tratamiento de aceite	20008589	Centrifuga pulidora n°1	Mantto centrifuga pulidora n°1	2.000,00	2,000.00
Peru-chi-pcbrn-pv-01	Tratamiento de agua		Motor diesel grupo electr. Aux.tratamiento	Mantto mot.diesel - tratamiento de agua	1.700,00	1,580.00
Peru-chi-pcbrn-rs-05	Tratamiento de espuma y sanguaza	20008784	Centrifuga n°4 pama	Mantto centrifuga n°4 pama	6.000,00	6,180.00
Peru-chi-pcbrn-rs-05	Tratamiento de espuma y sanguaza	20008772	Tk coagulador de espuma recup.	Mantto y inst. Intercam. Calor-pama	5.000,00	5,423.50
Peru-chi-pcbrn-rs-02	Tratamiento fisico	20009560	Tablero de control sistema daf	Mantto muestreador sist. Daf	1.000,00	1,124.00
Peru-chi-pcbrn-rs-03	Tratamiento quimico		Línea tratamiento quimicolacion.iienequimquimico h tratamiento	Instalacion linea prod. Quimico hiller	4.000,00	4,085.20
Peru-chi-pcbrn-rs-03	Tratamiento quimico	20008734	Medidor de solidos de efluentes	Mantto medidor de solidos - efluentes	550,00	545.20

Peru-chi-pcbr-rs-03	Tratamiento químico		Línea tratamiento químico. Línea condensadora agua condensado - h tratamiento	Instal. Línea agua condensado-hiller	1.000,00	1,008.00
Peru-chi-pcbr-pc-01	Unidad de evaporación	20008602	Electrobomba agua refriger. sell. pac n°1-3	Mantto de electrobomba de refriger. Pac	1.200,00	1,200.00

Fuente: Área de mantenimiento de COPEINCA S.A.C.

Tabla 75. Costo de Mantenimiento de los equipos rotativo de las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA SAC. 2019 – 1.


	Costo de mantenimiento 2019-I				Pag. 3/3	
Ubicac. técnica	Denominación	Equipo	Denominación	Texto breve	Gsts. Estimados S/.	Tota Gen. S/.
Peru-chi-pcbr-pc-01	Unidad de evaporación	20008601	Planta de agua de cola n°3	Mantto y deriv. Ducto vahos pac n°3	11.000,00	13,540.00
Peru-chi-pcbr-pc-01	Unidad de evaporación	20008601	Planta de agua de cola n°3	Conf. Plataforma damper vahos pac 3	3.500,00	3,220.00
Peru-chi-pcbr-pc-01	Unidad de evaporación		Por muestra grupo electraux.unidad	Instalacion p/muestra pac	1.500,00	1,500.00
Peru-chi-pcbr-pc-01	Unidad de evaporación	20009385	Bomba vacio pac n°2	Implementación de sist. Recirculación bo	320,00	320.00
Peru-chi-pcbr-pc-01	Unidad de evaporación	20009373	Bomba vacio pac n°1	Implementación de sist. Recirculación bo	320,00	289.00
Peru-chi-pcbr-pc-01	Unidad de evaporación	20009393	Bomba vacio pac n°3	Implementación de sist. Recirculación bo	320,00	320.00
Peru-chi-pcbr-rs-06	Efluentes y emisiones		Esuentesciccionn.emisor efluentes	Inspeccion submarina de emisor	1.588,01	1.588,02
Peru-chi-pcbr-rs-06	Efluentes y emisiones		Y.inst. Esuentescicion.línea de succion tk.apro efluentes	Mantto y inst. Línea de succion tk.apro	4.000,00	12.533,25
Peru-chi-pcbr-rs-06	Efluentes y emisiones		Filtro y emisionccu.tieseeffiltro - línea efluente efluentes	Confec. Filtro - línea efluentes apro	9.200,00	10.017,98
Peru-chi-pcbr-rs-04	Recuperación de sólidos	20008767	Bomba agua clarificada	Instalacion motor bba clarificada	2.000,00	4.354,84
Peru-chi-pcbr-rs-04	Recuperación de sólidos	20009850	Equip.aire acondi.t.control decan. N°3	Mantto s.climatizacion hiller n°3	23.700,00	23450,83

Peru-chi-pcbn-rs-04	Recuperación de solidos	20009840	Equip.aire acondi.t.control decan. Nº1	Mantto s.climatizacion hiller nº1	14.700,00	14.700,01
Total de costos estimados						s/. 201,413.00

Fuente: Área de mantenimiento de COPEINCA S.A.C.

Anexo 13. Costo de mantenimiento correctivo inicial.


Tabla 76. Costo de mantenimiento correctivo inicial de los equipos rotativos de las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

		Costos de mantenimiento correctivo - COPEINCA S.A.C						
		N° de fallas	Horas totales	N° trabajadores	Costo H.H S/.	Costo M.O S/.	Costo unit. Repuesto S/.	Costo total repuesto S/.
Enfriador Industrial	3	32	5	15.00	2400.00	10700.00	32100.00	34500.00
Ventilador Centrifugo	3	25	5	15.00	1875.00	8900.00	26700.00	28575.00
Prensa Doble Tornillo	3	42	5	15.00	3150.00	9700.00	29100.00	32250.00
Secador Rotadisk	3	32	5	15.00	2400.00	9750.00	29250.00	31650.00
Hidrolavadora	2	17	5	15.00	1275.00	4800.00	9600.00	10875.00
Separadora de solidos	2	18	5	15.00	1350.00	2900.00	5800.00	7150.00
Cocedora de pedestal	2	14	5	15.00	1050.00	9837.00	19674.00	20724.00
Sepador Industrial	2	20	5	15.00	0.00	7900.00	15800.00	15800.00
Eliminador de humedad en aire comprimido	1	9	5	15.00	675.00	4700.00	4700.00	5375.00
Evaporador de residuos	1	9	5	15.00	675.00	3749.00	3749.00	4424.00
Generador de micro - burbujas	1	4	5	15.00	300.00	4848.00	4848.00	5148.00
Reductor Cicloidal	1	8	5	15.00	600.00	1742.00	1742.00	2342.00
Bomba centrifuga	1	8	5	15.00	600.00	950.00	950.00	1550.00
Electrobomba	1	10	5	15.00	750.00	300.00	300.00	1050.00
TOTAL	26	248						S/. 201413.00

Fuente: Área de mantenimiento de COPEINCA S.A.C.

Anexo 14. Costo total correctivo causados por fallas de motores entre las plantas de harina de pescado y agua de colas COPEINCA S.A.C.

Tabla 77. *Representación de las fallas de equipos rotativos vibraciones en costos correctivos en las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.*

	Costos correctivos totales COPEINCA 2019 - I	
	Porcentaje (%)	Costo (S/.)
Fallas por motores	31.80	201413.00
Otras fallas	68.20	633374.21
Total	100.00	834787.21

Fuente: Área de mantenimiento de COPEINCA S.A.C.

Anexo 15. Costo de mantenimiento preventivo inicial.

Tabla 78. Costo de mantenimiento preventivo inicial de los equipos rotativos en las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

	Costos de mantenimiento preventivo - COPEINCA S.A.C						
	Enero S/.	Febrero S/.	Marzo S/.	Abril S/.	Mayo S/.	Junio S/.	Total S/.
Maquinas							
Enfriador Industrial	2100.00		2050.00		1980.00		6130.00
Ventilador Centrifugo		1450.00		1450.00		1450.00	4350.00
Prensa Doble Tornillo	1300.00				2150.00		3450.00
Secador Rotadisk			1258.70				1258.70
Hidrolavadora		1050.00		1050.00			2100.00
Separadora de solidos	2100.00		2050.00		1980.00		6130.00
Cocedora de pedestal		1450.00		1450.00		1450.00	4350.00
Sepador Industrial	1300.00				2150.00		3450.00
Eliminador de humedad en aire comprimido			1258.70				1258.70
Evaporador de residuos		1050.00		1050.00			2100.00
Generador de micro - burbujas	1300.00				2150.00		3450.00
Reductor Cicloidal			1258.70				1258.70
Bomba centrifuga		1050.00		1050.00			2100.00
Electrobomba			1800.00			2050.00	3850.00
TOTAL	8100.00	6050.00	9676.10	6050.00	10410.00	4950.00	S/. 75,283.50

Fuente: Área de mantenimiento de COPEINCA S.A.C.

Anexo 16. Registro de capacitaciones.


		Registro de capacitación COPEINCA S.A.C.			
Tema		Modulo I: Capacitación para análisis vibracional.			
Fecha		06/08/19			
Nombre del capacitador		Ing. Omar Justino			
Nº horas		8			
Nº	Apellidos y nombres de los capacitados	Nº DNI	Área	Firma	Observaciones
1	Solorzano Quiroz Edu.	45189488	Mantenimiento		
2	Manya Rosa Joel	62029194	Mantenimiento		
3	Velozquez Rodriguez Pofsi.	40624965	Mantenimiento		
4	Solis Maya Edgar	48098541	Mantenimiento		
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
Responsables del registro					
Nombre:		Cargo:	Fecha:	Firma:	

Figura 11. Registro de capacitación del 06 de agosto del presente.

Fuente: Elaboración propia y área de mantenimiento de COPEINCA S.A.C.

COPEINCA		Registro de capacitación COPEINCA S.A.C.			
Tema		Modulo I: Analisis Vibracional.			
Fecha		13/08/19			
Nombre del capacitador		Ing. Omar Justiniano			
N° horas		8			
N°	Apellidos y nombres de los capacitados	N° DNI	Área	Firma	Observaciones
1	Velazquez Fabrice R.	40624962	Mantenimiento		
2	Salazar Quimiri Edua	45629487	Mantenimiento		
3	Salas Mayra Edgar	42028541	Mantenimiento		
4	Manya Razo Joel	62854194	Mantenimiento		
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
Responsables del registro					
Nombre:		Cargo:	Fecha:	Firma:	

Figura 12. Registro de capacitación del 13 de agosto del presente.

Fuente: Elaboración propia y área de mantenimiento de COPEINCA S.A.C.

COPEINCA		Registro de capacitación COPEINCA S.A.C.			
Tema		Modulo 1 : Analisis Vibroacustico			
Fecha		20 / 08 / 19			
Nombre del capacitador		Ing. Omar Justiniano			
N° horas		2			
N°	Apellidos y nombres de los capacitados	N° DNI	Área	Firma	Observaciones
1	Martínez Joel	62084494	Mantenimiento		
2	Salazar Genaro Edwin	45629420	Mantenimiento		
3	Solis Mateo Edgar	48228541	Mantenimiento		
4	Velasquez Rodriguez Rf.	4624965	Mantenimiento		
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
Responsables del registro					
Nombre:		Cargo:		Fecha:	Firma:

Figura 13. Registro de capacitación del 20 de agosto del presente.

Fuente: Elaboración propia y área de mantenimiento de COPEINCA S.A.C.

COPEINCA		Registro de capacitación COPEINCA S.A.C.			
Tema		Módulo II: Análisis Vibracional.			
Fecha		27 / 08 / 19			
Nombre del capacitador		Ing. Omer Testiniano			
N° horas		8			
N°	Apellidos y nombres de los capacitados	N° DNI	Área	Firma	Observaciones
1	Schwarz Quenae Ediv	45688487	Mantenimiento		
2	Velazquez Rodriguez Pab.	40624965	Mantenimiento		
3	Solis Mayra Edgoy	48028541	Mantenimiento		
4	Mayra Pozo Joel	69784994	Mantenimiento		
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
Responsables del registro					
Nombre: CamScanner		Cargo:		Fecha:	Firma:

Figura 14. Registro de capacitación del 27 de agosto del presente.

Fuente: Elaboración propia y área de mantenimiento de COPEINCA S.A.C.

COPEINCA		Registro de capacitación COPEINCA S.A.C.			
Tema		Módulo II : Analisis Vibracional			
Fecha		04 / 07 / 19			
Nombre del capacitador		Ing. Omar Justiniano			
N° horas		8			
N°	Apellidos y nombres de los capacitados	N° DNI	Área	Firma	Observaciones
1	Velasquez Rodriguez Rafel	40024965	Mantenimiento		
2	Solis Mayo Eddy	48208544	Mantenimiento		
3	Solano Quispe Edwin	45689478	Mantenimiento		
4	Manya Pozo Joel	62704494	Mantenimiento		
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
Responsables del registro					
Nombre:		Cargo:	Fecha:	Firma:	

Figura 15. Registro de capacitación del 04 de setiembre del presente.

Fuente: Elaboración propia y área de mantenimiento de COPEINCA S.A.C.

Anexo 17. Clasificación de equipos rotativos.

Tabla 79. Agrupación de equipos rotativos según su potencia.

Clase	Descripción
Clase I	Equipos rotativos hasta 15 kw
Clase II	Equipos entre 15 a 75 kw o 300 Kw con cimentación especial
Clase II	Equipos grandes, por encima de 75 kw con cimentación rígida o de 300 kw con cimentación especial
Clase IV	Turbo maquinas (equipos con RPM velocidades críticas)

Fuente: ISO 2372 Norma de evaluación de la vibración mecánica.


Tabla 80. Parámetros aceptables de vibraciones.

Rango de velocidad (mm/s)	Tipos de máquinas			
	Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV
0.183 a 0.28	Buena			
0.28 a 0.45				
0.45 a 0.71				
0.71 a 1.12	Buena			Buena
1.12 a 1.8	Buena			
1.8 a 2.8	Buena		Buena	Buena
2.8 a 4.5	Buena			
4.5 a 7.1	Buena		Buena	Buena
7.1 a 11.2	Buena			
11.2 a 18	Buena			Buena
18 a 28	Buena			
	Buena	Buena	Buena	Insatisfactoria
	Satisfactoria	Satisfactoria	Satisfactoria	Inaceptable

Fuente: ISO 2372 Norma de evaluación de la vibración mecánica.

Anexo 18. Identificación de las clases de los equipos rotativos.


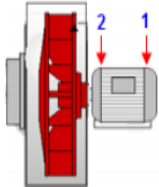
Tabla 81. Identificación de las clases según su potencia de los equipos rotativos de las plantas de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA SAC.

 Equipo	Potencia (KW)	Clases			
		Clase I KW<15	Clase II 15<KW>75	Clase III 75<KW>300	Clase IV Turbo máquinas
Enfriador Industrial	15		X		
Ventilador Centrifugo	7.5	X			
Prensa Doble Tornillo	15		X		
Secador Rotadisk	75			X	
Hidrolavadora	15		X		
Separadora de solidos	15		X		
Cocedora de pedestal	0.5	X			
Sepador Industrial	15		X		
Eliminador de humedad en aire comprimido	10	X			
Evaporador de residuos	12	X			
Generador de micro - burbujas	5	X			
Reductor Cicloidal	15		X		
Bomba centrifuga	3	X			
Electrobomba	3	X			

Fuente: Anexos 9 y 17.

Anexo 19. Plan de mantenimiento predictivo.


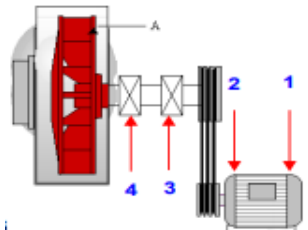
Tabla 82. Plan de mantenimiento predictivo del Enfriador Industrial.

Plan de mantenimiento de la empresa COPEINCA S.A.C.																				
	Gerencia de mantenimiento COPEINCA										Fecha de elaboración		15/08/2019							
	Área: planta de harina de pescado																			
Equipo servicio				Meses	Septiembre			Octubre			Noviembre			% cumplimiento						
Equipo	Punto de análisis	Marca	Modelo		Semanas															
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
Enfriador industrial		M &e technology	Sp-08asz	P1	█		█		█		█		█		█					
				P2	█		█		█		█		█		█		█			
				P3	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
				P4	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Componentes	Punto de análisis	Frecuencia		Descripción de la operación										Duración						
Rodamiento skf	Punto 1	2 semanas		Determinar la severidad de la vibración en la maquinaria conociendo el valor de la										45 min						
Eje rotor		2 semanas												45 min						
Estator		2 semanas												45 min						

Rodamiento skf	Punto 2	2 semanas	velocidad de vibración a la cual se ve expuesta la maquinaria.	45 min
Eje rotor		2 semanas		45 min
Estator		2 semanas		45 min

Fuente: Anexo 9 y 10.


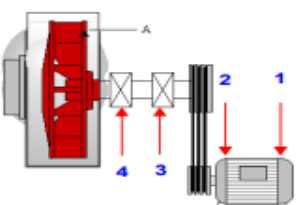
Tabla 83. Plan de mantenimiento predictivo del Ventilador Centrífugo.

Plan de mantenimiento de la empresa COPEINCA S.A.C.																			
		Gerencia de mantenimiento COPEINCA					Fecha de elaboración				15/08/2019								
		Área: planta de harina de pescado																	
Equipo servicio				Meses	Septiembre			Octubre			Noviembre			% cumplimiento					
Equipo	Punto de análisis	Marca	Modelo		1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13	
Ventilador centrífugo		Rey león	Lkqs	P1	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█					
				P2	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█				
				P3	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
				P4	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
Componentes	Punto de análisis	Frecuencia	Descripción de la operación												Duración				

Rodamiento skf	Punto 1	2 semanas	Determinar la severidad de la vibración en el motor conociendo el valor de la velocidad de vibración a la cual se ve expuesta la maquinaria.	45 min
Eje rotor		2 semanas		45 min
Estator		2 semanas		45 min
Rodamiento skf	Punto 2	2 semanas		45 min
Eje rotor		2 semanas		45 min
Estator		2 semanas		45 min
Chumacera	Punto 3	2 semanas	Determinar la severidad de la vibración en el eje conducido conociendo el valor de la velocidad de vibración a la cual se ve expuesta la maquinaria.	30 min
Eje conducido		2 semanas		30 min
Rodamiento skf		2 semanas		30 min
Chumacera	Punto 4	2 semanas		30 min
Eje conducido		2 semanas		30 min
Rodamiento skf		2 semanas		30 min

Fuente: Anexo 9 y 10.


Tabla 84. Plan de mantenimiento predictivo de la Prensa Doble Tornillo.

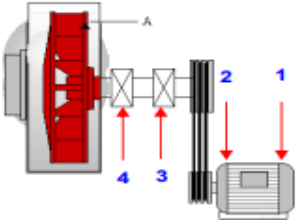
Plan de mantenimiento de la empresa COPEINCA S.A.C.																	
	Gerencia de mantenimiento COPEINCA										Fecha de elaboración		15/08/2019				
	Área: planta de harina de pescado																
Equipo servicio				Meses	Septiembre			Octubre			Noviembre			% cumplimiento			
Equipo	Punto de análisis	Marca	Modelo		Semanas												
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Prensa doble tornillo		Stord	Ms49-f	P1													
				P2													

				P3							
				P4							
Componentes	Punto de análisis	Frecuencia	Descripción de la operación								Duración
Rodamiento	Punto 1	2 semanas	Determinar la severidad de la vibración en el motor conociendo el valor de la velocidad de vibración a la cual se ve expuesta la maquinaria.								45 min
Eje rotor		2 semanas									45 min
Estator		2 semanas									45 min
Rodamiento	Punto 2	2 semanas									45 min
Eje rotor		2 semanas									45 min
Estator		2 semanas									45 min
Chumacera	Punto 3	2 semanas	Determinar la severidad de la vibración en el eje conducido conociendo el valor de la velocidad de vibración a la cual se ve expuesta la maquinaria.								30 min
Eje conducido		2 semanas									30 min
Rodamiento skf		2 semanas									30 min
Chumacera	Punto 4	2 semanas									30 min
Eje conducido		2 semanas									30 min
Rodamiento skf		2 semanas									30 min

Fuente: Anexo 9 y 10.

Tabla 85. Plan de mantenimiento predictivo del Secador Rotadisk.


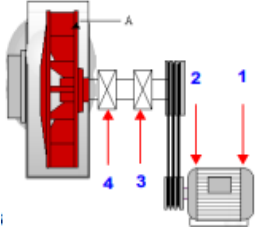
Plan de mantenimiento de la empresa COPEINCA S.A.C.																	
	Gerencia de mantenimiento COPEINCA						Fecha de elaboración						15/08/2019				
	Área: planta de harina de pescado																
Equipo servicio				Meses	Septiembre			Octubre			Noviembre			% cumplimiento			
Equipo	Punto de análisis	Marca	Modelo		Semanas												
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

Secador rotadisk		Atlas-stord	3522-18	P1	█	█	█	█	█	█	
				P2	█	█	█	█	█	█	
				P3	█	█	█	█	█	█	
				P4	█	█	█	█	█	█	
				Componentes	Punto de análisis	Frecuencia	Descripción de la operación				
Rodamiento	Punto 1	2 semanas	Determinar la severidad de la vibración en el motor conociendo el valor de la velocidad de vibración a la cual se ve expuesta la maquinaria.						45 min		
Eje rotor		2 semanas							45 min		
Estatore		2 semanas							45 min		
Rodamiento	Punto 2	2 semanas							45 min		
Eje rotor		2 semanas							45 min		
Estatore		2 semanas							45 min		
Chumacera	Punto 3	2 semanas	Determinar la severidad de la vibración en el eje conducido conociendo el valor de la velocidad de vibración a la cual se ve expuesta la maquinaria.						30 min		
Acoples		2 semanas							30 min		
Eje conducido		2 semanas							30 min		
Rodamiento skf		2 semanas							30 min		
Chumacera	Punto 4	2 semanas							30 min		
Acoples		2 semanas							30 min		
Eje conducido		2 semanas							30 min		
Rodamiento skf		2 semanas							30 min		

Fuente: Anexo 9 y 10.


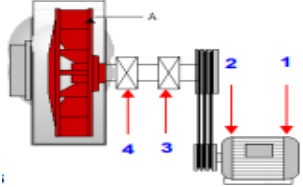
Tabla 86. Plan de mantenimiento predictivo de la Hidrolavadora.

Plan de mantenimiento de la empresa COPEINCA S.A.C.

	Gerencia de mantenimiento COPEINCA																	
	Área: planta de harina de pescado								Fecha de elaboración					15/08/2019				
Equipo servicio				Meses	Septiembre			Octubre				Noviembre				% cumplimiento		
Equipo	Punto de análisis	Marca	Modelo		Semanas													
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Hidrolavadora 				P1														
				P2														
				P3														
				P4														
Componentes	Punto de análisis	Frecuencia		Descripción de la operación													Duración	
Rodamiento	Punto 1	4 semanas		Determinar la severidad de la vibración en el motor conociendo el valor de la velocidad de vibración a la cual se ve expuesta la maquinaria.													45 min	
Eje rotor		4 semanas															45 min	
Estator		4 semanas															45 min	
Rodamiento	Punto 2	4 semanas															45 min	
Eje rotor		4 semanas															45 min	
Estator		4 semanas															45 min	

Fuente: Anexo 9 y 10.


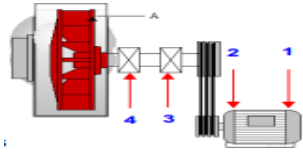
Tabla 87. Plan de mantenimiento predictivo del separador de sólidos.

Plan de mantenimiento de la empresa COPEINCA S.A.C.																			
		Gerencia de mantenimiento COPEINCA			Área: planta de harina de pescado														
					Fecha de elaboración					15/08/2019									
Equipo servicio				Meses	% cumplimiento														
Equipo	Punto de análisis	Marca	Modelo		Semanas														
				Septiembre	Octubre				Noviembre										
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
Separador de solidos		Sharpies	P3400c	P1															
				P2															
				P3															
				P4															
Componentes	Punto de análisis	Frecuencia		Descripción de la operación										Duración					
Rodamiento	Punto 1	4 semanas		Determinar la severidad de la vibración en el motor conociendo el valor de la velocidad de vibración a la cual se ve expuesta la maquinaria.										45 min					
Eje rotor		4 semanas												45 min					
Estator		4 semanas												45 min					
Rodamiento	Punto 2	4 semanas		Determinar la severidad de la vibración en el motor conociendo el valor de la velocidad de vibración a la cual se ve expuesta la maquinaria.										45 min					
Eje rotor		4 semanas												45 min					

Estator		4 semanas		45 min
Chumacera	Punto 3	4 semanas	Determinar la severidad de la vibración en el eje conducido conociendo el valor de la velocidad de vibración a la cual se ve expuesta la maquinaria.	30 min
Acoples		4 semanas		30 min
Eje conducido		4 semanas		30 min
Rodamiento skf		4 semanas		30 min
Chumacera		4 semanas		30 min
Acoples	Punto 4	4 semanas		30 min
Eje conducido		4 semanas		30 min
Rodamiento skf		4 semanas		30 min
		4 semanas		30 min

Fuente: Anexo 9 y 10.


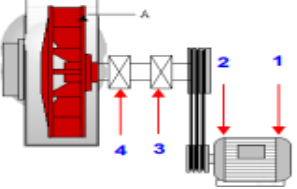
Tabla 88. Plan de mantenimiento predictivo de la Cocedora Pedestal.

Plan de mantenimiento de la empresa COPEINCA S.A.C.																				
		Gerencia de mantenimiento COPEINCA			Área: planta de harina de pescado															
					Fecha de elaboración					15/08/2019										
Equipo servicio				Meses	Semanas													% cumplimiento		
Equipo	Punto de análisis	Marca	Modelo		Septiembre				Octubre				Noviembre							
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13				
Cocedora de pedestal		Victor	Vtpe	P1																
				P2																
				P3																
				P4																

Componentes	Punto de análisis	Frecuencia	Descripción de la operación	Duración
Rodamiento	Punto 1	4 semanas	Determinar la severidad de la vibración en el motor conociendo el valor de la velocidad de vibración a la cual se ve expuesta la maquinaria.	45 min
Eje rotor		4 semanas		45 min
Estator		4 semanas		45 min
Rodamiento	Punto 2	4 semanas		45 min
Eje rotor		4 semanas		45 min
Estator		4 semanas		45 min
Chumacera	Punto 3	4 semanas	Determinar la severidad de la vibración en el eje conducido conociendo el valor de la velocidad de vibración a la cual se ve expuesta la maquinaria.	30 min
Acoples		4 semanas		30 min
Eje conducido		4 semanas		30 min
Rodamiento skf	Punto 4	4 semanas		30 min
Chumacera		4 semanas		30 min
Acoples		4 semanas		30 min
Eje conducido		4 semanas	30 min	
Rodamiento skf		4 semanas	30 min	


Fuente: Anexo 9 y 10.

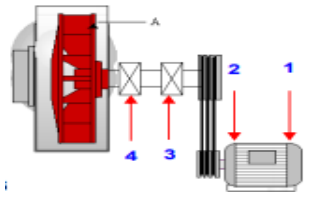
Tabla 89. Plan de mantenimiento predictivo del Separador de dos Tiempos.

Plan de mantenimiento de la empresa COPEINCA S.A.C.																		
	Gerencia de mantenimiento COPEINCA										Área: planta de harina de pescado							
											Fecha de elaboración				15/08/2019			
Equipo		Marca	Modelo	Semanas														
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Separador de 2 tiempos				P1														
				P2														

Fuente: Anexo 9 y 10.

Tabla 90. Plan de mantenimiento predictivo del Eliminador de Humedad.


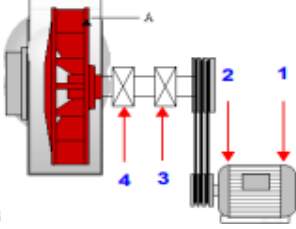
Plan de mantenimiento de la empresa COPEINCA S.A.C.											
	Gerencia de mantenimiento COPEINCA										
	Área: planta de harina de pescado					Fecha de elaboración		15/08/2019			
Equipo servicio				Σ	Septiembre	Octubre	Noviembre	% cumplimiento			

Equipo	Punto de análisis	Marca	Modelo	Semanas																									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13													
Eliminador de humedad				P1																									
				P2																									
				P3																									
				P4																									
Componentes	Punto de análisis	Frecuencia	Descripción de la operación													Duración													
Rodamiento	Punto 1	6 semanas	Determinar la severidad de la vibración en el motor conociendo el valor de la velocidad de vibración a la cual se ve expuesta la maquinaria.													45 min													
Eje rotor		6 semanas														45 min													
Estator		6 semanas														45 min													
Rodamiento	Punto 2	6 semanas														45 min													
Eje rotor		6 semanas														45 min													
Estator		6 semanas														45 min													
Chumacera	Punto 3	6 semanas														Determinar la severidad de la vibración en el eje conducido conociendo el valor de la velocidad de vibración a la cual se ve expuesta la maquinaria.													30 min
Acoples		6 semanas																											30 min
Eje conducido		6 semanas																											30 min
Rodamiento skf	Punto 4	6 semanas																											30 min
Chumacera		6 semanas																											30 min
Acoples		6 semanas																											30 min
Eje conducido	Punto 4	6 semanas	30 min																										
Rodamiento skf		6 semanas	30 min																										

Fuente: Anexo 9 y 10.

Tabla 91. Plan de mantenimiento predictivo del Evaporador de Residuos.


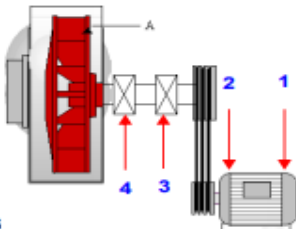
Plan de mantenimiento de la empresa COPEINCA S.A.C.

	Gerencia de mantenimiento COPEINCA					Fecha de elaboración			15/08/2019																		
	Área: planta de harina de pescado																										
Equipo servicio				Meses	Septiembre			Octubre			Noviembre			% cumplimiento													
Equipo	Punto de análisis	Marca	Modelo		Semanas																						
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13										
Evaporador de residuos		Sifang	Nsj-3500	P1																							
				P2																							
				P3																							
				P4																							
Componentes	Punto de análisis	Frecuencia	Descripción de la operación												Duración												
Rodamiento	Punto 1	6 semanas	Determinar la severidad de la vibración en el motor conociendo el valor de la velocidad de vibración a la cual se ve expuesta la maquinaria.												45 min												
Eje rotor		6 semanas													45 min												
Estatore		6 semanas													45 min												
Rodamiento	Punto 2	6 semanas													Determinar la severidad de la vibración en el eje conducido conociendo el valor de la velocidad de vibración a la cual se ve expuesta la maquinaria.												45 min
Eje rotor		6 semanas																									45 min
Estatore		6 semanas																									45 min
Chumacera	Punto 3	6 semanas	Determinar la severidad de la vibración en el eje conducido conociendo el valor de la velocidad de vibración a la cual se ve expuesta la maquinaria.																								30 min
Acoples		6 semanas																									30 min
Eje conducido		6 semanas																									30 min
Rodamiento skf		6 semanas													30 min												
Chumacera	Punto 4	6 semanas													30 min												

Acoples		6 semanas		30 min
Eje conducido		6 semanas		30 min
Rodamiento skf		6 semanas		30 min

Fuente: Anexo 9 y 10.


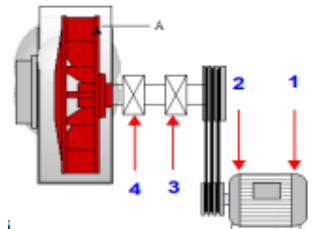
Tabla 92. Plan de mantenimiento predictivo del Generador de Micro burbujas.

Plan de mantenimiento de la empresa COPEINCA S.A.C.																				
		Gerencia de mantenimiento COPEINCA						Fecha de elaboración				15/08/2019								
		Área: planta de harina de pescado																		
Equipo servicio				Meses	Septiembre			Octubre			Noviembre			% cumplimiento						
Equipo	Punto de análisis	Marca	Modelo		1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13		
Generador de micro burbujas		Nikuni	Mbg40n37ce	P1																
				P2																
				P3																
				P4																
Componentes	Punto de análisis	Frecuencia		Descripción de la operación										Duración						
Rodamiento	Punto 1	6 semanas		Determinar la severidad de la vibración en el motor conociendo el valor de la velocidad de vibración a la cual se ve expuesta la maquinaria.										45 min						
Eje rotor		6 semanas												45 min						
Estator		6 semanas												45 min						

Rodamiento	Punto 2	6 semanas	Determinar la severidad de la vibración en el eje conducido conociendo el valor de la velocidad de vibración a la cual se ve expuesta la maquinaria.	45 min
Eje rotor		6 semanas		45 min
Estator		6 semanas		45 min
Chumacera	Punto 3	6 semanas		30 min
Acoples		6 semanas		30 min
Eje conducido		6 semanas		30 min
Rodamiento skf	Punto 4	6 semanas		30 min
Chumacera		6 semanas		30 min
Acoples		6 semanas		30 min
Eje conducido		6 semanas		30 min
Rodamiento skf		6 semanas		30 min

Fuente: Anexo 9 y 10.


Tabla 93. Plan de mantenimiento predictivo del Reductor Cicloidal.

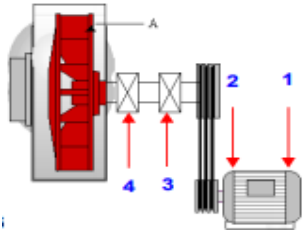
Plan de mantenimiento de la empresa COPEINCA S.A.C.																		
	Gerencia de mantenimiento COPEINCA							Fecha de elaboración										
	Área: planta de harina de pescado							15/08/2019										
Equipo servicio				Meses	Septiembre			Octubre			Noviembre			% cumplimiento				
Equipo	Punto de análisis	Marca	Modelo		Semanas													
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Reductor cicloidal		Nidec-shimpo	3000 di	P1														
				P2														
				P3														

Componentes	Punto de análisis	Frecuencia	Descripción de la operación	Duración			
Rodamiento	Punto 1	6 semanas	Determinar la severidad de la vibración en el motor conociendo el valor de la velocidad de vibración a la cual se ve expuesta la maquinaria.	45 min			
Eje rotor		6 semanas		45 min			
Estator		6 semanas		45 min			
Rodamiento	Punto 2	6 semanas		Determinar la severidad de la vibración en el eje conducido conociendo el valor de la velocidad de vibración a la cual se ve expuesta la maquinaria.	45 min		
Eje rotor		6 semanas			45 min		
Estator		6 semanas			45 min		
Chumacera	Punto 3	6 semanas			Determinar la severidad de la vibración en el eje conducido conociendo el valor de la velocidad de vibración a la cual se ve expuesta la maquinaria.	30 min	
Acoples		6 semanas				30 min	
Eje conducido		6 semanas				30 min	
Rodamiento skf	Punto 4	6 semanas				Determinar la severidad de la vibración en el eje conducido conociendo el valor de la velocidad de vibración a la cual se ve expuesta la maquinaria.	30 min
Chumacera		6 semanas					30 min
Acoples		6 semanas					30 min
Eje conducido		6 semanas	30 min				
Rodamiento skf		6 semanas					30 min

Fuente: Anexo 9 y 10.

Tabla 94. Plan de mantenimiento predictivo de la Bomba Centrífuga.

Plan de mantenimiento de la empresa COPEINCA S.A.C.																	
	Gerencia de mantenimiento COPEINCA										Fecha de elaboración				15/08/2019		
	Área: planta de harina de pescado																
Equipo servicio				Meses	Septiembre			Octubre			Noviembre			% cumplimiento			
Equipo	Punto de análisis	Marca	Modelo		Semanas												
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		Hidrostal	125-250	P1													

Bomba centrifuga				P2																									
				P3																									
				P4																									
Componentes	Punto de análisis	Frecuencia	Descripción de la operación													Duración													
Rodamiento	Punto 1	6 semanas	Determinar la severidad de la vibración en el motor conociendo el valor de la velocidad de vibración a la cual se ve expuesta la maquinaria.													45 min													
Eje rotor		6 semanas																											
Estator		6 semanas																											
Rodamiento	Punto 2	6 semanas																											
Eje rotor		6 semanas																											
Estator		6 semanas																											
Chumacera	Punto 3	6 semanas														Determinar la severidad de la vibración en el eje conducido conociendo el valor de la velocidad de vibración a la cual se ve expuesta la maquinaria.													30 min
Acoples		6 semanas																											
Eje conducido		6 semanas																											
Rodamiento skf		6 semanas																											
Chumacera	Punto 4	6 semanas																											
Acoples		6 semanas																											
Eje conducido		6 semanas																											
Rodamiento skf		6 semanas																											

Fuente: Anexo 9 y 10.

Tabla 95. Plan de mantenimiento predictivo de la Electrobomba.

Plan de mantenimiento de la empresa COPEINCA S.A.C.	
	Gerencia de mantenimiento COPEINCA




Área: planta de harina de pescado	Fecha de elaboración	15/08/2019
-----------------------------------	----------------------	------------

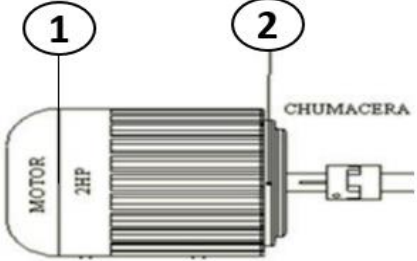
Equipo servicio				Meses	Septiembre			Octubre			Noviembre			% cumplimiento							
Equipo	Punto de análisis	Marca	Modelo		Semanas																
					1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13			
Electrobomba		Barnes	He 1.5 75	P1																	
				P2																	
				P3																	
				P4																	
Componentes	Punto de análisis	Frecuencia		Descripción de la operación													Duración				
Rodamiento	Punto 1	6 semanas		Determinar la severidad de la vibración en el motor conociendo el valor de la velocidad de vibración a la cual se ve expuesta la maquinaria.													45 min				
Eje rotor		6 semanas															45 min				
Estator		6 semanas															45 min				
Rodamiento	Punto 2	6 semanas															45 min				
Eje rotor		6 semanas															45 min				
Estator		6 semanas															45 min				
Chumacera	Punto 3	6 semanas		Determinar la severidad de la vibración en el eje conducido conociendo el valor de la velocidad de vibración a la cual se ve expuesta la maquinaria.													30 min				
Acoples		6 semanas															30 min				
Eje conducido		6 semanas															30 min				
Rodamiento skf	Punto 4	6 semanas															30 min				
Chumacera		6 semanas															30 min				
Acoples		6 semanas															30 min				
Eje conducido		6 semanas															30 min				
Rodamiento skf		6 semanas															30 min				

Fuente: Anexo 9 y 10.

Anexo 20. Análisis vibracional de los equipos rotativos de la planta de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.


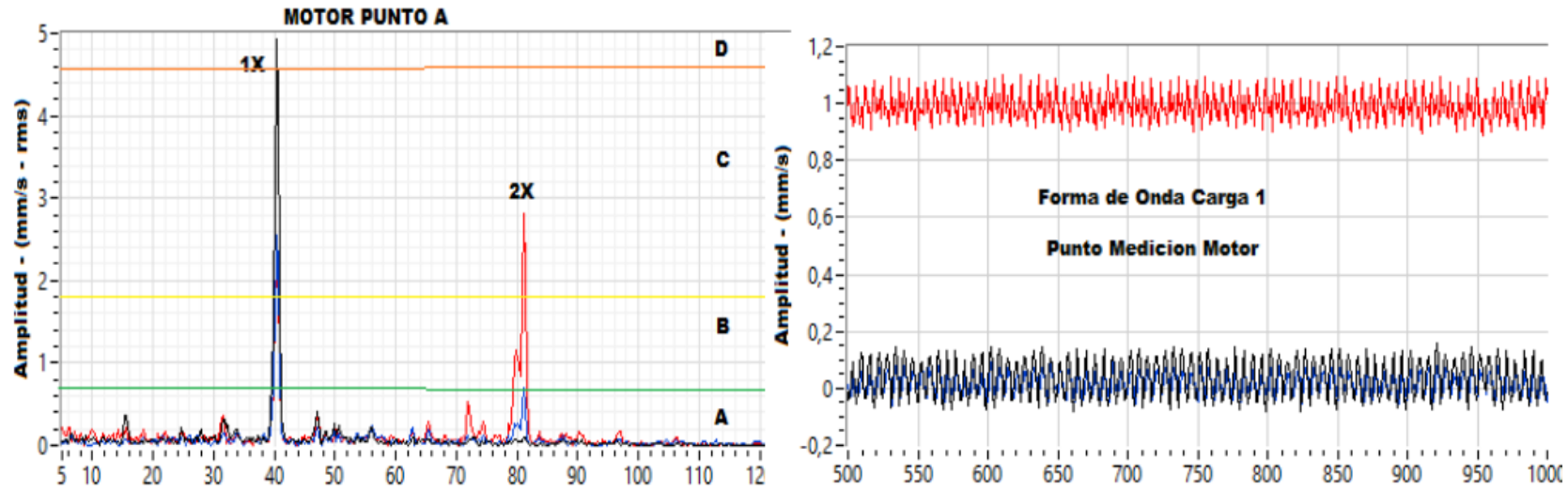
Tabla 96. Informe de análisis vibracional del motor enfriador industrial.

	Gerencia de mantenimiento COPEINCA						
	Enfriador industrial						
Datos informativos							
Realizado por:				Supervisado por:			
Fecha de ejecución: 03/09/2019				Tipo de estudio: adquisición de datos			
Ensayo n°: 01				Lugar: planta de harina de pescado			
Vibraciones en motores eléctricos y chumaceras							
Tipo enlace potencia: acople				Unidad de medición: mm/s, rms			
Frecuencia variador: 60 hz				Software: labview			
Posición sensor: a-b-c				Dirección: rh, rv, ax			
Defecto: desbalance				Rpm motor: 1200			
Esquema máquinas y puntos de medición							
Lecturas de vibración							
Punto de medición				Velocidad (mm/s, rms)	Rpm	Frecuencia espectral	
Motor	1	Y	Rh	4.4	1200	1x	
		Z	Rv	2.97	1200	2x	
		X	Ax	2.8	1200	1x	
	2	Y	Rh	5.04	1200	1x	

		Z	Rv	2.95	1200	2x	
		X	Ax	1.5	1200	1x	


Fuente: Anexo 19 y software labview.

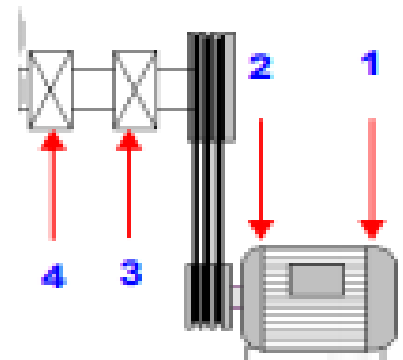
Tabla 97. Espectrograma del comportamiento vibracional del enfriador industrial en el punto 1 y 2.

	Gerencia de mantenimiento COPEINCA	
	Enfriador industrial	
Datos informativos		
Realizado por:	Supervisado por:	
Fecha de ejecución: 03/09/2019	Tipo de estudio: adquisición de datos	
Espectro de vibración		
 <p>MOTOR PUNTO A</p> <p>Amplitud - (mm/s - rms)</p> <p>1X</p> <p>2X</p> <p>D</p> <p>C</p> <p>B</p> <p>A</p> <p>Amplitud - (mm/s)</p> <p>Forma de Onda Carga 1</p> <p>Punto Medicion Motor</p>		

Fuente: Tabla 96.

Tabla 98. Informe de análisis vibracional del ventilador centrifugo.


	Gerencia de mantenimiento COPEINCA					
	Ventilador centrifugo					
Datos informativos						
Realizado por:				Supervisado por:		
Fecha de ejecución: 05/09/2019				Tipo de estudio: adquisición de datos		
Ensayo n°: 02				Lugar: planta de harina de pescado		
Vibraciones en motores eléctricos y chumaceras						
Tipo enlace potencia: acople				Unidad de medición: mm/s, rms		
Frecuencia variador: 60 hz				Software: labview		
Posición sensor: a-b-c				Dirección: rh, rv, ax		
Defecto: desbalance				Rpm motor: 1740		
Esquema máquinas y puntos de medición						
Lecturas de vibración						
Punto de medición			Velocidad (mm/s, rms)	Rpm	Frecuencia espectral	
Motor	1	Y	Rh	2.38	1740	1x
		Z	Rv	4.95	1740	1x
		X	Ax	4.05	1740	1x
	2	Y	Rh	2.38	1740	1x
		Z	Rv	4.95	1740	1x
		X	Ax	4.05	1740	1x
Chumacera 1	3	Y	Rh	5.01	1740	1x
		Z	Rv	4.41	1740	1x
		X	Ax	1.3	1740	1x
Chumacera 2	4	Y	Rh	6.55	1740	1x

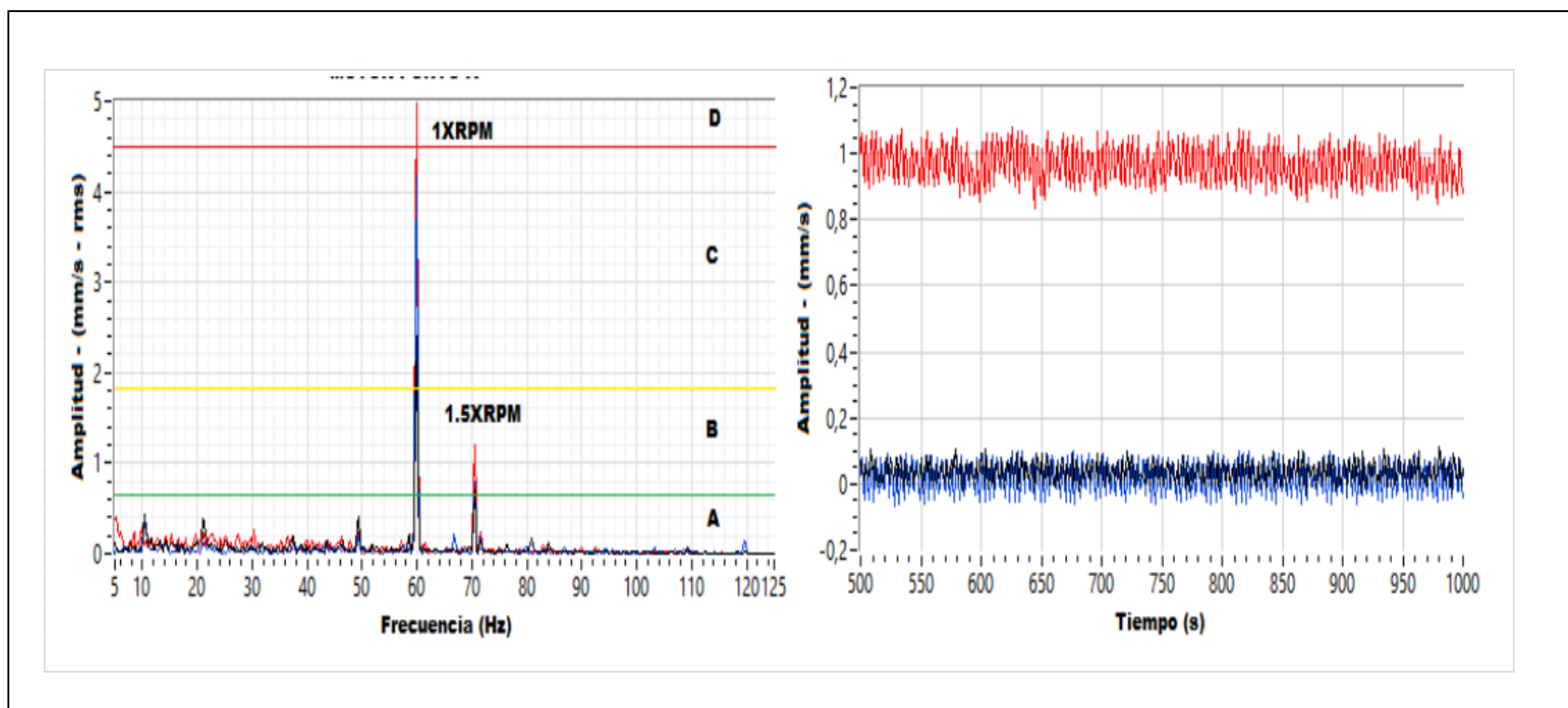


		Z	Rv	3.35	1740	1x	
		X	Ax	1.12	1740	1x	

Fuente: Anexo 19 y software labview.


Tabla 99. *Espectrograma del comportamiento vibracional del ventilador centrifugo en el punto 1 y 2.*

	Gerencia de mantenimiento COPEINCA	
	Ventilador centrifugo	
Datos informativos		
Realizado por:		Supervisado por:
Fecha de ejecución: 03/09/2019		Tipo de estudio: adquisición de datos
Espectro de vibración		

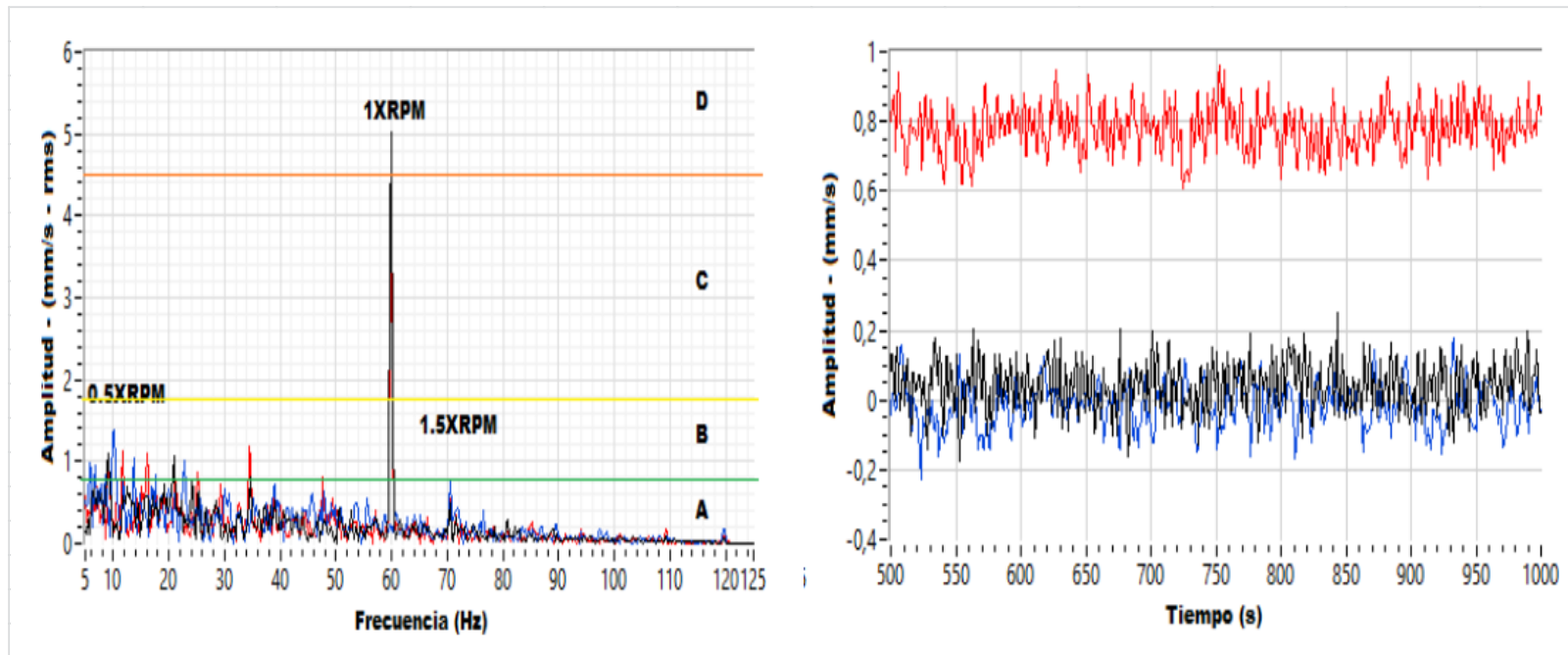


Fuente: Tabla 98.

Tabla 100. Espectrograma del comportamiento vibracional del ventilador centrifugo en el punto 3.


	Gerencia de mantenimiento COPEINCA
	Ventilador centrifugo
Datos informativos	
Realizado por:	Supervisado por:

Espectro de vibración



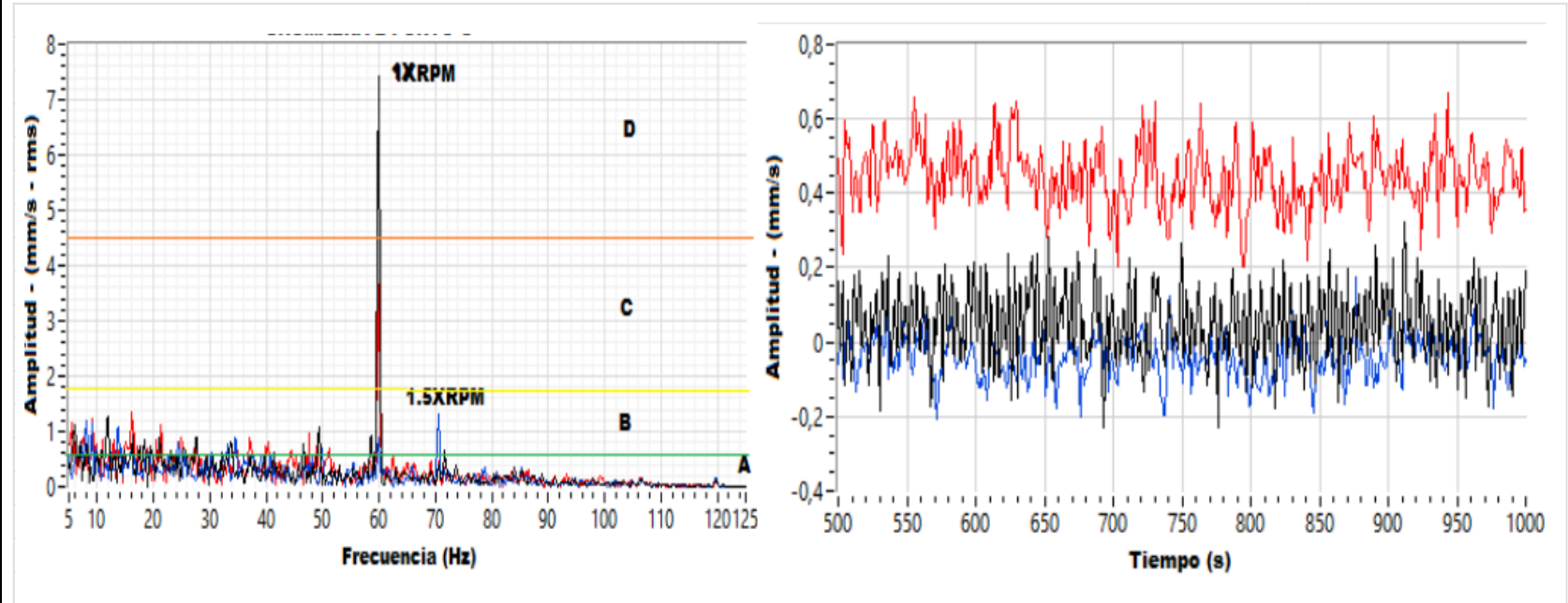
Fuente: Tabla 98.

Tabla 101. Espectrograma del comportamiento vibracional del ventilador centrifugo en el punto 4.

	Gerencia de mantenimiento COPEINCA
	Ventilador centrifugo


Datos informativos	
Realizado por:	Supervisado por:
Fecha de ejecución: 03/09/2019	Tipo de estudio: adquisición de datos

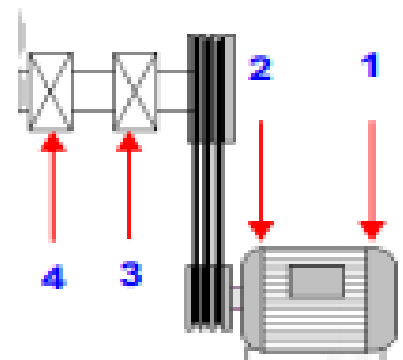
Espectro de vibración



Fuente: Tabla 98.

Tabla 102. Informe de análisis vibracional de la prensa doble tornillo.


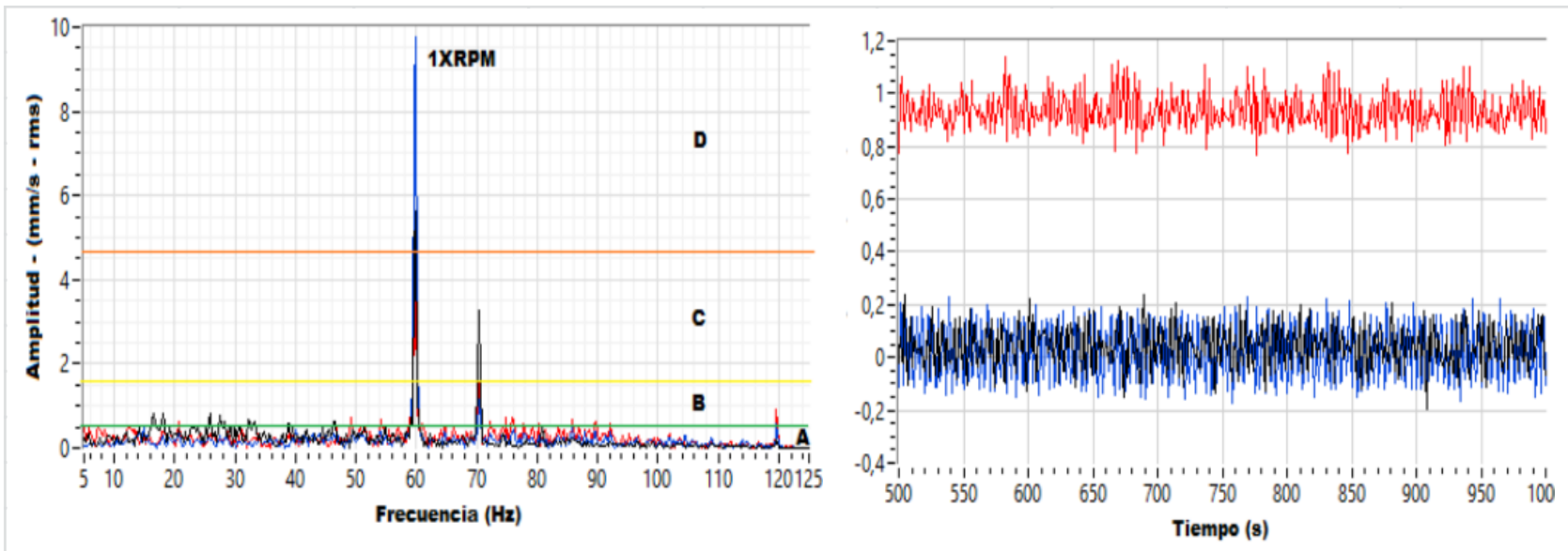
		Gerencia de mantenimiento COPEINCA				
		Prensa doble tornillo				
Datos informativos						
Realizado por:			Supervisado por:			
Fecha de ejecución: 10/09/2019			Tipo de estudio: adquisición de datos			
Ensayo n°: 03			Lugar: planta de harina de pescado			
Vibraciones en motores eléctricos y chumaceras						
Tipo enlace potencia: acople			Unidad de medición: mm/s, rms			
Frecuencia variador: 60 hz			Software: labview			
Posición sensor: a-b-c			Dirección: rh, rv, ax			
Defecto: desbalance			Rpm motor: 1740			
Esquema máquinas y puntos de medición						
Lecturas de vibración						
Punto de medición				Velocidad (mm/s, rms)	Rpm	Frecuencia espectral
Motor	1	Y	Rh	6.12	1740	1x
		Z	Rv	4.08	1740	1x
		X	Ax	10.8	1740	1x
	2	Y	Rh	6.12	1740	1x
		Z	Rv	4.08	1740	1x
		X	Ax	10.8	1740	1x
Chumacera 1	3	Y	Rh	13.2	1740	1x
		Z	Rv	4.49	1740	1x
		X	Ax	5.17	1740	1x
Chumacera 2	4	Y	Rh	17.9	1740	1x
		Z	Rv	3.48	1740	1x



		X	Ax	1.85	1740	1x	
--	--	---	----	------	------	----	--


Fuente: Anexo 19 y software labview

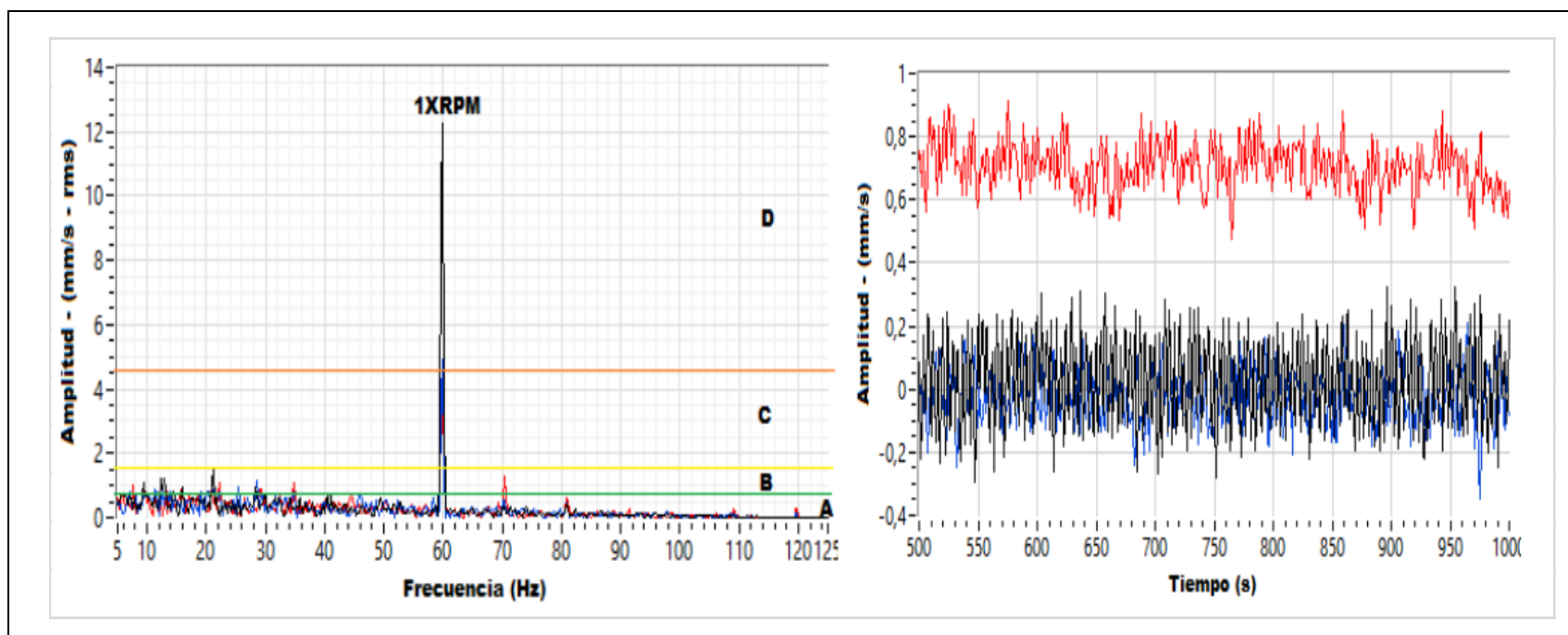
Tabla 103. Espectrograma del comportamiento vibracional de la prensa doble tornillo en el punto 1 y 2.

	Gerencia de mantenimiento COPEINCA	
	Prensa doble tornillo	
Datos informativos		
Realizado por:	Supervisado por:	
Fecha de ejecución: 03/09/2019	Tipo de estudio: adquisición de datos	
Espectro de vibración		
 <p>The figure contains two plots. The left plot is a frequency spectrum showing Amplitud (mm/s - rms) on the y-axis (0 to 10) and Frecuencia (Hz) on the x-axis (5 to 125). A major peak is labeled '1XRPM' at approximately 60 Hz. There are four horizontal reference lines labeled A, B, C, and D. The right plot shows amplitude on the y-axis (-0.4 to 1.2) and Tiempo (s) on the x-axis (500 to 1000). It displays two time-domain signals: a red signal with higher amplitude and a blue signal with lower amplitude, both showing high-frequency noise.</p>		

Fuente: Tabla 102.


Tabla 104. *Espectrograma del comportamiento vibracional de la prensa doble tornillo en el punto 3.*

	Gerencia de mantenimiento COPEINCA	
	Prensa doble tornillo	
Datos informativos		
Realizado por:	Supervisado por:	
Fecha de ejecución: 03/09/2019	Tipo de estudio: adquisición de datos	
Espectro de vibración		

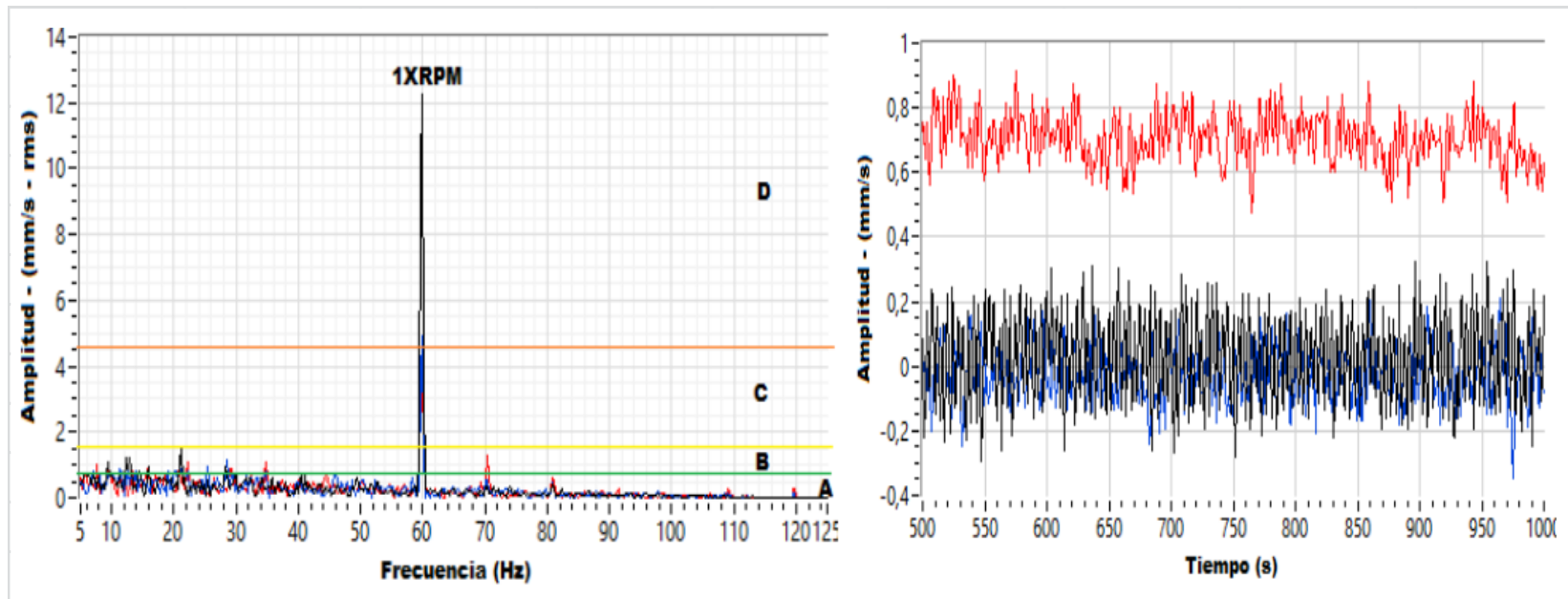


Fuente: Tabla 102.

Tabla 105. Espectrograma del comportamiento vibracional de la prensa doble tornillo en el punto 4.


	Gerencia de mantenimiento COPEINCA
	Prensa doble tornillo
Datos informativos	
Realizado por:	Supervisado por:

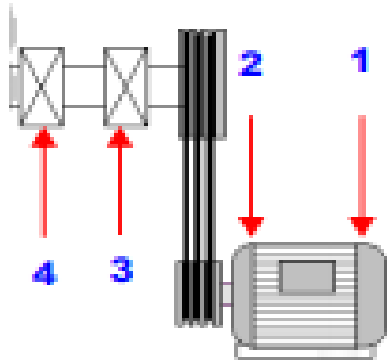
Espectro de vibración



Fuente: Tabla 102.

Tabla 106. Informe de análisis vibracional del secador rotadisk.

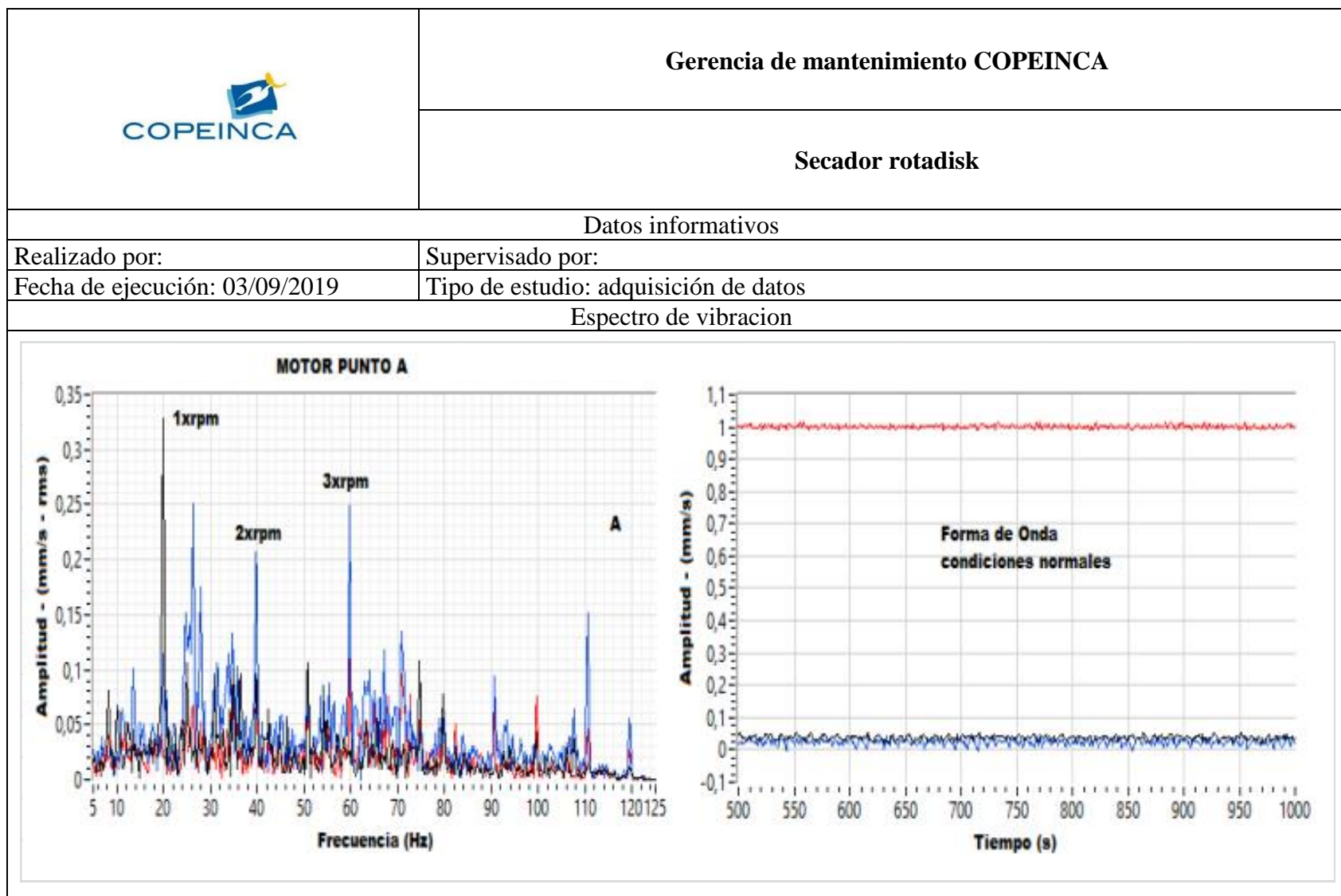
	Gerencia de mantenimiento COPEINCA						
	Secador rotadisk						
Datos informativos							
Realizado por:			Supervisado por:				
Fecha de ejecución:			Tipo de estudio: adquisición de datos				
Ensayo n°: 04			Lugar: planta de harina de pescado				
Vibraciones en motores eléctricos y chumaceras							
Tipo enlace potencia: acople			Unidad de medición: mm/s, rms				
Frecuencia variador: 60 hz			Software: labview				
Posición sensor: a-b-c			Dirección: rh, rv, ax				
Defecto: desbalance			Rpm motor: 1200				
Esquema máquinas y puntos de medición							
Lecturas de vibración							
Punto de medición				Velocidad (mm/s, rms)	Rpm	Frecuencia espectral	
Motor	1	Y	Rh	4.38	1740	1x	
		Z	Rv	3.71	1740	2x	
		X	Ax	4.73	1740	1x	
	2	Y	Rh	3.17	1740	3x	
		Z	Rv	4.02	1740	1x	
		X	Ax	2.32	1740	1x	
Chumacera 1	3	Y	Rh	3.62	1740	0.5x	
		Z	Rv	2.94	1740	1x	
		X	Ax	4.05	1740	1x	
Chumacera 2	4	Y	Rh	3.84	1740	1x	



		Z	Rv	4.26	1740	1x	
		X	Ax	5.05	1740	1x	


Fuente: Anexo 19 y software labview.

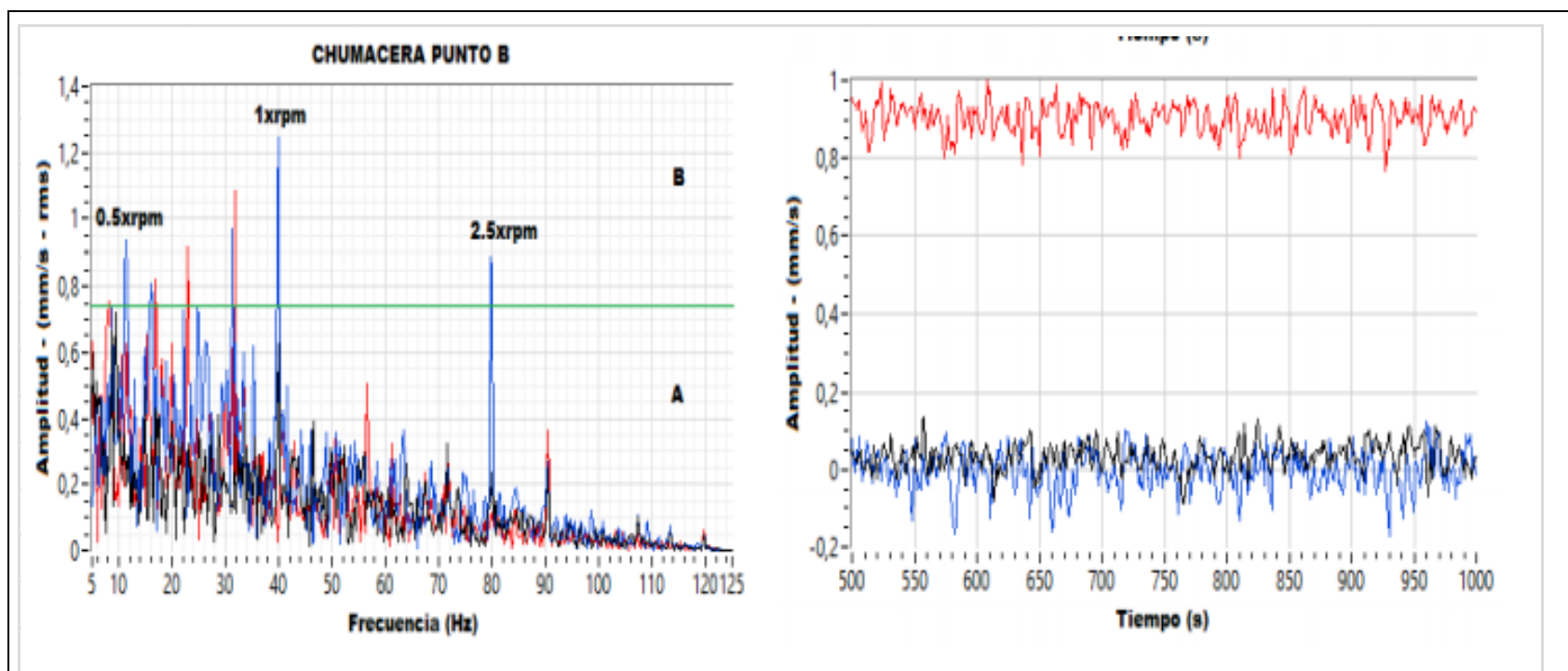
Tabla 107. Espectrograma del comportamiento vibracional del secador rotadisk en el punto 1 y 2.



Fuente: Tabla 106.


Tabla 108. *Espectrograma del comportamiento vibracional del secador rotadisk en el punto 3.*

	Gerencia de mantenimiento COPEINCA
	Secador rotadisk
Datos informativos	
Realizado por:	Supervisado por:
Fecha de ejecución: 03/09/2019	Tipo de estudio: adquisición de datos
Espectro de vibracion	

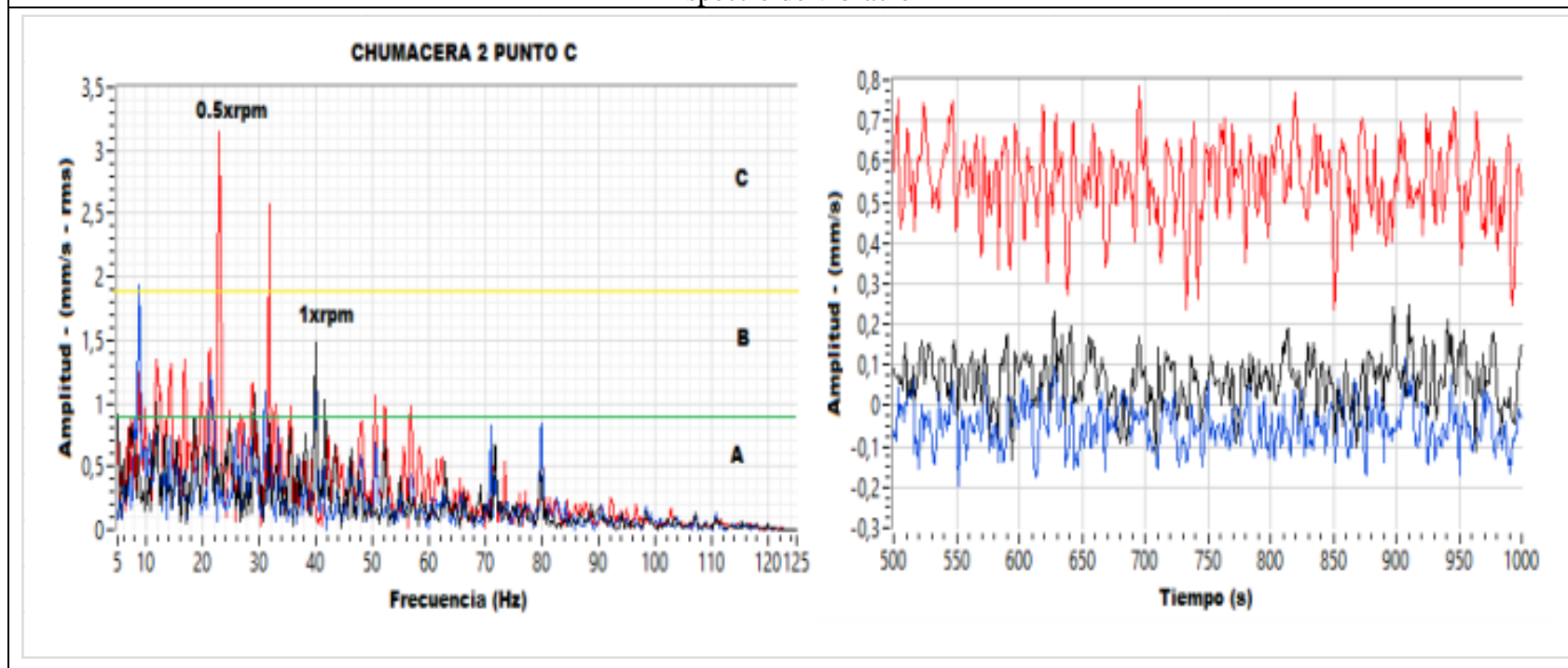


Fuente: Tabla 106.

Tabla 109. *Espectrograma del comportamiento vibracional del secador rotadisk en el punto 4.*


	Gerencia de mantenimiento COPEINCA
	Secador rotadisk
Datos informativos	
Realizado por:	Supervisado por:
Fecha de ejecución: 03/09/2019	Tipo de estudio: adquisición de datos

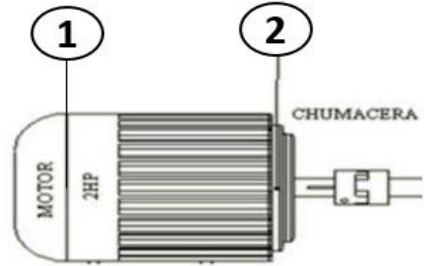
Espectro de vibracion



Fuente: Tabla 106.


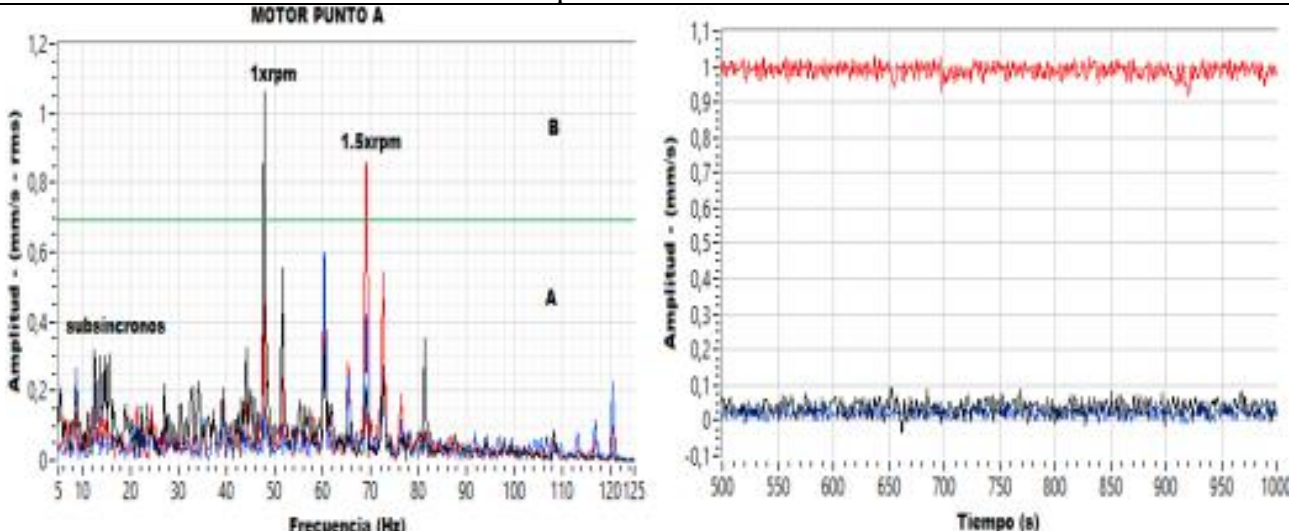
Tabla 110. Informe de análisis vibracional de la hidrolavadora.

	Gerencia de mantenimiento COPEINCA					
	Hidrolavadora					
Datos informativos						
Realizado por:				Supervisado por:		
Fecha de ejecución: 03/09/2019				Tipo de estudio: adquisición de datos		
Ensayo n°: 05				Lugar: planta de harina de pescado		
Vibraciones en motores eléctricos y chumaceras						
Tipo enlace potencia: acople				Unidad de medición: mm/s, rms		
Frecuencia variador: 60 hz				Software: labview		
Posición sensor: a-b-c				Dirección: rh, rv, ax		
Defecto: desbalance				Rpm motor: 2800		
Esquema máquinas y puntos de medición						
Lecturas de vibración						
Punto de medición			Velocidad (mm/s, rms)	Rpm	Frecuencia espectral	
Motor	1	Y	Rh	3.48	1200	1x
		Z	Rv	4.79	1200	1.5
		X	Ax	3.88	1200	1x
	2	Y	Rh	3.01	1200	1x
		Z	Rv	4.09	1200	1.5
		X	Ax	4.27	1200	1x




Fuente: Anexo 19 y software labview.

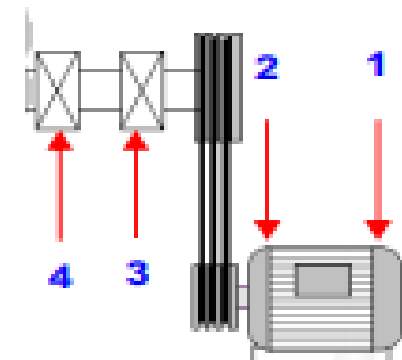
Tabla 111. Espectrograma del comportamiento vibracional de la hidrolavadora.

	Gerencia de mantenimiento copeinca
	Hidrolavadora
Datos informativos	
Realizado por:	Supervisado por:
Fecha de ejecución: 03/09/2019	Tipo de estudio: adquisición de datos
Espectro de vibración	
	

Fuente: Tabla 110.

Tabla 112. Informe de análisis vibracional del separador de sólidos.

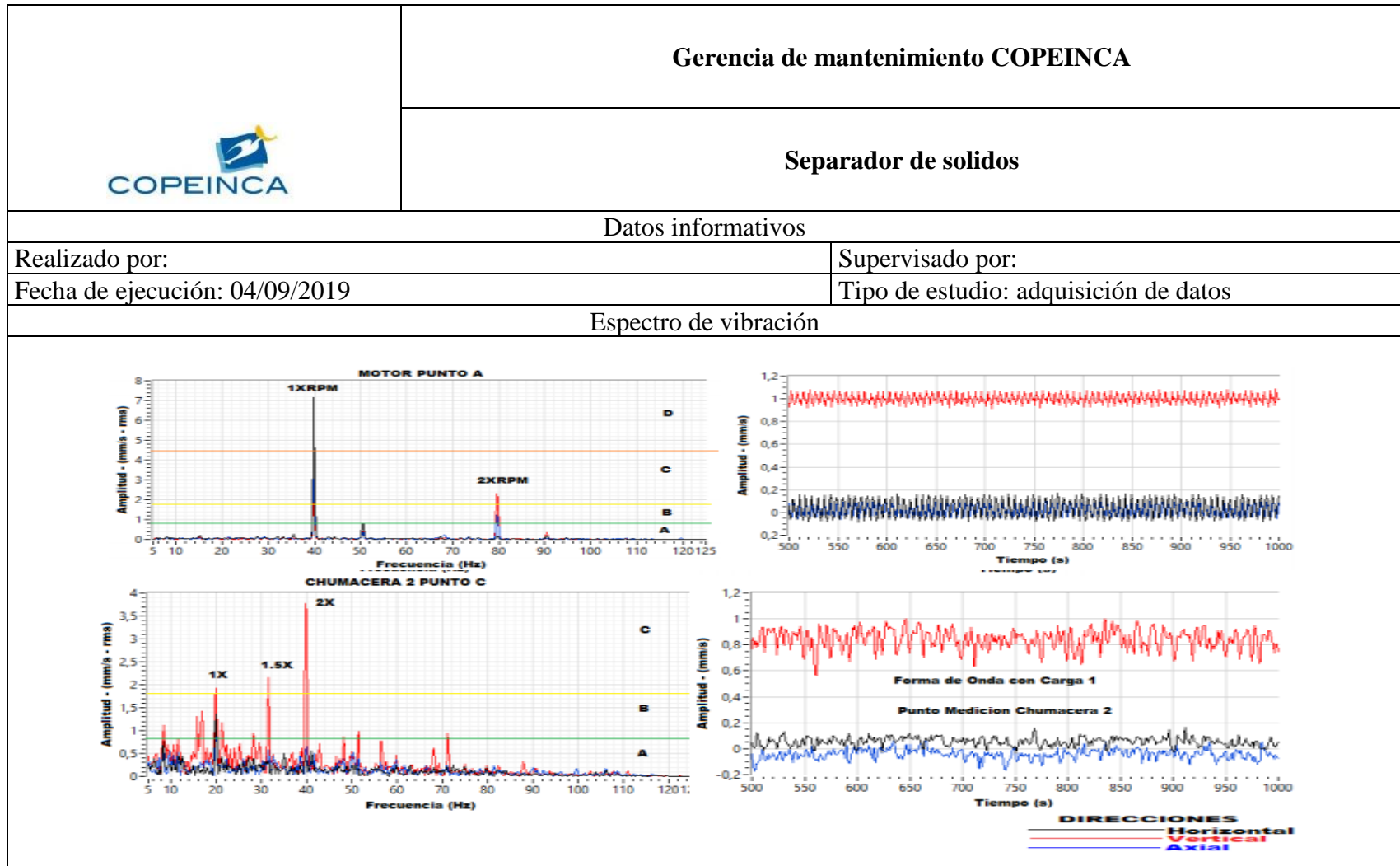
	Gerencia de mantenimiento COPEINCA						
	Separador de solidos						
Datos informativos							
Realizado por:				Supervisado por:			
Fecha de ejecución: 04/09/2019				Tipo de estudio: adquisición de datos			
Ensayo n°: 06				Lugar: planta de harina de pescado			
Vibraciones en motores eléctricos y chumaceras							
Tipo enlace potencia: acople				Unidad de medición: mm/s, rms			
Frecuencia variador: 60 hz				Software: labview			
Posición sensor: a-b-c				Dirección: rh, rv, ax			
Defecto: desbalance				Rpm motor: 1350			
Esquema máquinas y puntos de medición							
Lecturas de vibración							
Punto de medición				Velocidad (mm/s, rms)	Rpm	Frecuencia espectral	
Motor	1	Y	Rh	3.94	3600	1x	
		Z	Rv	4.31	3600	1x	
		X	Ax	2.98	3600	1x	
	2	Y	Rh	3.33	3600	1x	
		Z	Rv	3.78	3600	1x	
		X	Ax	3.27	3600	1x	
Chumacera 1	3	Y	Rh	4.09	3600	1x	
		Z	Rv	3.67	3600	1.5	
		X	Ax	4.11	3600	2x	



Chumacera 2	4	Y	Rh	3.54	3600	1x	
		Z	Rv	4.17	3600	2x	
		X	Ax	4.78	3600	1.5	


Fuente: Anexo 19 y software labview.

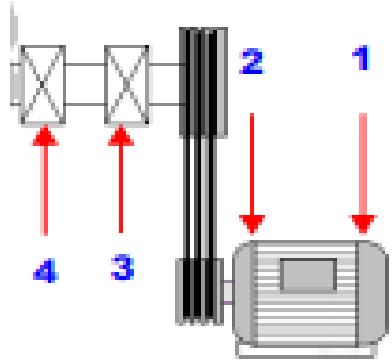
Tabla 113. Espectrograma del comportamiento vibracional del separador de sólidos.



Fuente: Tabla 112.

Tabla 114. Informe de análisis vibracional de la cocedora de pedestal.

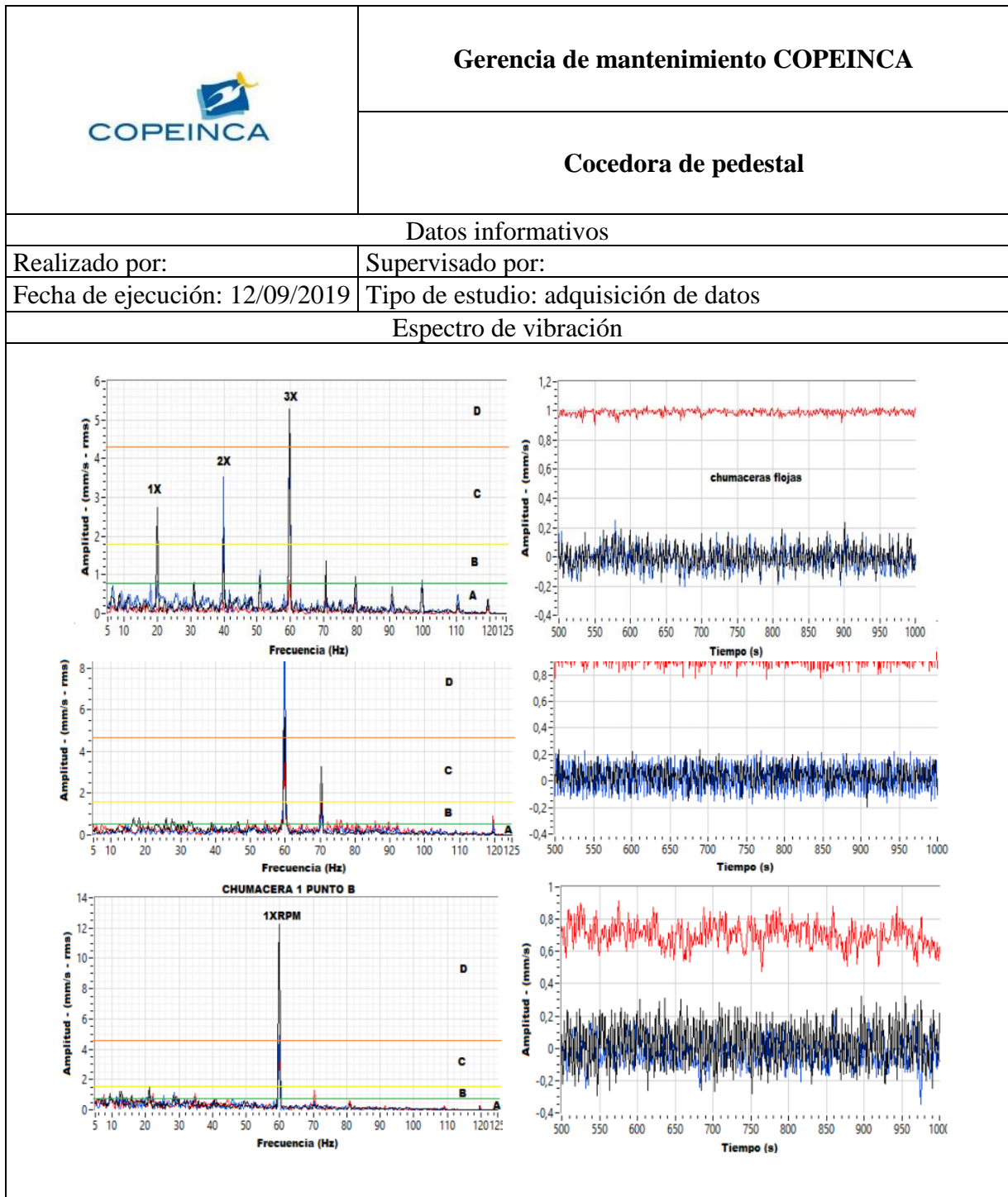
		Gerencia de mantenimiento COPEINCA				
		Cocedora de pedestal				
Datos informativos						
Realizado por:				Supervisado por:		
Fecha de ejecución: 12/09/2019				Tipo de estudio: adquisición de datos		
Ensayo n°: 07				Lugar: planta de harina de pescado		
Vibraciones en motores eléctricos y chumaceras						
Tipo enlace potencia: acople				Unidad de medición: mm/s, rms		
Frecuencia variador: 60 hz				Software: labview		
Posición sensor: a-b-c				Dirección: rh, rv, ax		
Defecto: desbalance				Rpm motor: 1800		
Esquema máquinas y puntos de medición						
Lecturas de vibración						
Punto de medición			Velocidad (mm/s, rms)		Rpm	Frecuencia espectral
Motor	1	Y	Rh	4.32	3450	1x
		Z	Rv	4.09	3450	2x
		X	Ax	5.94	3450	3x
	2	Y	Rh	4.27	3450	1x
		Z	Rv	5.02	3450	2x
		X	Ax	5.93	3450	3x
Chumacera 1	3	Y	Rh	5.34	3450	1x
		Z	Rv	5.21	3450	1x



		X	Ax	4.77	3450	1x
Chumacera 2	4	Y	Rh	4.83	3450	1x
		Z	Rv	3.99	3450	1x
		X	Ax	5.02	3450	1x


Fuente: Anexo 19 y software labview.

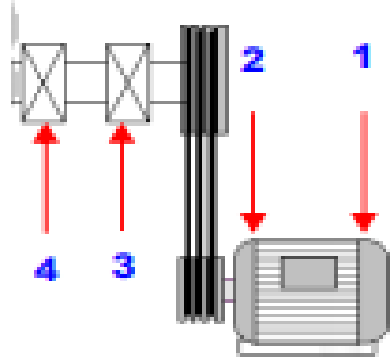
Tabla 115. Espectrograma del comportamiento vibracional de la cocedora de pedestal.



Fuente: Tabla 114.

Tabla 116. Informe de análisis vibracional del separador de 2 tiempos.


		Gerencia de mantenimiento COPEINCA				
		Separador de 2 tiempos				
Datos informativos						
Realizado por:				Supervisado por:		
Fecha de ejecución: 16/09/2019				Tipo de estudio: adquisición de datos		
Ensayo n°: 08				Lugar: planta de harina de pescado		
Vibraciones en motores eléctricos y chumaceras						
Tipo enlace potencia: acople				Unidad de medición: mm/s, rms		
Frecuencia variador: 60 hz				Software: labview		
Posición sensor: a-b-c				Dirección: rh, rv, ax		
Defecto: desbalance				Rpm motor: 1400		
Esquema máquinas y puntos de medición						
Lecturas de vibración						
Punto de medición			Velocidad (mm/s, rms)	Rpm	Frecuencia espectral	
Motor	1	Y	Rh	5.72	4200	0.5x
		Z	Rv	5.24	4200	1x
		X	Ax	4.78	4200	2x
	2	Y	Rh	4.99	4200	2x
		Z	Rv	6.19	4200	1x
		X	Ax	5.28	4200	1x
Chumacera 1	3	Y	Rh	5.09	4200	0.5
		Z	Rv	4.67	4200	1x
		X	Ax	4.28	4200	0.5
Chumacera 2	4	Y	Rh	5.22	4200	1x

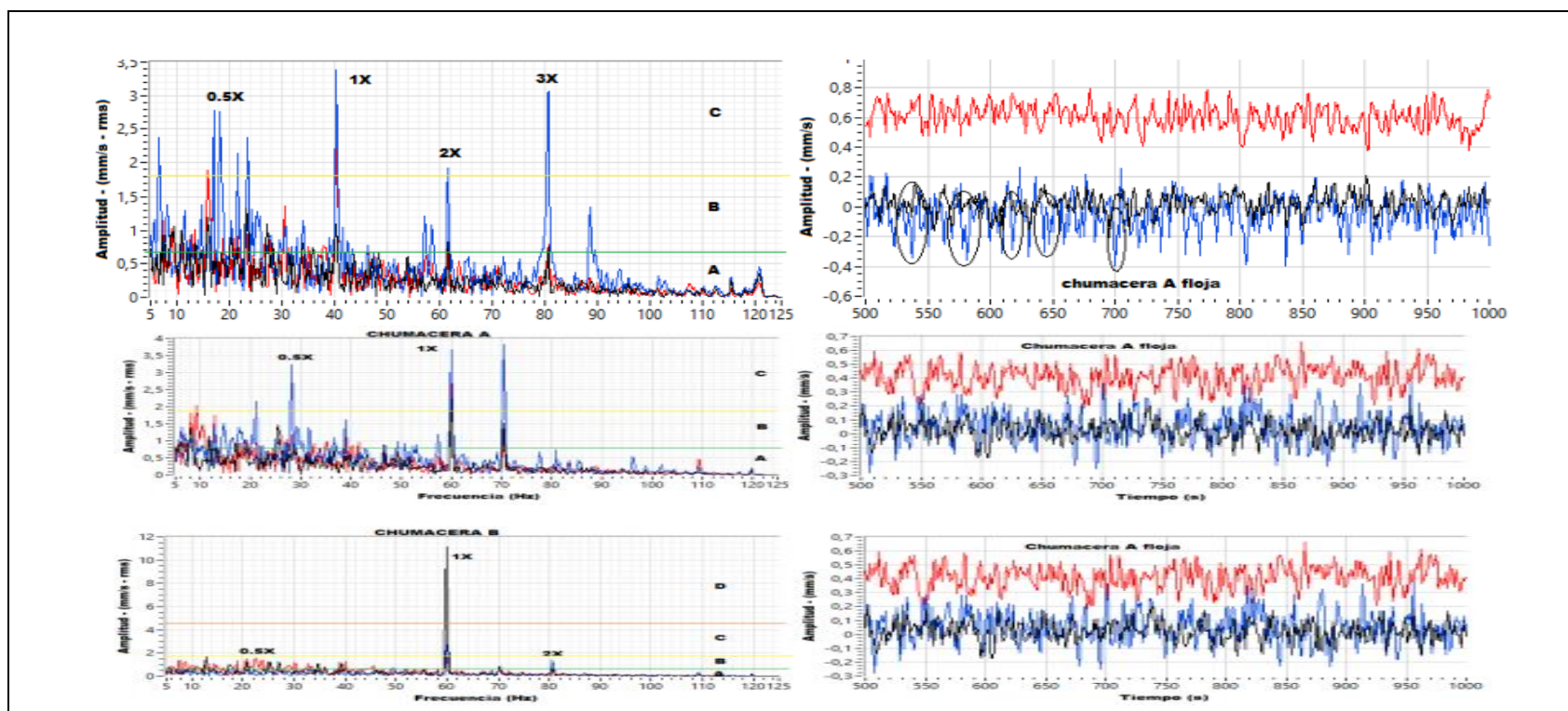


	Z	Rv	4.87	4200	2x
	X	Ax	5.07	4200	3x

Fuente: Anexo 19 y software labview.


Tabla 117. *Espectrograma del comportamiento vibracional del separador de 2 tiempos.*

	Gerencia de mantenimiento COPEINCA
	Separador de 2 tiempos
Datos informativos	
Realizado por:	Supervisado por:
Fecha de ejecución: 16/09/2019	Tipo de estudio: adquisición de datos
Espectro de vibración	

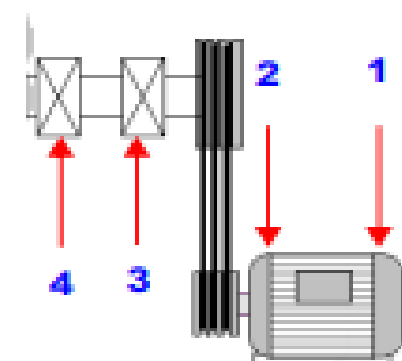


Fuente: Tabla 116.

Tabla 118. Informe de análisis vibracional del eliminador de humedad.


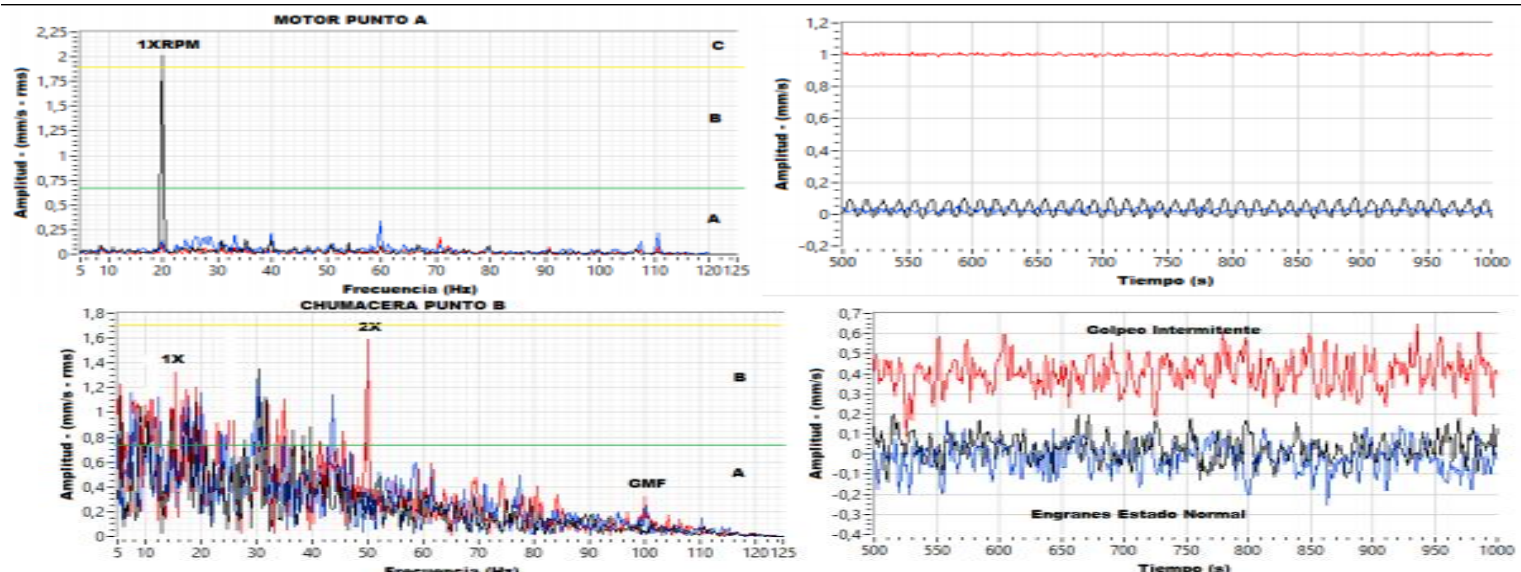
	Gerencia de mantenimiento COPEINCA
	Eliminador de humedad
Datos informativos	
Realizado por:	Supervisado por:

Fecha de ejecucion:15/09/2019				Tipo de estudio: adquisición de datos		
Ensayo n°: 09				Lugar: planta de harina de pescado		
Vibraciones en motores eléctricos y chumaceras						
Tipo enlace potencia: acople				Unidad de medición: mm/s, rms		
Frecuencia variador: 60 hz				Software: labview		
Posición sensor: a-b-c				Dirección: rh, rv, ax		
Defecto: desbalance				Rpm motor: 1200		
Esquema máquinas y puntos de medición						
Lecturas de vibración						
Punto de medición			Velocidad (mm/s, rms)	Rpm	Frecuencia espectral	
Motor	1	Y	Rh	3.95	3400	1x
		Z	Rv	4.07	3400	1x
		X	Ax	3.57	3400	1x
	2	Y	Rh	4.8	3400	1x
		Z	Rv	5.02	3400	1x
		X	Ax	5.11	3400	1x
Chumacera 1	3	Y	Rh	4.85	3400	1x
		Z	Rv	5.91	3400	2x
		X	Ax	3.77	3400	1x
Chumacera 2	4	Y	Rh	3.85	3400	2x
		Z	Rv	4.18	3400	1x
		X	Ax	4.11	3400	2x




Fuente: Anexo 19 y software labview.

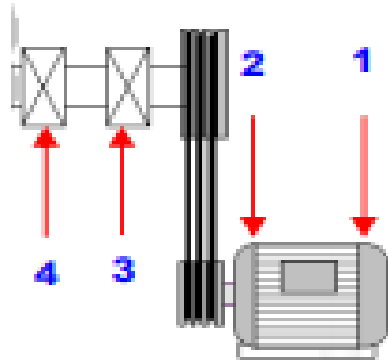
Tabla 119. Espectrograma del comportamiento vibracional del eliminador de humedad.

	Gerencia de mantenimiento COPEINCA
	Eliminador de humedad
Datos informativos	
Realizado por:	Supervisado por:
Fecha de ejecución: 16/09/2019	Tipo de estudio: adquisición de datos
Espectro de vibración	
	

Fuente: Tabla 118.

Tabla 120. Informe de análisis vibracional del evaporador de residuos.


		Gerencia de mantenimiento COPEINCA				
		Evaporador de residuos				
Datos informativos						
Realizado por:				Supervisado por:		
Fecha de ejecución: 14/09/19				Tipo de estudio: adquisición de datos		
Ensayo n°: 10				Lugar: planta de harina de pescado		
Vibraciones en motores eléctricos y chumaceras						
Tipo enlace potencia: acople				Unidad de medición: mm/s, rms		
Frecuencia variador: 60 hz				Software: labview		
Posición sensor: a-b-c				Dirección: rh, rv, ax		
Defecto: desbalance				Rpm motor: 1600		
Esquema máquinas y puntos de medición						
Lecturas de vibración						
Punto de medición			Velocidad (mm/s, rms)	Rpm	Frecuencia espectral	
Motor	1	Y	Rh	4.32	3450	1x
		Z	Rv	4.09	3450	2x
		X	Ax	5.94	3450	3x
	2	Y	Rh	4.27	3450	2x
		Z	Rv	5.02	3450	3x
		X	Ax	5.93	3450	1x
Chumacera 1	3	Y	Rh	5.34	3450	1.5x

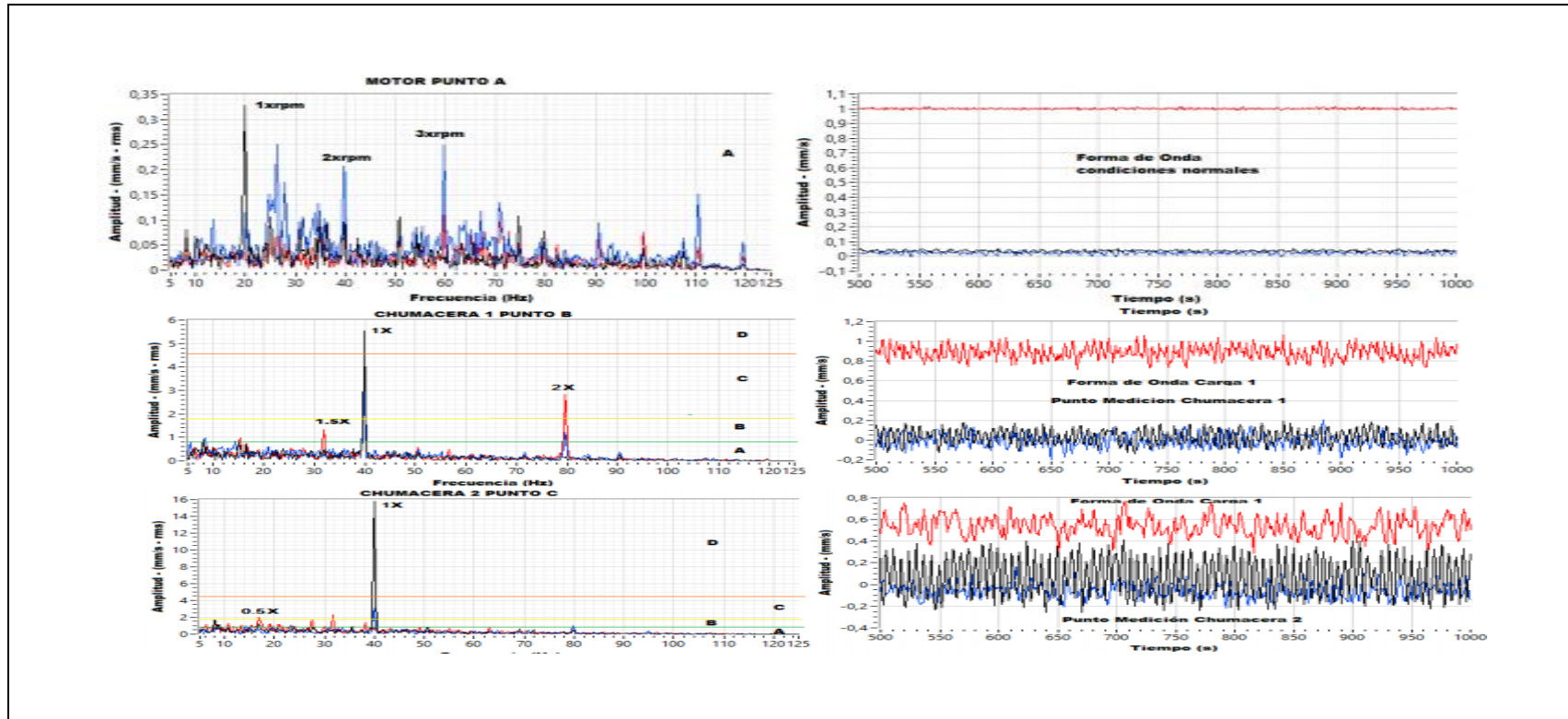


		Z	Rv	5.21	3450	1x
		X	Ax	4.77	3450	1.5x
Chumacera 2	4	Y	Rh	4.83	3450	2x
		Z	Rv	3.99	3450	1.5x
		X	Ax	5.02	3450	1x

Fuente: Anexo 19 y software labview.


Tabla 121. *Espectrograma del comportamiento vibracional del evaporador de residuos.*

	Gerencia de mantenimiento COPEINCA
	Evaporador de residuos
Datos informativos	
Realizado por:	Supervisado por:
Fecha de ejecución: 14/09/2019	Tipo de estudio: adquisición de datos
Espectro de vibración	

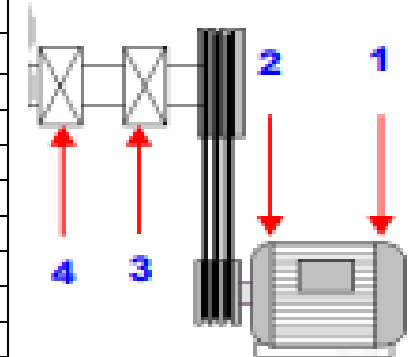


Fuente: Tabla 120.

Tabla 122. Informe de análisis vibracional del generador de microburbujas.

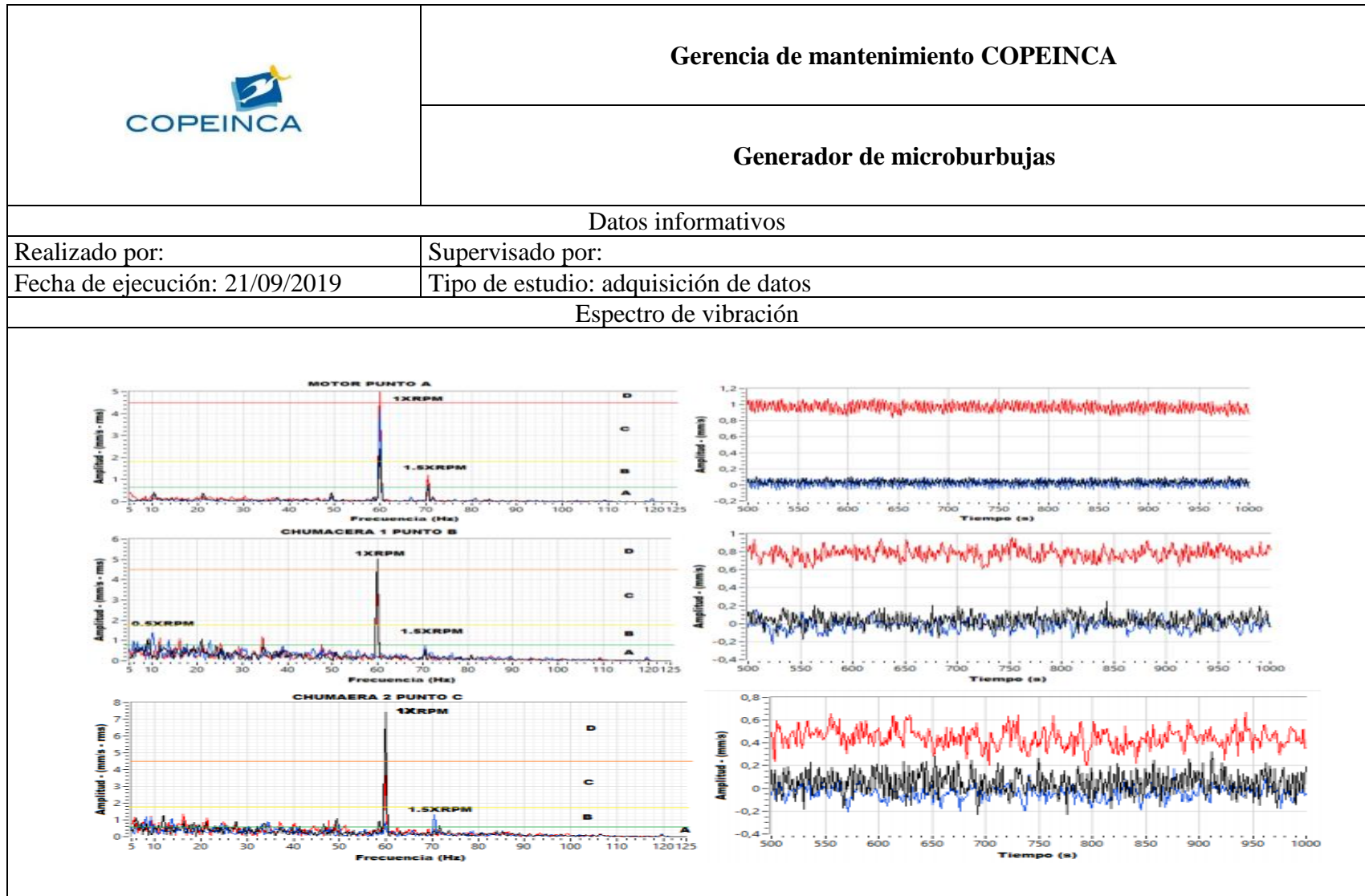
	Gerencia de mantenimiento COPEINCA
	Generador de microburbujas
Datos informativos	

Realizado por:				Supervisado por:		
Fecha de ejecución: 21/09/2019				Tipo de estudio: adquisición de datos		
Ensayo n°: 11				Lugar: planta de harina de pescado		
Vibraciones en motores eléctricos y chumaceras						
Tipo enlace potencia: acople				Unidad de medición: mm/s, rms		
Frecuencia variador: 60 hz				Software: labview		
Posición sensor: a-b-c				Dirección: rh, rv, ax		
Defecto: desbalance				Rpm motor: 2500		
Esquema máquinas y puntos de medición						
Lecturas de vibración						
Punto de medición				Velocidad (mm/s, rms)	Rpm	Frecuencia espectral
Motor	1	Y	Rh	5.09	1800	1x
		Z	Rv	4.99	1800	1.5x
		X	Ax	4.78	1800	1x
	2	Y	Rh	5.13	1800	1x
		Z	Rv	4.38	1800	1.5x
		X	Ax	5.29	1800	1x
Chumacera 1	3	Y	Rh	4.58	1800	0.5x
		Z	Rv	5.03	1800	1x
		X	Ax	4.74	1800	1.5x
Chumacera 2	4	Y	Rh	5.01	1800	0.5x
		Z	Rv	5.34	1800	1x
		X	Ax	5.29	1800	1.5x




Fuente: Anexo 19 y software labview.

Tabla 123. Espectrograma del comportamiento vibracional del generador de microburbujas.



Fuente: Tabla 122.


Tabla 124. Informe de análisis vibracional del reductor cicloidal.

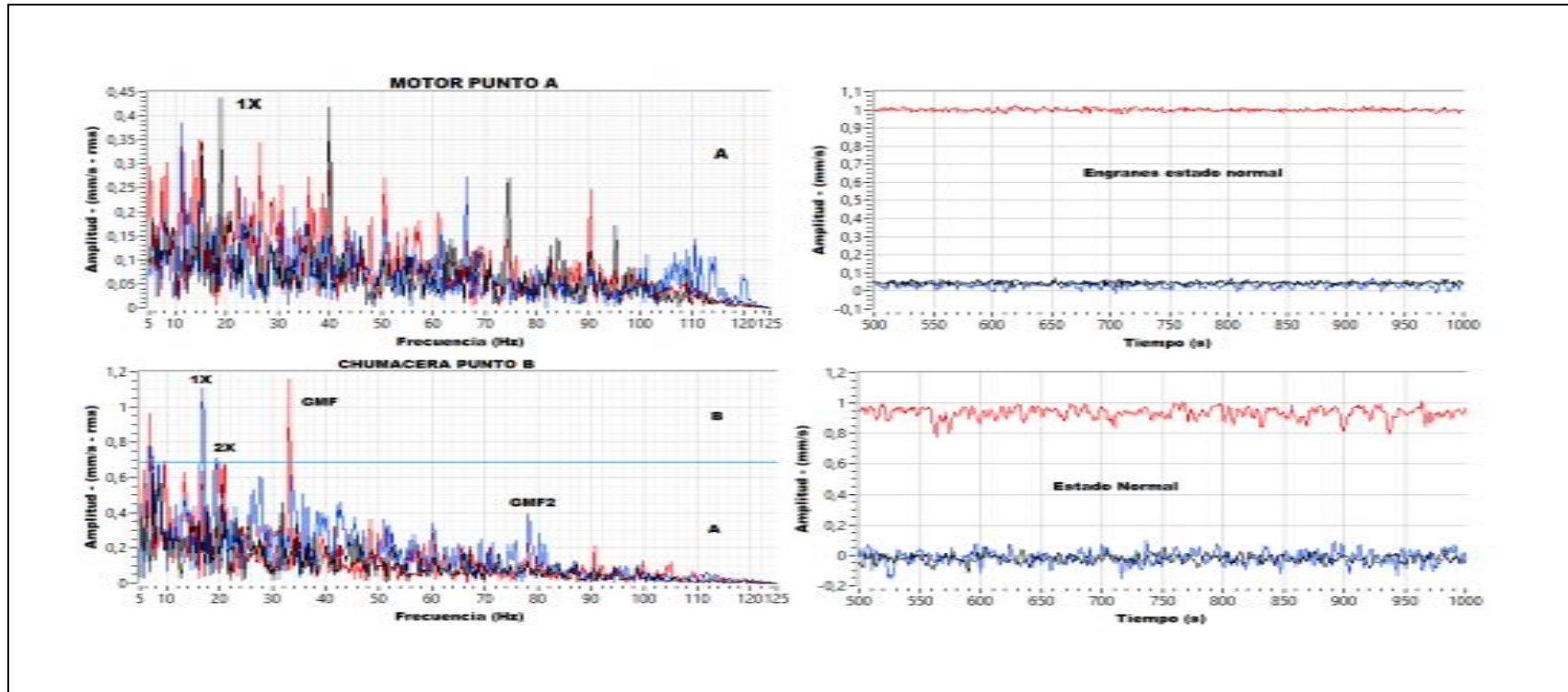
		Gerencia de mantenimiento copeinca				
		Reductor cicloidal				
Datos informativos						
Realizado por:				Supervisado por:		
Fecha de ejecucion:27/09/19				Tipo de estudio: adquisición de datos		
Ensayo n°: 12				Lugar: planta de harina de pescado		
Vibraciones en motores eléctricos y chumaceras						
Tipo enlace potencia: engranes				Unidad de medición: mm/s, rms		
Frecuencia variador: 60 hz				Software: labview		
Posición sensor: a-b-c				Dirección: rh, rv, ax		
Defecto: desbalance				Rpm motor: 1800		
Esquema máquinas y puntos de medición						
Lecturas de vibración						
Punto de medición			Velocidad (mm/s, rms)		Rpm	Frecuencia espectral
Motor	1	Y	Rh	4.74	3600	1x
		Z	Rv	5.78	3600	1x
		X	Ax	6.27	3600	1x
	2	Y	Rh	5.32	3600	1x
		Z	Rv	4.09	3600	1x
		X	Ax	5.28	3600	1x
Chumacera 1	3	Y	Rh	3.87	1750	2x
		Z	Rv	4.76	1750	1x
		X	Ax	3.68	1750	1x
Chumacera 2	4	Y	Rh	4.98	1750	2x

	Z	Rv	3.72	1750	1x
	X	Ax	5.01	1750	1x

Fuente: Anexo 19 y software labview.


Tabla 125. *Espectrograma del comportamiento vibracional del reductor cicloidal.*

	Gerencia de mantenimiento COPEINCA	
	Reductor cicloidal	
Datos informativos		
Realizado por:	Supervisado por:	
Fecha de ejecución: 27/09/19	Tipo de estudio: adquisición de datos	
Espectro de vibración		

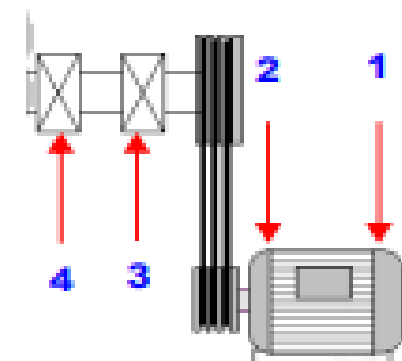


Fuente: Tabla 124.

Tabla 126. Informe de análisis vibracional de la bomba centrífuga.


	Gerencia de mantenimiento COPEINCA
	Bomba centrífuga
Datos informativos	
Realizado por:	Supervisado por:

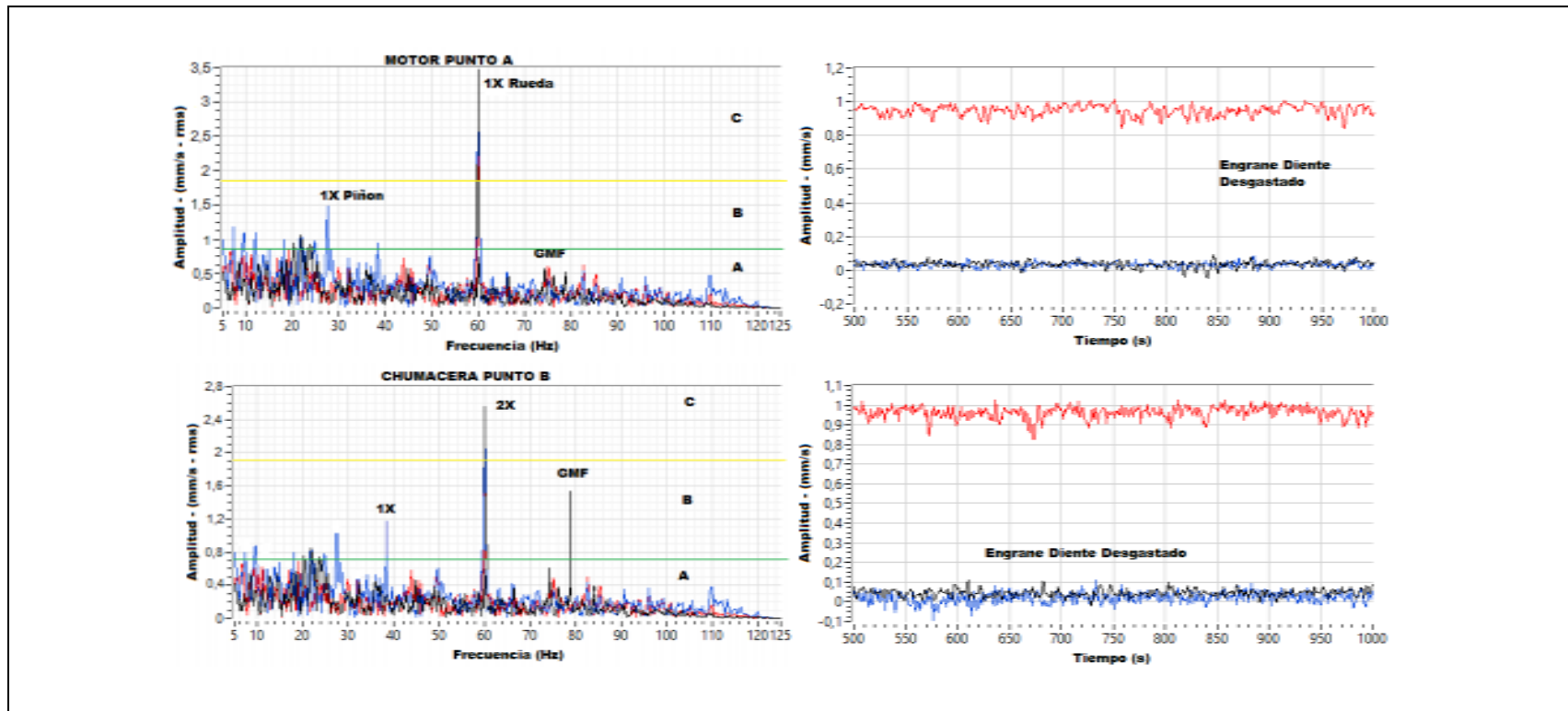
Fecha de ejecución:				Tipo de estudio: adquisición de datos		
Ensayo n°: 13				Lugar: planta de harina de pescado		
Vibraciones en motores eléctricos y chumaceras						
Tipo enlace potencia: acople				Unidad de medición: mm/s, rms		
Frecuencia variador: 60 hz				Software: labview		
Posición sensor: a-b-c				Dirección: rh, rv, ax		
Defecto: desbalance				Rpm motor: 1800		
Esquema máquinas y puntos de medición						
Lecturas de vibración						
Punto de medición			Velocidad (mm/s, rms)	Rpm	Frecuencia espectral	
Motor	1	Y	Rh	3.94	1800	
		Z	Rv	4.31	1800	
		X	Ax	2.98	1800	
	2	Y	Rh	3.33	1800	
		Z	Rv	3.78	1800	
		X	Ax	3.27	1800	
Chumacera 1	3	Y	Rh	4.09	1800	
		Z	Rv	3.67	1800	
		X	Ax	4.11	1800	
Chumacera 2	4	Y	Rh	3.54	1800	
		Z	Rv	4.17	1800	
		X	Ax	4.78	1800	



Fuente: Anexo 19 y software labview.


Tabla 127. *Espectrograma del comportamiento vibracional de la bomba centrífuga.*

	Gerencia de mantenimiento COPEINCA	
	Bomba centrífuga	
Datos informativos		
Realizado por:	Supervisado por:	
Fecha de ejecución: 27/09/19	Tipo de estudio: adquisición de datos	
Espectro de vibración		

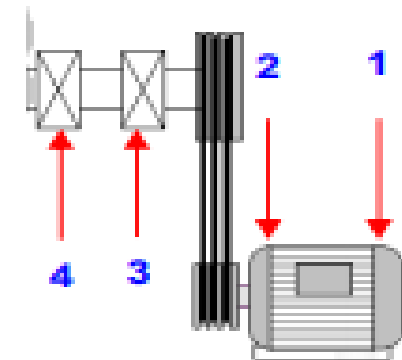


Fuente: Tabla 126.

Tabla 128. Informe de análisis vibracional de la electrobomba.

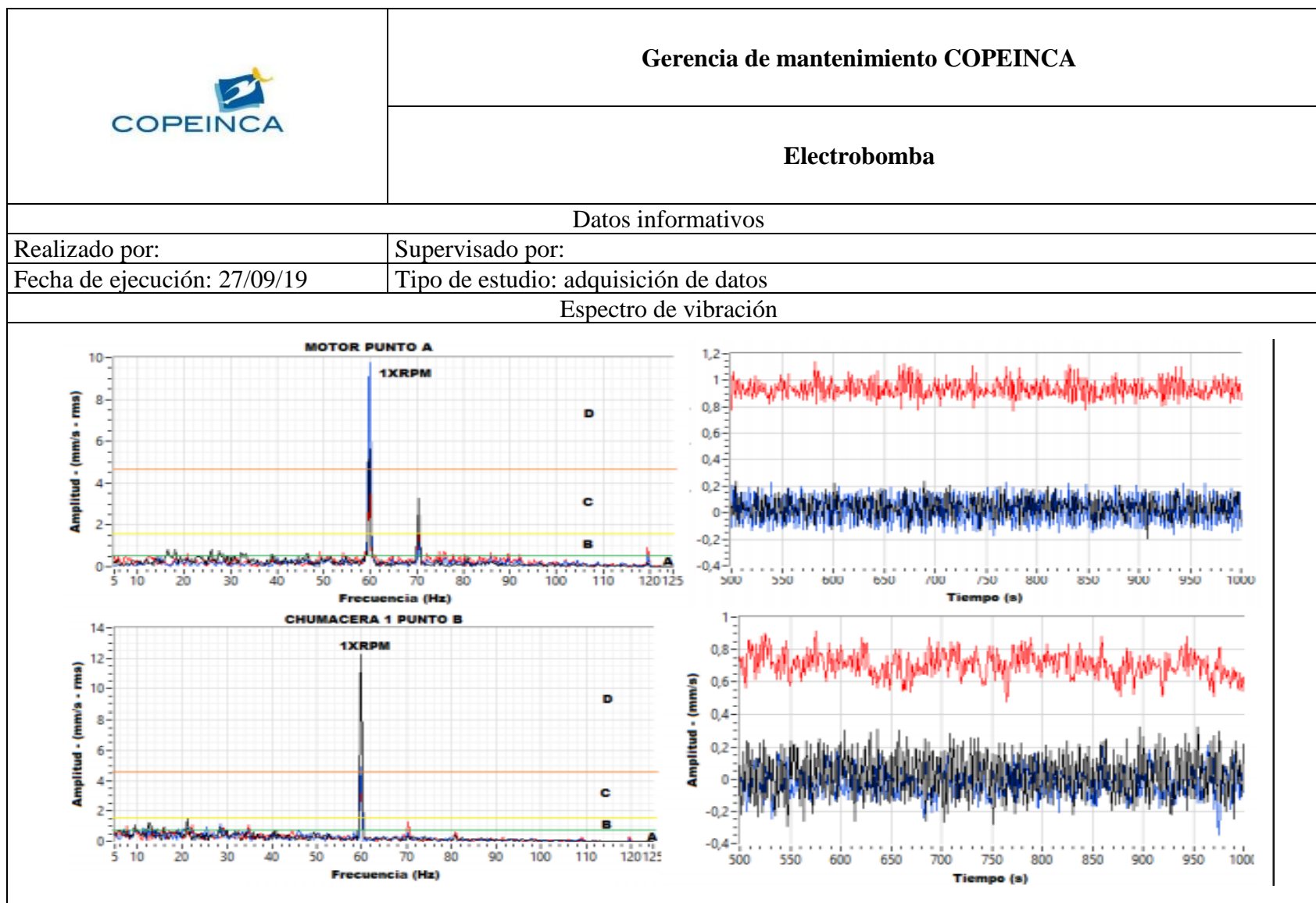
	Gerencia de mantenimiento COPEINCA
	Electrobomba
Datos informativos	
Realizado por:	Supervisado por:

Fecha de ejecución:				Tipo de estudio: adquisición de datos		
Ensayo n°: 14				Lugar: planta de harina de pescado		
Vibraciones en motores eléctricos y chumaceras						
Tipo enlace potencia: acople				Unidad de medición: mm/s, rms		
Frecuencia variador: 60 hz				Software: labview		
Posición sensor: a-b-c				Dirección: rh, rv, ax		
Defecto: desbalance				Rpm motor: 2100		
Esquema máquinas y puntos de medición						
Lecturas de vibración						
Punto de medición			Velocidad (mm/s, rms)	Rpm	Frecuencia espectral	
Motor	1	Y	Rh	3.94	1800	1x
		Z	Rv	4.31	1800	1x
		X	Ax	2.98	1800	1x
	2	Y	Rh	3.33	1800	1x
		Z	Rv	3.78	1800	1x
		X	Ax	3.27	1800	1x
Chumacera 1	3	Y	Rh	4.09	1800	1x
		Z	Rv	3.67	1800	1x
		X	Ax	4.11	1800	1x
Chumacera 2	4	Y	Rh	3.54	1800	1x
		Z	Rv	4.17	1800	1x
		X	Ax	4.78	1800	1x



Fuente: Anexo 19 y software labview.

Tabla 129. Espectrograma del comportamiento vibracional de la electrobomba.



Fuente: Tabla 128.

Anexo 21. Auditoría técnica de mantenimiento final.

CUESTIONARIO PARA AUDITORÍA DE GESTIÓN INTERNA DE MANTENIMIENTO		CALIFICACIÓN			
		DEF.		FAV.	
Nº	CRITERIO	0	1	2	3
1	¿El organigrama de mantenimiento garantiza la presencia de personal de mantenimiento preparado cuando se necesite, de la forma más rápida posible?			X	
2	¿Hay personal que pueda considerarse 'imprescindible' cuya ausencia afecta a la actividad normal del área de mantenimiento?				X
3	¿El organigrama garantiza que habrá personal disponible para realizar mantenimiento el mantenimiento programado, incluso en el caso de un aumento del mantenimiento correctivo?			X	
4	¿El número de horas extraordinarias que se genera en el área de mantenimiento es habitualmente superior al máximo legal autorizado?				X
5	¿La cualificación previa que se exige al personal del área de mantenimiento es la adecuada?		X		
6	¿Se realiza una formación inicial efectiva cuando se incorpora un nuevo trabajador al área de mantenimiento?				X
7	¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar tareas eléctricas o de instrumentación sencillas?			X	
8	¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar tareas eléctricas o de instrumentación especializadas?		X		
9	¿El personal de mantenimiento eléctrico puede realizar tareas mecánicas sencillas?				X
10	¿El personal de mantenimiento eléctrico puede realizar tareas mecánicas especializadas?			X	
11	¿El personal de mantenimiento está capacitado para trabajar en otras áreas (operaciones, seguridad, control químico, etc)?		X		
12	¿Se respeta el horario de entrada y salida?				X
13	¿Se respeta la duración de los descansos?				X
14	¿La media de tiempos muertos no productivos es la adecuada?			X	
15	¿Los tiempos de intervención se ajustan a la duración teórica estimable en que podrían realizarse los trabajos?			X	
16	¿El personal de mantenimiento se siente reconocido en su trabajo?			X	
17	¿El personal de mantenimiento siente que la empresa se preocupa de sus necesidades para poder realizar un buen trabajo?				X
18	¿El personal de mantenimiento considera que tiene proyección profesional dentro de la empresa?				X
19	¿El personal de mantenimiento se siente satisfecho con su horario?				X
20	¿El personal de mantenimiento se considera bien retribuido?				X
21	¿El personal de mantenimiento está comprometido con los objetivos de la empresa?			X	
22	¿El nivel de rotación entre el personal de mantenimiento es bajo?			X	
23	¿Las herramientas mecánicas se corresponden con lo que se necesita?		X		
24	¿Las herramientas eléctricas se corresponden con lo que se necesita?			X	
25	¿Las herramientas de taller se corresponden con lo que se necesita?			X	
26	¿Los equipos de medida están calibrados?				X

Figura 16. Auditoría técnica de mantenimiento final.

Fuente: Renovetec.

27	¿Existe un inventario de herramientas?				X
28	¿Se han analizado los fallos críticos de la planta?			X	
29	¿El Plan está orientado a evitar esos fallos críticos de la planta y/o a reducir sus consecuencias?			X	
30	¿El plan de mantenimiento se realiza?			X	
31	¿El número de averías repetitivas es bajo?				X
32	¿El tiempo medio de resolución de una avería es bajo?			X	
33	¿El número de averías pendientes de reparación es bajo?	X			
34	¿La razón por la que las averías pendientes están pendientes está justificada?			X	
35	¿Los procedimientos son claros y perfectamente entendibles?				X
36	¿Los procedimientos de mantenimiento se actualizan periódicamente?				X
37	¿Todos los trabajos que se realizan se reflejan en una orden de trabajo?			X	
38	¿El formato de esta orden de trabajo es adecuado?	X			
39	¿Los operarios cumplimentan correctamente estas órdenes?			X	
40	¿Se emite un informe periódico que analiza la evolución del departamento de mantenimiento?			X	
41	¿Se ha elaborado una lista de repuesto mínimo que debe permanecer en stock?			X	
42	¿Los criterios empleados para elaborar esa lista son válidos?				X
43	¿Se comprueba periódicamente que se dispone de ese stock?			X	
44	¿La lista de stock mínimo se actualiza y mejora periódicamente?			X	
45	¿Se realizan periódicamente inventarios de repuesto?			X	
46	¿El almacén está limpio y ordenado?				X
47	¿Es fácil localizar cualquier pieza?				X
48	¿La disponibilidad media de los equipos significativos es la adecuada?			X	
49	¿El número de O.T. de emergencia es bajo?			X	
50	¿El número de O.T. de emergencia está descendiendo?				X
51	¿El tiempo medio de reparación en equipos significativos está descendiendo?			X	
52	¿El número de horas/hombre invertidas en mantenimiento es el adecuado?				X
53	¿El gasto en repuestos es el adecuado?			X	
54	¿El gasto en repuestos está descendiendo?			X	

Figura 17. Auditoría técnica de mantenimiento final.

Fuente: Renovetec.

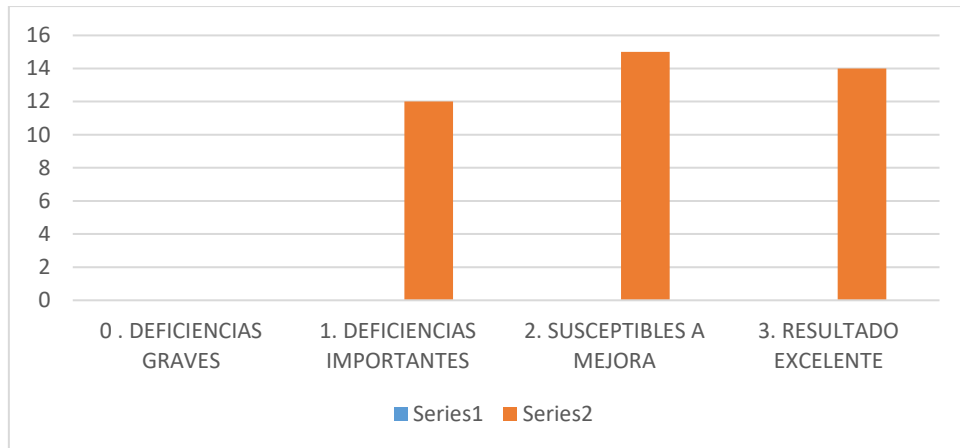



Figura 18. Evaluación de los criterios de calificación en la gestión de mantenimiento de la planta de harina.

Fuente: Figuras 17, 18 y 19.

En la figura 20. Se puede apreciar el resultado de la suma total de las calificaciones de los valores del cuestionario – auditoría técnica de mantenimiento final, dónde se observó que el valor mayor es “2” que significa susceptibles a mejora, lo que indica que el sistema de mantenimiento actual de la Planta de Harina de COPEINCA S.A.C, funciona correctamente, pero con posibilidades claras de mejora. existen deficiencias importantes que se deben mejorar para lograr una gestión efectiva a pesar que según el índice de conformidad el sistema de gestión de mantenimiento es aceptable y mejorable a la vez, también se observó que el segundo mayor valor es “3” que resultado excelente, lo cual indica una alta satisfacción y gestión de mantenimiento tanto en la planta de harina de pescado como en la de agua de colas.


Anexo 22. Fallas de los equipos rotativos.

Tabla 130. Muestreo de fallas del enfriador industrial en el mes de octubre.

	Enfriador industrial		Octubre
	Fecha	Tiempo de operación (Hr)	Paradas programadas (Hr)
1/10/2019	23	1	0
2/10/2019	23	1	0
3/10/2019	23	1	0
4/10/2019	23	1	0
5/10/2019	23	1	0
6/10/2019	23	1	0
7/10/2019	23	1	0
8/10/2019	23	1	0
9/10/2019	23	1	0
10/10/2019	23	1	0
11/10/2019	23	1	0
12/10/2019	23	1	0
13/10/2019	23	1	0
14/10/2019	23	1	0
15/10/2019	23	1	0
16/10/2019	23	1	0
17/10/2019	23	1	0
18/10/2019	23	1	0
19/10/2019	23	1	0
20/10/2019	23	1	0
21/10/2019	23	1	0
22/10/2019	23	1	0
23/10/2019	23	1	0
24/10/2019	23	1	0
25/10/2019	23	1	0
26/10/2019	23	1	0
27/10/2019	23	1	0
28/10/2019	23	1	0
29/10/2019	23	1	0
30/10/2019	23	1	0
31/10/2019	23	1	0
Total (Hr)	713	31	0
Total (%)	95.83	4.17	0.00


Fuente: Toma de datos directa de la planta de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

Tabla 131. Muestreo de fallas del ventilador centrífugo en el mes de octubre.

	Ventilador centrífugo		Octubre
	Fecha	Tiempo de operación (Hr)	Paradas programadas (Hr)
1/10/2019	23	1	0
2/10/2019	23	1	0
3/10/2019	23	1	0
4/10/2019	23	1	0
5/10/2019	23	1	0
6/10/2019	23	1	0
7/10/2019	23	1	0
8/10/2019	23	1	0
9/10/2019	23	1	0
10/10/2019	23	1	0
11/10/2019	23	1	0
12/10/2019	23	1	0
13/10/2019	23	1	0
14/10/2019	23	1	0
15/10/2019	23	1	0
16/10/2019	23	1	0
17/10/2019	23	1	0
18/10/2019	23	1	0
19/10/2019	23	1	0
20/10/2019	23	1	0
21/10/2019	23	1	0
22/10/2019	23	1	0
23/10/2019	23	1	0
24/10/2019	23	1	0
25/10/2019	23	1	0
26/10/2019	23	1	0
27/10/2019	23	1	0
28/10/2019	23	1	0
29/10/2019	23	1	0
30/10/2019	23	1	0
31/10/2019	23	1	0
Total (Hr)	713	31	0
Total (%)	95.83	4.17	0.00


Fuente: Toma de datos directa de la planta de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

Tabla 132. Muestreo de fallas de la prensa doble tornillo en el mes de octubre.

	Prensa doble tornillo		Octubre
	Tiempo de operación (Hr)	Paradas programadas (Hr)	tiempo de reparación (Hr)
1/10/2019	23	1	0
2/10/2019	23	1	0
3/10/2019	23	1	0
4/10/2019	23	1	0
5/10/2019	23	1	0
6/10/2019	23	1	0
7/10/2019	23	1	0
8/10/2019	23	1	0
9/10/2019	23	1	0
10/10/2019	23	1	0
11/10/2019	23	1	0
12/10/2019	23	1	0
13/10/2019	23	1	0
14/10/2019	23	1	0
15/10/2019	23	1	0
16/10/2019	23	1	0
17/10/2019	23	1	0
18/10/2019	23	1	0
19/10/2019	23	1	0
20/10/2019	23	1	0
21/10/2019	23	1	0
22/10/2019	23	1	0
23/10/2019	23	1	0
24/10/2019	23	1	0
25/10/2019	23	1	0
26/10/2019	23	1	0
27/10/2019	23	1	0
28/10/2019	23	1	0
29/10/2019	23	1	0
30/10/2019	23	1	0
31/10/2019	23	1	0
Total (Hr)	713	31	0
Total (%)	95.83	4.17	0.00


Fuente: Toma de datos directa de la planta de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

Tabla 133. Muestreo de fallas del secador rotadisk en el mes de octubre.

	Secador Rotadisk		Octubre
	Fecha	Tiempo de operación (Hr)	Paradas programadas (Hr)
1/10/2019	23	1	0
2/10/2019	23	1	0
3/10/2019	23	1	0
4/10/2019	23	1	0
5/10/2019	23	1	0
6/10/2019	23	1	0
7/10/2019	23	1	0
8/10/2019	23	1	0
9/10/2019	23	1	0
10/10/2019	23	1	0
11/10/2019	23	1	0
12/10/2019	23	1	0
13/10/2019	23	1	0
14/10/2019	23	1	0
15/10/2019	23	1	0
16/10/2019	23	1	0
17/10/2019	23	1	0
18/10/2019	23	1	0
19/10/2019	23	1	0
20/10/2019	23	1	0
21/10/2019	23	1	0
22/10/2019	23	1	0
23/10/2019	23	1	0
24/10/2019	23	1	0
25/10/2019	23	1	0
26/10/2019	23	1	0
27/10/2019	23	1	0
28/10/2019	23	1	0
29/10/2019	23	1	0
30/10/2019	23	1	0
31/10/2019	23	1	0
Total (Hr)	713	31	0
Total (%)	95.83	4.17	0.00


Fuente: Toma de datos directa de la planta de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

Tabla 134. Muestreo de fallas de la hidrolavadora en el mes de octubre.

	Hidrolavadora		Octubre
	Fecha	Tiempo de operación (Hr)	Paradas programadas (Hr)
1/10/2019	23	1	0
2/10/2019	23	1	0
3/10/2019	23	1	0
4/10/2019	23	1	0
5/10/2019	23	1	0
6/10/2019	23	1	0
7/10/2019	23	1	0
8/10/2019	23	1	0
9/10/2019	23	1	0
10/10/2019	23	1	0
11/10/2019	23	1	0
12/10/2019	23	1	0
13/10/2019	23	1	0
14/10/2019	23	1	0
15/10/2019	23	1	0
16/10/2019	23	1	0
17/10/2019	23	1	0
18/10/2019	23	1	0
19/10/2019	23	1	0
20/10/2019	23	1	0
21/10/2019	23	1	0
22/10/2019	23	1	0
23/10/2019	23	1	0
24/10/2019	23	1	0
25/10/2019	23	1	0
26/10/2019	23	1	0
27/10/2019	23	1	0
28/10/2019	23	1	0
29/10/2019	23	1	0
30/10/2019	23	1	0
31/10/2019	23	1	0
Total (Hr)	713	31	0
Total (%)	95.83	4.17	0.00


Fuente: Toma de datos directa de la planta de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

Tabla 135. Muestreo de fallas del separador de sólidos en el mes de octubre.

	Separador de sólidos		Octubre
	Fecha	Tiempo de operación (Hr)	Paradas programadas (Hr)
1/10/2019	23	1	0
2/10/2019	23	1	0
3/10/2019	23	1	0
4/10/2019	23	1	0
5/10/2019	23	1	0
6/10/2019	23	1	0
7/10/2019	23	1	0
8/10/2019	23	1	0
9/10/2019	23	1	0
10/10/2019	23	1	0
11/10/2019	23	1	0
12/10/2019	23	1	0
13/10/2019	23	1	0
14/10/2019	23	1	0
15/10/2019	23	1	0
16/10/2019	23	1	0
17/10/2019	23	1	0
18/10/2019	23	1	0
19/10/2019	23	1	0
20/10/2019	23	1	0
21/10/2019	23	1	0
22/10/2019	23	1	0
23/10/2019	23	1	0
24/10/2019	23	1	0
25/10/2019	23	1	0
26/10/2019	23	1	0
27/10/2019	23	1	0
28/10/2019	23	1	0
29/10/2019	23	1	0
30/10/2019	23	1	0
31/10/2019	23	1	0
Total (Hr)	713	31	0
Total (%)	95.83	4.17	0.00


Fuente: Toma de datos directa de la planta de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

Tabla 136. Muestreo de fallas de la cocedora de pedestal en el mes de octubre.

	Cocedora de pedestal		Octubre
	Fecha	Tiempo de operación (Hr)	Paradas programadas (Hr)
1/10/2019	23	1	0
2/10/2019	23	1	0
3/10/2019	23	1	0
4/10/2019	23	1	0
5/10/2019	23	1	0
6/10/2019	23	1	0
7/10/2019	23	1	0
8/10/2019	23	1	0
9/10/2019	23	1	0
10/10/2019	23	1	0
11/10/2019	23	1	0
12/10/2019	23	1	0
13/10/2019	23	1	0
14/10/2019	23	1	0
15/10/2019	23	1	0
16/10/2019	23	1	0
17/10/2019	23	1	0
18/10/2019	23	1	0
19/10/2019	23	1	0
20/10/2019	23	1	0
21/10/2019	23	1	0
22/10/2019	23	1	0
23/10/2019	23	1	0
24/10/2019	23	1	0
25/10/2019	23	1	0
26/10/2019	23	1	0
27/10/2019	23	1	0
28/10/2019	23	1	0
29/10/2019	23	1	0
30/10/2019	23	1	0
31/10/2019	23	1	0
Total (Hr)	713	31	0
Total (%)	95.83	4.17	0.00


Fuente: Toma de datos directa de la planta de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

Tabla 137. Muestreo de fallas del separador industrial en el mes de octubre.

	Separador industrial		Octubre
	Fecha	Tiempo de operación (Hr)	Paradas programadas (Hr)
1/10/2019	23	1	0
2/10/2019	23	1	0
3/10/2019	23	1	0
4/10/2019	23	1	0
5/10/2019	23	1	0
6/10/2019	23	1	0
7/10/2019	23	1	0
8/10/2019	23	1	0
9/10/2019	18	1	5
10/10/2019	23	1	0
11/10/2019	23	1	0
12/10/2019	23	1	0
13/10/2019	23	1	0
14/10/2019	20	1	3
15/10/2019	23	1	0
16/10/2019	23	1	0
17/10/2019	23	1	0
18/10/2019	23	1	0
19/10/2019	23	1	0
20/10/2019	23	1	0
21/10/2019	23	1	0
22/10/2019	23	1	0
23/10/2019	23	1	0
24/10/2019	23	1	0
25/10/2019	23	1	0
26/10/2019	23	1	0
27/10/2019	23	1	0
28/10/2019	23	1	0
29/10/2019	23	1	0
30/10/2019	23	1	0
31/10/2019	23	1	0
Total (Hr)	705	31	8
Total (%)	94.76	4.17	1.08


Fuente: Toma de datos directa de la planta de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

Tabla 138. Muestreo de fallas del eliminador de humedad en el mes de octubre.

	Eliminador de humedad		Octubre
	Fecha	Tiempo de operación (Hr)	Paradas programadas (Hr)
1/10/2019	23	1	0
2/10/2019	23	1	0
3/10/2019	23	1	0
4/10/2019	23	1	0
5/10/2019	23	1	0
6/10/2019	23	1	0
7/10/2019	23	1	0
8/10/2019	23	1	0
9/10/2019	23	1	0
10/10/2019	23	1	0
11/10/2019	23	1	0
12/10/2019	23	1	0
13/10/2019	23	1	0
14/10/2019	23	1	0
15/10/2019	23	1	0
16/10/2019	23	1	0
17/10/2019	23	1	0
18/10/2019	23	1	0
19/10/2019	23	1	0
20/10/2019	23	1	0
21/10/2019	23	1	0
22/10/2019	23	1	0
23/10/2019	23	1	0
24/10/2019	23	1	0
25/10/2019	23	1	0
26/10/2019	23	1	0
27/10/2019	23	1	0
28/10/2019	23	1	0
29/10/2019	23	1	0
30/10/2019	23	1	0
31/10/2019	23	1	0
Total (Hr)	713	31	0
Total (%)	95.83	4.17	0.00


Fuente: Toma de datos directa de la planta de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

Tabla 139. Muestreo de fallas del evaporador de residuos en el mes de octubre.

	Evaporador de residuos		Octubre
	Fecha	Tiempo de operación (Hr)	Paradas programadas (Hr)
1/10/2019	23	1	0
2/10/2019	23	1	0
3/10/2019	23	1	0
4/10/2019	23	1	0
5/10/2019	23	1	0
6/10/2019	23	1	0
7/10/2019	23	1	0
8/10/2019	23	1	0
9/10/2019	23	1	0
10/10/2019	23	1	0
11/10/2019	23	1	0
12/10/2019	23	1	0
13/10/2019	23	1	0
14/10/2019	23	1	0
15/10/2019	23	1	0
16/10/2019	23	1	0
17/10/2019	23	1	0
18/10/2019	23	1	0
19/10/2019	23	1	0
20/10/2019	23	1	0
21/10/2019	23	1	0
22/10/2019	23	1	0
23/10/2019	23	1	0
24/10/2019	23	1	0
25/10/2019	23	1	0
26/10/2019	23	1	0
27/10/2019	23	1	0
28/10/2019	23	1	0
29/10/2019	23	1	0
30/10/2019	23	1	0
31/10/2019	23	1	0
Total (Hr)	713	31	0
Total (%)	95.83	4.17	0.00


Fuente: Toma de datos directa de la planta de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

Tabla 140. Muestreo de fallas del generador de microburbujas en el mes de octubre.

	Generador de microburbujas		Octubre
	Fecha	Tiempo de operación (Hr)	Paradas programadas (Hr)
1/10/2019	23	1	0
2/10/2019	23	1	0
3/10/2019	23	1	0
4/10/2019	23	1	0
5/10/2019	23	1	0
6/10/2019	23	1	0
7/10/2019	23	1	0
8/10/2019	23	1	0
9/10/2019	23	1	0
10/10/2019	23	1	0
11/10/2019	23	1	0
12/10/2019	23	1	0
13/10/2019	23	1	0
14/10/2019	23	1	0
15/10/2019	23	1	0
16/10/2019	23	1	0
17/10/2019	23	1	0
18/10/2019	23	1	0
19/10/2019	23	1	0
20/10/2019	23	1	0
21/10/2019	23	1	0
22/10/2019	23	1	0
23/10/2019	23	1	0
24/10/2019	23	1	0
25/10/2019	23	1	0
26/10/2019	23	1	0
27/10/2019	23	1	0
28/10/2019	23	1	0
29/10/2019	23	1	0
30/10/2019	23	1	0
31/10/2019	23	1	0
Total (Hr)	713	31	0
Total (%)	95.83	4.17	0.00


Fuente: Toma de datos directa de la planta de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

Tabla 141. Muestreo de fallas del reductor cicloidal en el mes de octubre.

	Reductor cicloidal		Octubre
	Fecha	Tiempo de operación (Hr)	Paradas programadas (Hr)
1/10/2019	23	1	0
2/10/2019	23	1	0
3/10/2019	23	1	0
4/10/2019	23	1	0
5/10/2019	23	1	0
6/10/2019	23	1	0
7/10/2019	23	1	0
8/10/2019	23	1	0
9/10/2019	23	1	0
10/10/2019	23	1	0
11/10/2019	23	1	0
12/10/2019	23	1	0
13/10/2019	23	1	0
14/10/2019	23	1	0
15/10/2019	23	1	0
16/10/2019	23	1	0
17/10/2019	23	1	0
18/10/2019	23	1	0
19/10/2019	23	1	0
20/10/2019	23	1	0
21/10/2019	23	1	0
22/10/2019	23	1	0
23/10/2019	23	1	0
24/10/2019	23	1	0
25/10/2019	23	1	0
26/10/2019	23	1	0
27/10/2019	23	1	0
28/10/2019	23	1	0
29/10/2019	23	1	0
30/10/2019	23	1	0
31/10/2019	23	1	0
Total (Hr)	713	31	0
Total (%)	95.83	4.17	0.00


Fuente: Toma de datos directa de la planta de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

Tabla 142. Muestreo de fallas de la bomba centrífuga en el mes de octubre.

	Bomba centrífuga		Octubre
	Fecha	Tiempo de operación (Hr)	Paradas programadas (Hr)
1/10/2019	23	1	0
2/10/2019	23	1	0
3/10/2019	23	1	0
4/10/2019	23	1	0
5/10/2019	23	1	0
6/10/2019	23	1	0
7/10/2019	23	1	0
8/10/2019	23	1	0
9/10/2019	23	1	0
10/10/2019	23	1	0
11/10/2019	23	1	0
12/10/2019	23	1	0
13/10/2019	23	1	0
14/10/2019	23	1	0
15/10/2019	23	1	0
16/10/2019	23	1	0
17/10/2019	23	1	0
18/10/2019	23	1	0
19/10/2019	23	1	0
20/10/2019	23	1	0
21/10/2019	23	1	0
22/10/2019	23	1	0
23/10/2019	23	1	0
24/10/2019	23	1	0
25/10/2019	23	1	0
26/10/2019	23	1	0
27/10/2019	23	1	0
28/10/2019	23	1	0
29/10/2019	23	1	0
30/10/2019	23	1	0
31/10/2019	23	1	0
Total (Hr)	713	31	0
Total (%)	95.83	4.17	0.00


Fuente: Toma de datos directa de la planta de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

Tabla 143. Muestreo de fallas de la electrobomba en el mes de octubre.

	Electrobomba		Octubre
	Fecha	Tiempo de operación (Hr)	Paradas programadas (Hr)
1/10/2019	23	1	0
2/10/2019	23	1	0
3/10/2019	23	1	0
4/10/2019	23	1	0
5/10/2019	23	1	0
6/10/2019	23	1	0
7/10/2019	23	1	0
8/10/2019	23	1	0
9/10/2019	23	1	0
10/10/2019	23	1	0
11/10/2019	23	1	0
12/10/2019	23	1	0
13/10/2019	23	1	0
14/10/2019	23	1	0
15/10/2019	23	1	0
16/10/2019	23	1	0
17/10/2019	23	1	0
18/10/2019	23	1	0
19/10/2019	21	1	2
20/10/2019	23	1	0
21/10/2019	23	1	0
22/10/2019	23	1	0
23/10/2019	23	1	0
24/10/2019	23	1	0
25/10/2019	23	1	0
26/10/2019	23	1	0
27/10/2019	23	1	0
28/10/2019	23	1	0
29/10/2019	23	1	0
30/10/2019	23	1	0
31/10/2019	23	1	0
Total (Hr)	711	31	2
Total (%)	95.56	4.17	0.27

Fuente: Toma de datos directa de la planta de harina de pescado y agua de colas de COPEINCA S.A.C.

Tabla 144. Horas de producción perdidas por fallas de los equipos rotativos en el mes de octubre.

 COPEINCA	Producción perdida (Hr) - Mayo	Producción por hora (Tn)	Producción perdida
Enfriador Industrial	0	10.8	0
Ventilador Centrifugo	0		0
Prensa Doble Tornillo	0		0
Secador Rotadisk	0		0
Hidrolavadora	0		0
Separadora de solidos	0		0
Cocedora de pedestal	0		0
Sepador Industrial	0		0
Eliminador de humedad	0		0
Evaporador de residuos	0		0
Generador de microburbujas	0		0
Reductor Cicloidal	0		0
Bomba centrifuga	0		0
Electrobomba	2		21.6
TOTAL	2		10.8

Fuente: Tablas 130 a 143.

Anexo 23. Costo de capacitación al personal para implementación del análisis vibracional.

Tabla 145. *Costos de mantenimiento predictivo de equipos rotativos de las plantas de harina de pescado y agua de colas en el mes de agosto, COPEINCA SAC.*

	Costos de mantenimiento predictivo (capacitación)- julio COPEINCA S.A.C			
	Personal	Cargo	Horas invertidas	Costo H.H S/.
Ing. Omar Justiniano	Expositor	40	22.50	900.00
Salazar Quequén Edwin	Personal de mantenimiento	40	12.50	500.00
Velásquez Rodríguez Rufino	Personal de mantenimiento	40	12.50	500.00
Mayanga Pozo Joel	Personal de mantenimiento	40	12.50	500.00
Solis Moya Edgar	Personal de mantenimiento	40	12.50	500.00
TOTAL		240		2900.00

Fuente: Elaboración propia.


Anexo 24. Costos de mantenimiento correctivo final.

Tabla 146. *Costos de mantenimiento correctivo de equipos rotativos de las plantas de harina de pescado y agua de colas en el mes de julio, COPEINCA SAC.*

 COPEINCA	Costos de mantenimiento correctivo - julio COPEINCA S.A.C							
Equipos	N° de fallas	Horas totales	N° trabajadores	Costo H.H S/.	Costo M.O S/.	Costo unit. Repuesto s/.	Costo total repuesto S/.	Costo M.C S/.
Enfriador Industrial	0	0	0	15	0	0	0	0
Ventilador Centrifugo	0	0	0	15	0	0	0	0
Prensa Doble Tornillo	0	0	0	15	0	0	0	0
Secador Rotadisk	2	4	5	15	300	9750	19500	19800
Hidrolavadora	0	0	0	15	0	0	0	0
Separadora de solidos	0	0	0	15	0	0	0	0
Cocedora de pedestal	0	0	0	15	0	0	0	0
Sepador Industrial	0	0	0	15	0	0	0	0
Eliminador de humedad en aire comprimido	0	0	0	15	0	0	0	0
Evaporador de residuos	0	0	0	15	0	0	0	0
Generador de micro - burbujas	0	0	0	15	0	0	0	0
Reductor Cicloidal	0	0	0	15	0	0	0	0
Bomba centrifuga	0	0	0	15	0	0	0	0
Electrobomba	0	0	0	15	0	0	0	0
Total	2	4						S/19,800.00


Fuente: Área de mantenimiento de COPEINCA S.A.C.

Tabla 147. Costos de mantenimiento correctivo de equipos rotativos de las plantas de harina de pescado y agua de colas en el mes de agosto, COPEINCA SAC.

	Costos de mantenimiento correctivo - agosto COPEINCA S.A.C							
	Equipos	N° de fallas	Horas totales	N° trabajadores	Costo H.H S/.	Costo M.O S/.	Costo unit. Repuesto s/.	Costo total repuesto S/.
Enfriador Industrial	0	0	0	15	0	0	0	0
Ventilador Centrifugo	0	0	0	15	0	0	0	0
Prensa Doble Tornillo	2	5	5	15	375	9700	19400	19775
Secador Rotadisk	0	0	0	15	0	0	0	0
Hidrolavadora	0	0	0	15	0	0	0	0
Separadora de solidos	0	0	0	15	0	0	0	0
Cocedora de pedestal	0	0	0	15	0	0	0	0
Sepador Industrial	0	0	0	15	0	0	0	0
Eliminador de humedad en aire comprimido	0	0	0	15	0	0	0	0
Evaporador de residuos	0	0	0	15	0	0	0	0
Generador de micro - burbujas	0	0	0	15	0	0	0	0
Reductor Cicloidal	0	0	0	15	0	0	0	0
Bomba centrifuga	0	0	0	15	0	0	0	0
Electrobomba	0	0	0	15	0	0	0	0
Total	2	5						S/19,775.00

Fuente: Área de mantenimiento de COPEINCA S.A.C.

Tabla 148. Costos de mantenimiento correctivo de equipos rotativos de las plantas de harina de pescado y agua de colas en el mes de setiembre, COPEINCA S.A.C.

	Costos de mantenimiento correctivo - setiembre COPEINCA S.A.C							
	Equipos	N° de fallas	Horas totales	N° trabajadores	Costo H.H S/.	Costo M.O S/.	Costo unit. Repuesto s/.	Costo total repuesto S/.
Enfriador Industrial	0	0	0	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ventilador Centrifugo	0	0	0	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Prensa Doble Tornillo	0	0	0	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Secador Rotadisk	0	0	0	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hidrolavadora	0	0	0	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Separadora de solidos	0	0	0	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cocedora de pedestal	0	0	0	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sepador Industrial	2	8	5	15.00	600.00	8100.00	16200.00	16800.00
Eliminador de humedad en aire comprimido	0	0	0	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Evaporador de residuos	0	0	0	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Generador de micro - burbujas	0	0	0	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Reductor Cicloidal	0	0	0	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bomba centrifuga	0	0	0	15.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Electrobomba	1	2	5	15.00	150.00	300.00	300.00	450.00
Total	3	10						S/17,250.00

Fuente: Área de mantenimiento de COPEINCA S.A.C.

Tabla 149. Costos de mantenimiento correctivo de equipos rotativos de las plantas de harina de pescado y agua de colas en el mes de octubre, COPEINCA SAC.

Equipos	N° de fallas	Horas totales	N° trabajadores	Costo H.H S/.	Costo M.O S/.	Costo unit. Repuesto s/.	Costo total repuesto S/.	Costo M.C S/.
Enfriador Industrial	1	2	5	15	150	10700	10700	10850
Ventilador Centrifugo	0	0	0	15	0	8900	0	0
Prensa Doble Tornillo	0	0	0	15	0	9700	0	0
Secador Rotadisk	0	0	0	15	0	9750	0	0
Hidrolavadora	0	0	0	15	0	0	0	0
Separadora de solidos	0	0	0	15	0	2900	0	0
Cocedora de pedestal	0	0	0	0	0	0	0	0
Sepador Industrial	0	0	0	15	0	7900	0	0
Eliminador de humedad en aire comprimido	0	0	0	15	0	4700	0	0
Evaporador de residuos	0	0	0	15	0	3749	0	0
Generador de micro - burbujas	1	5	5	15	375	4848	4848	5223
Reductor Cicloidal	0	0	0	15	0	0	0	0
Bomba centrifuga	0	0	0	15	0	950	0	0
Electrobomba	0	0	0	15	0	0	0	0
Total	2	7						S/16,073.00

Fuente: Área de mantenimiento de COPEINCA S.A.C.

Anexo 25. Costos de mantenimiento preventivo final.


Tabla 150. *Costos de mantenimiento preventivo de equipos rotativos de las plantas de harina de pescado y agua de colas COPEINCA SAC.*

	Costos de mantenimiento preventivo - COPEINCA S.A.C						
	Julio S/.	Agosto S/.	Septiembre S/.	Octubre S/.	Noviembre S/.	Diciembre S/.	Total S/.
Enfriador Industrial	2100.00		2050.00		1980.00		6130.00
Ventilador Centrifugo		1450.00		1450.00		1450.00	4350.00
Prensa Doble Tornillo	1300.00				2150.00		3450.00
Secador Rotadisk			1258.70				1258.70
Hidrolavadora		1050.00		1050.00			2100.00
Separadora de solidos	2100.00		2050.00		1980.00		6130.00
Cocedora de pedestal		1450.00		1450.00		1450.00	4350.00
Separador Industrial	1300.00				2150.00		3450.00
Eliminador de humedad en aire comprimido			1258.70				1258.70
Evaporador de residuos		1050.00		1050.00			2100.00
Generador de micro – burbujas	1300.00				2150.00		3450.00
Reductor Cicloidal			1258.70				1258.70
Bomba centrifuga		1050.00		1050.00			2100.00
Electrobomba			1800.00			1800.00	3600.00
TOTAL	8100.00	6050.00	9676.10	6050.00	10410.00	4700.00	S/. 44,986.10

Fuente: Área de mantenimiento de COPEINCA S.A.C.

Anexo 26. Costo de mantenimiento predictivo final COPEINCA SAC.

Tabla 151. *Costos de mantenimiento predictivo de equipos rotativos de las plantas de harina de pescado y agua de en el mes de septiembre, COPEINCA SAC.*

 COPEINCA	Costos de mantenimiento predictivo - setiembre COPEINCA S.A.C								
Equipos	N° de análisis	Horas de análisis	N° trabajadores	Costo H.H S/.	Costo M.O S/.	Tiempo de análisis	Costo H/H S/.	Costo de análisis	Costo M.C S/.
Enfriador industrial	1	4	3	15.00	180.00	4	32.50	130.00	310.00
Ventilador centrifugo	1	4	3	15.00	180.00	6	32.50	195.00	375.00
Prensa doble tornillo	1	4	3	15.00	180.00	6	32.50	195.00	375.00
Secador rotadisk	1	4	3	15.00	180.00	6	32.50	195.00	375.00
Hidrolavadora	1	4	3	0.00	0.00	4	32.50	130.00	130.00
Separadora de solidos	1	4	3	15.00	180.00	6	32.50	195.00	375.00
Cocedora de pedestal	1	4	3	15.00	180.00	4	32.50	130.00	310.00
Sepador industrial	1	4	3	15.00	180.00	6	32.50	195.00	375.00
Eliminador de humedad en aire comprimido	1	4	3	15.00	180.00	4	32.50	130.00	310.00
Evaporador de residuos	1	4	3	15.00	180.00	6	32.50	195.00	375.00
Generador de micro - burbujas	1	4	3	15.00	180.00	4	32.50	130.00	310.00
Reductor cicloidal	1	4	3	0.00	0.00	6	32.50	195.00	195.00
Bomba centrifuga	1	4	3	15.00	180.00	4	32.50	130.00	310.00
Electrobomba	1	4	3	15.00	180.00	4	32.50	130.00	310.00
Total	14	56							s/ 4,435.00

Fuente: Área de mantenimiento de COPEINCA S.A.C.

Anexo 27. Representación de impacto potencial en costos acorde al grado de fallas de equipos rotativos según Electro Industria.

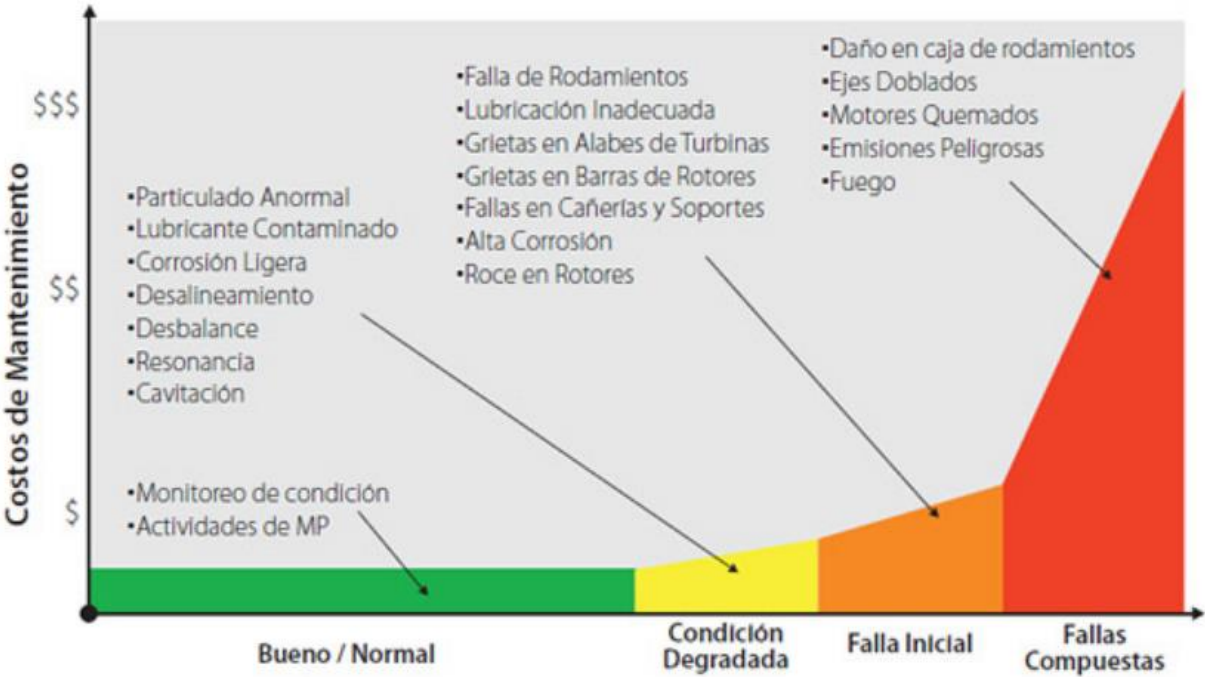


Figura 19. Representación de impacto potencial en costos acorde al grado de fallas de equipos rotativos.

Fuente: Electro industria.

Anexo 28. Constancias de validaciones de instrumentos.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Mori Lora Eliel Valentin,
 con DNI N° 41059416 de profesión Ing. en Confidencialidad.,
 ejerciendo actualmente como analista de fallos.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de Diagrama de Procesos de la planta de harina de la empresa COPEINCA SAC

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencias de ítems			✓	
Amplitud del contenido			✓	
Relación de los ítems			✓	
Claridad y precisión			✓	
Pertinencia			✓	

En Chimbote, a los 09 día del mes de Jun. del 2019



Eliel Valentin Mori Lora
 CONDITION MONITORING ANALYST
 Strategy and Planning



Figura 20. Constancia de validación del diagrama de procesos por el Ing. Mori Lora, Eliel.

Fuente: Elaboración propia.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Mori Lora Eliel Valentin,
con DNI N° 41 0594 66 de profesión Ing. en Confiabilidad,
ejerciendo actualmente como analista de fallos

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de Ficha Técnica de equipos que se encuentran en la planta de harina de pescado de la empresa COPEINCA SAC

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencias de ítems			✓	
Amplitud del contenido		✓		
Relación de los ítems			✓	
Claridad y precisión			✓	
Pertinencia			✓	

En Chimbote, a los 09 día del mes de Jun del 2019


Eliel Valentin Mori Lora
CONDITION MONITORING ANALYST
Strategy and Planning

 Scanned with
CamScanner

Figura 21. Constancia de validación de la ficha técnica de equipos por el Ing. Mori Lora, Eliel.

Fuente: Elaboración propia.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Mori Lora Eliel Valentin,
con DNI N° 41059416 de profesión Ing. en Contabilidad,
ejerciendo actualmente como analista de fallos

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de Historial de Fallas de los equipos que se encuentran en la planta de harina de pescado de la empresa COPEINCA SAC

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencias de ítems			✓	
Amplitud del contenido		✓		
Relación de los ítems			✓	
Claridad y precisión		✓		
Pertinencia			✓	

En Chimbote, a los 09 día del mes de Jun del 2019

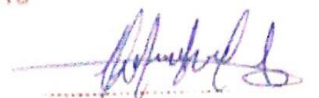

Eliel Valentin Mori Lora
CONDITION MONITORING ANALYS
Strategy and Planning

Figura 22. Constancia de validación del historial de fallas por el Ing. Mori Lora, Eliel.

Fuente: Elaboración propia.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, MORI LORA Eliel Valentin,
 con DNI N° 4105 9416 de profesión Ing. en confiabilidad,
 ejerciendo actualmente como analista de fallas

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de Programa de Mantenimiento Predictivo de los equipos que se encuentran en la planta de harina de pescado de la empresa COPEINCA SAC

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencias de ítems			✓	
Amplitud del contenido		✓		
Relación de los ítems		✓		
Claridad y precisión		✓		
Pertinencia			✓	

En Chimbote, a los 09 día del mes de Jun del 2019



 Eliel Valentin Mori Lora
 CONDITION MONITORING ANALYST
 Strategy and Planning

Figura 23. Constancia de validación del registro de fallas por el Ing. Mori Lora, Eliel.

Fuente: Elaboración propia.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, MORI LORA Eriel Valentin,
 con DNI N° 41 05 44 16 de profesión Ing. en Contabilidad,
 ejerciendo actualmente como analista de fallas

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de Costos de Mantenimiento Correctivo de los equipos que se encuentran en la planta de harina de pescado de la empresa COPEINCA SAC

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencias de ítems			✓	
Amplitud del contenido			✓	
Relación de los ítems				✓
Claridad y precisión			✓	
Pertinencia				✓

En Chimbote, a los 09 día del mes de Jun del 2019

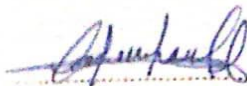

 Eriel Valentin Mori Lora
 CONDITION MONITORING ANALYST
 Strategy and Planning

Figura 24. Constancia de validación de costos de mantenimiento correctivo por el Ing. Mori Lora, Eriel.

Fuente: Elaboración propia.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Mori Lora Eliel Valentin,
 con DNI N° 4105 9416 de profesión Ing. en confiabilidad,
 ejerciendo actualmente como analista de fallos

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de Costos de Mantenimiento Preventivo de los equipos que se encuentran en la planta de harina de pescado de la empresa COPEINCA SAC

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencias de ítems				—
Amplitud del contenido			—	
Relación de los ítems				—
Claridad y precisión			—	
Pertinencia				—

En Chimbote, a los 09 día del mes de Jun del 2019

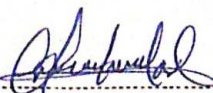

 Eliel Valentin Mori Lora
 CONDITION MONITORING ANALYST
 Strategy and Planning

Figura 25. Constancia de validación costos de mantenimiento preventivo por el Ing. Mori Lora, Eliel.

Fuente: Elaboración propia.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Mori Lora Eliel Valentín,
 con DNI N° 21 05 9416 de profesión Ing. en Contabilidad,
 ejerciendo actualmente como analista de costos.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de Costo de Mantenimiento Predictivo de los equipos que se encuentran en la planta de harina de pescado de la empresa COPEINCA SAC

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencias de ítems			←	
Amplitud del contenido			←	
Relación de los ítems				←
Claridad y precisión			←	
Pertinencia				←

En Chimbote, a los 09 día del mes de Jun del 2019



 Eliel Valentín Mori
 CONDITION MONITORING ANALYST
 Strategy and Planning

Figura 26. Constancia de validación costos de mantenimiento predictivo por el Ing. Mori Lora, Eliel.

Fuente: Elaboración propia.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Mori Lora Eliel Valentin
con DNI N° 41059416 de profesión Ing. en Contabilidad,
ejerciendo actualmente como auditor de fallas

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de Costos de Mantenimiento Total de los equipos que se encuentran en la planta de harina de pescado de la empresa COPEINCA SAC

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencias de ítems			✓	
Amplitud del contenido			✓	
Relación de los ítems				✓
Claridad y precisión			✓	
Pertinencia				✓

En Chimbote, a los 09 día del mes de Jun del 2019

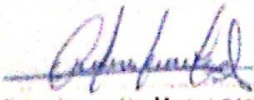

Eliel Valentin Mori Lora
CONDITION MONITORING ANALYST
Strategy and Planning

Figura 27. Constancia de validación de costos de mantenimiento total por el Ing. Mori Lora, Eliel.

Fuente: Elaboración propia.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Samuel Josué Oliver Cossios Risco,
con DNI N° 73300484 de profesión Ingeniero Industrial,
ejerciendo actualmente como Planner de Mantenimiento.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de Diagrama de Procesos de la planta de harina de la empresa COPEINCA SAC

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencias de ítems				X
Amplitud del contenido			X	
Relación de los ítems				X
Claridad y precisión				X
Pertinencia				X

En Chimbote, a los 06 día del mes de 06 del 2019

CS Scanned with CamScanner


COSSIOS RUSCO SAMUEL JOSUE OLIVER
INGENIERO INDUSTRIAL
CIP N° 228667

Figura 28. Constancia de validación del diagrama de procesos por el Ing. Cossios Risco, Samuel.

Fuente: Elaboración propia.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Samuel Josué Oliver Cossios Risco,
 con DNI N° 73300484 de profesión Ingeniero Industrial,
 ejerciendo actualmente como Planner de Mantenimiento

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de Ficha Técnica de equipos que se encuentran en la planta de harina de pescado de la empresa COPEINCA SAC

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencias de ítems				X
Amplitud del contenido			X	
Relación de los ítems				X
Claridad y precisión				X
Pertinencia				X

En Chimbote, a los 06 día del mes de 06 del 2019


 COSSIOS RISCO SAMUEL JOSUE OLIVER
 INGENIERO INDUSTRIAL
 CIP N° 226667



Figura 29. Constancia de validación de la ficha técnica de equipos por el Ing. Cossios Risco, Samuel.

Fuente: Elaboración propia.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Samuel Jaque Oliver Cossios Risco
con DNI N° 73300484 de profesión Ingeniero Industrial
ejerciendo actualmente como Planner de Mantenimiento

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de Registro de Fallas de los equipos que se encuentran en la planta de harina de pescado de la empresa COPEINCA SAC

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencias de ítems				X
Amplitud del contenido				X
Relación de los ítems				X
Claridad y precisión				X
Pertinencia				X

En Chimbote, a los 06 día del mes de 06 del 2019


INGENIERO INDUSTRIAL
CIP N° 22667

 Scanned with
CamScanner
 Scanned with
CamScanner

Figura 30. Constancia de validación del historial de fallas por el Ing. Cossios Risco, Samuel.

Fuente: Elaboración propia.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Samuel José Oliver Cossios Risco,
con DNI N° 73300484 de profesión Ingeniería Industrial,
ejerciendo actualmente como Planner de Mantenimiento

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de Programa de Mantenimiento Predictivo de los equipos que se encuentran en la planta de harina de pescado de la empresa COPEINCA SAC

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencias de ítems				X
Amplitud del contenido			X	
Relación de los ítems			X	
Claridad y precisión				X
Pertinencia				X

En Chimbote, a los 06 día del mes de 06 del 2019


COSSIOS RISCO SAMUEL JOSUE OLIVER
INGENIERO INDUSTRIAL
CIP N° 228667

 Scanned with
CamScanner

Figura 31. Constancia de validación del programa de mantenimiento predictivo por el Ing. Cossios Risco, Samuel.

Fuente: Elaboración propia.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Samuel José Oliver Cossios Risco,
con DNI N° 73300484 de profesión Ingeniero Industrial,
ejerciendo actualmente como Planner de Mantenimiento

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de Costos de Mantenimiento Correctivo de los equipos que se encuentran en la planta de harina de pescado de la empresa COPEINCA SAC

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencias de ítems				X
Amplitud del contenido				X
Relación de los ítems				X
Claridad y precisión				X
Pertinencia				X

En Chimbote, a los 06 día del mes de 06 del 2019


COSSIOS RISCO SAMUEL JOSUE OLIVER
INGENIERO INDUSTRIAL
CIP N° 228667

 Scanned with
CamScanner

Figura 32. Constancia de validación de costos de mantenimiento correctivo por el Ing. Cossios Risco, Samuel.

Fuente: Elaboración propia.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Samuel Josue Oliver Cossios Risco,
con DNI N° 73307184 de profesión Ingeniero Industrial,
ejerciendo actualmente como Primer de Mantenimiento

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de Costos de Mantenimiento Preventivo de los equipos que se encuentran en la planta de harina de pescado de la empresa COPEINCA SAC

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencias de ítems				X
Amplitud del contenido			X	
Relación de los ítems				X
Claridad y precisión				X
Pertinencia			X	

En Chimbote, a los 06 día del mes de 06 del 2019


COSSIOS RISCO SAMUEL JOSUE OLIVER
INGENIERO INDUSTRIAL
CIP N° 228667

Figura 33. Constancia de validación de costos de mantenimiento preventivo por el Ing. Cossios Risco, Samuel.

Fuente: Elaboración propia.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Samuel Josué Oliver Cossios Risco,
 con DNI N° 73300484 de profesión Ingeniero Industrial,
 ejerciendo actualmente como Planner de Mantenimiento

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de Costo de Mantenimiento Predictivo de los equipos que se encuentran en la planta de harina de pescado de la empresa COPEINCA SAC

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencias de ítems				X
Amplitud del contenido			X	
Relación de los ítems				X
Claridad y precisión				X
Pertinencia			X	

En Chimbote, a los 06 día del mes de 06 del 2019


 COSSIOS RISCO SAMUEL JOSUE OLIVER
 INGENIERO INDUSTRIAL
 CIP N° 228667

CS Scanned with CamScanner

Figura 34. Constancia de validación de costos de mantenimiento predictivo por el Ing. Cossios Risco, Samuel.

Fuente: Elaboración propia.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Samuel Josue Oliver Cossios Risco,
con DNI N° 73300484 de profesión Ingeniero Industrial,
ejerciendo actualmente como Planner de Mantenimiento.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de Costos de Mantenimiento Total de los equipos que se encuentran en la planta de harina de pescado de la empresa COPEINCA SAC

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencias de ítems			X	
Amplitud del contenido				X
Relación de los ítems				X
Claridad y precisión				X
Pertinencia				X

En Chimbote, a los 06 día del mes de 06 del 2019


COSSIOS RISCO SAMUEL JOSUE OLIVER
INGENIERO INDUSTRIAL
CIP N° 228667

 Scanned with
CamScanner

Figura 35. Constancia de validación de costos de mantenimiento total por el Ing. Cossios Risco, Samuel.

Fuente: Elaboración propia.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Juan Gerardo Flores Solis,
con DNI N° 46777447 de profesión Ingeniero Industrial,
ejerciendo actualmente como Docente

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de Diagrama de Procesos de la planta de harina de la empresa COPEINCA SAC

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencias de items			X	
Amplitud del contenido			X	
Relación de los items			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

En Chimbote, a los 11 día del mes de 06 del 2019

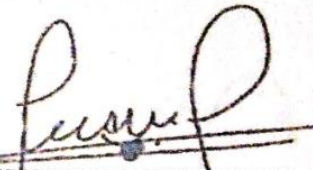

Juan Gerardo Flores Solis
ING. INDUSTRIAL
R. CIP. N° 174683

Figura 36. Constancia de validación del diagrama de procesos por el Ing. Flores Solis, Juan.

Fuente: Elaboración propia.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Juan Gerardo Flores Solis,
 con DNI N° 96771917 de profesión Ingeniero Industrial,
 ejerciendo actualmente como Docente

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de Ficha Técnica de equipos que se encuentran en la planta de harina de pescado de la empresa COPEINCA SAC

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencias de ítems			X	
Amplitud del contenido			X	
Relación de los ítems				X
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

En Chimbote, a los 11 día del mes de 06 del 2019


 Juan Gerardo Flores Solis
 ING. INDUSTRIAL
 R. CIP. N° 174683

CS Scanned with CamScanner

Figura 37. Constancia de validación de la ficha técnica de equipos por el Ing. Flores Solis, Juan.

Fuente: Elaboración propia.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

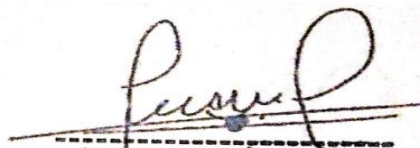
Yo, Juan Gerardo Flores Solis,
con DNI N° 416377445 de profesión Ingeniero Industrial,
ejerciendo actualmente como Docente

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de Historial de Fallas de los equipos que se encuentran en la planta de harina de pescado de la empresa COPEINCA SAC

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencias de ítems			X	
Amplitud del contenido			X	
Relación de los ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia				X

En Chimbote, a los 11 día del mes de 06 del 2019



Juan Gerardo Flores Solis
ING. INDUSTRIAL
R. CIP. N° 174683

CS Scanned with CamScanner

Figura 38. Constancia de validación del historial de fallas por el Ing. Flores Solis, Juan.

Fuente: Elaboración propia.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

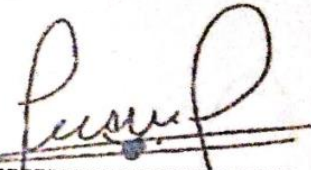
Yo, Juan Gerardo Flores Solis,
con DNI N° 46717441 de profesión Ingeniero Industrial,
ejerciendo actualmente como Docente

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de Registro de Fallas de los equipos que se encuentran en la planta de harina de pescado de la empresa COPEINCA SAC

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencias de ítems				X
Amplitud del contenido				X
Relación de los ítems				X
Claridad y precisión				X
Pertinencia				X

En Chimbote, a los 11 día del mes de 06 del 2019.


Juan Gerardo Flores Solis
ING. INDUSTRIAL
R. CIP. N° 174683

CS Scanned with CamScanner

Figura 39. Constancia de validación del registro de fallas por el Ing. Flores Solis, Juan.

Fuente: Elaboración propia.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

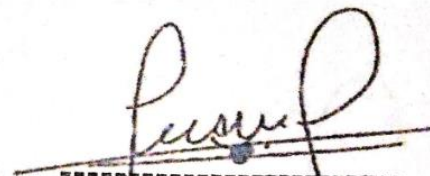
Yo, Juan Gerardo Flores Solis
con DNI N° 46377441 de profesión Ingeniero Industrial,
ejerciendo actualmente como Docente

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de Programa de Mantenimiento Predictivo de los equipos que se encuentran en la planta de harina de pescado de la empresa COPEINCA SAC

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencias de ítems			X	
Amplitud del contenido			X	
Relación de los ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

En Chimbote, a los 11 día del mes de 06 del 2019



Juan Gerardo Flores Solis
ING. INDUSTRIAL
R. CIP. N° 174683



Figura 40. Constancia de validación del programa de mantenimiento predictivo por el Ing. Flores Solis, Juan.

Fuente: Elaboración propia.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

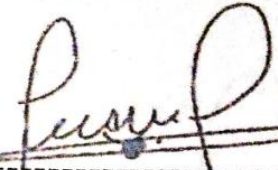
Yo, Juan Gerardo Flores Solis,
con DNI N° 4677447 de profesión Ingeniería Industrial,
ejerciendo actualmente como Docente

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de Costos de Mantenimiento Correctivo de los equipos que se encuentran en la planta de harina de pescado de la empresa COPEINCA SAC

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencias de ítems			X	
Amplitud del contenido			X	
Relación de los ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

En Chimbote, a los 11 día del mes de 06 del 2019


Juan Gerardo Flores Solis
ING. INDUSTRIAL
R. CIP. N° 174683

 Scanned with
CamScanner

Figura 41. Constancia de validación de costos de mantenimiento correctivo por el Ing. Flores Solis, Juan.

Fuente: Elaboración propia.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Juan Gerardo Flores Solís,
 con DNI N° 46377497 de profesión Ingeniero Industrial,
 ejerciendo actualmente como Docente

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de Costos de Mantenimiento Preventivo de los equipos que se encuentran en la planta de harina de pescado de la empresa COPEINCA SAC

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencias de ítems			X	
Amplitud del contenido			X	
Relación de los ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

En Chimbote, a los 11 día del mes de 06 del 2019



Juan Gerardo Flores Solís
 ING. INDUSTRIAL
 R. CIP. N° 174683

CS Scanned with CamScanner

Figura 42. Constancia de validación de costos de mantenimiento preventivo por el Ing. Flores Solís, Juan.

Fuente: Elaboración propia.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

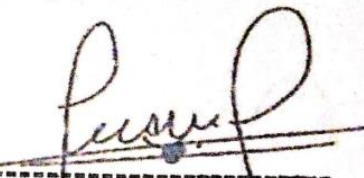
Yo, Juan Gerardo Flores Solis,
con DNI N° 46374441 de profesión Ingeniero Industrial,
ejerciendo actualmente como Docente

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de Programa de Mantenimiento Predictivo de los equipos que se encuentran en la planta de harina de pescado de la empresa COPEINCA SAC

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencias de ítems			X	
Amplitud del contenido			X	
Relación de los ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

En Chimbote, a los 11 día del mes de 06 del 2019



Juan Gerardo Flores Solis
ING. INDUSTRIAL
R. CIP. N° 174683

Figura 43. Constancia de validación de costos de mantenimiento predictivo por el Ing. Flores Solis, Juan.

Fuente: Elaboración propia.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

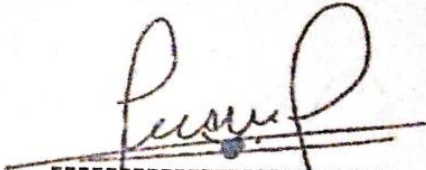
Yo, Juan Gerardo Flores Solís,
 con DNI N° 46747747 de profesión Ingeniero Industrial,
 ejerciendo actualmente como Docente

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación de Costos de Mantenimiento Total de los equipos que se encuentran en la planta de harina de pescado de la empresa COPEINCA SAC

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencias de ítems			x	
Amplitud del contenido			x	
Relación de los ítems			x	
Claridad y precisión			+	
Pertinencia			+	

En Chimbote, a los 11 día del mes de 06 del 2019



Juan Gerardo Flores Solís
 ING. INDUSTRIAL
 R. CIP. N° 174683



Figura 44. Constancia de validación de costos total de mantenimiento por el Ing. Flores Solís, Juan.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 29: Resultado de las validaciones de instrumentos.**Tabla 152.** *Calificación del Ing. Canto García, Axel.*

Criterio de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	3
Amplitud del contenido	1	2	3	4	3
Redacción de ítems	1	2	3	4	3
Claridad y precisión	1	2	3	4	3
Pertinencia	1	2	3	4	3
Total					15

Fuente: Anexo 28.

Tabla 153. *Calificación del Ing. Cossios Risco, Samuel.*

Criterio de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	4
Amplitud del contenido	1	2	3	4	3
Redacción de ítems	1	2	3	4	4
Claridad y precisión	1	2	3	4	3
Pertinencia	1	2	3	4	4
Total					18

Fuente: Anexo 28.

Tabla 154. *Calificación del Ing. Mori Lora, Eliel.*

Criterio de validez	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente	Total parcial
Congruencia de ítems	1	2	3	4	3
Amplitud del contenido	1	2	3	4	3
Redacción de ítems	1	2	3	4	4
Claridad y precisión	1	2	3	4	3
Pertinencia	1	2	3	4	4
Total					17

Fuente: Anexo 28.

Tabla 155. *Calificación total de expertos.*

Experto	Calificación de validez	Calificación %
Ing. Canto García, Axel.	15	75.00
Ing. Cossios Risco, Samuel.	18	90.00
Ing. Mori Lora, Eliel.	17	85.00
Calificación		83.33

Fuente: Tablas 152, 153 y 154.

Tabla 156. *Escala de validez de instrumento.*

Escala	Indicador
0.00 - 0.53	Validez nula
0.54 - 0.59	Validez baja
0.60 - 0.65	Valida
0.66 - 0.71	Muy valida
0.72 - 0.99	Excelente validez
1	Validez perfecta

Fuente: Ramírez, 2011.

Anexo 30. Pronósticos de costos.

Tabla 157. Correlación lineal de los costos de mantenimiento correctivo.

Meses	Costos S/.	X	Y	X ²	Y ²	XY
Enero	33128.00	1	33128.00	1	1097464384	33128.00
Febrero	33629.00	2	33629.30	4	1130929818	67258.60
Marzo	36126.00	3	36125.70	9	1305066200	108377.10
Abril	29400.00	4	29400.00	16	864360000	117600.00
Mayo	34130.00	5	34130.00	25	1164856900	170650.00
Junio	36500.00	6	36500.00	36	1332250000	219000.00
Julio	19800.00	7	20691.00	49	392040000	138600.00
Agosto	19775.00	8	12308.00	64	391050625	158200.00
Septiembre	17250.00	9	18637.00	81	297562500	155250.00
Octubre	16073.00	10	16073.00	100	258341329	160730.00
Total		55	275811	385	8233921757	1328793.7

Fuente: Anexo 13 y 24.

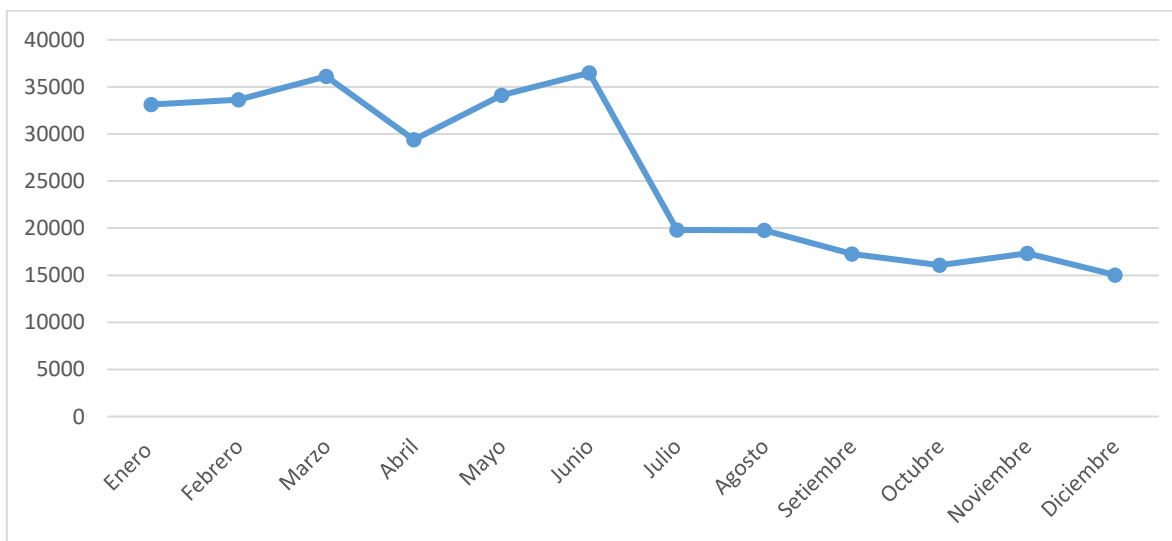


Figura 45. Comportamiento de los costos de mantenimiento correctivo entre los meses de enero a octubre y pronóstico de noviembre y diciembre 2019.

Fuente: Tabla 154.

Tabla 158. Ecuación lineal.

Ecuación lineal	
Y	a+bx
a	40125.5533
b	-2280.8097

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 159. Coeficientes para el cálculo del pronóstico.

Coeficiente de correlación		Coeficiente de determinación		Desviación estándar	
r	-0.82750097	r ²	0.68476	S _{xy}	4969.63684

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 160. Rangos de valor del pronóstico de costos de mantenimiento correctivo.

Rangos para el pronóstico		
Superior	26560.98	Noviembre
Inferior	8073.93	
Superior	24280.17	Diciembre
Inferior	5793.12	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 161. Pronostico del costo de mantenimiento correctivo.

Ventas	Pronostico
Noviembre	17317.46
Diciembre	15036.65

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 31. Evidencias del desarrollo del proyecto.



Figura 46. Frontis de COPEINCA S.A.C.

Fuente: Toma de evidencia de COPEINCA S.A.C.



Figura 47. Mantenimiento de estator de motor de Secador Rotadisk.

Fuente: Toma de evidencia de COPEINCA S.A.C.



Figura 48. Limpieza de estator y alineamiento de rotor de separador industrial.

Fuente: Toma de evidencia de COPEINCA S.A.C.



Figura 49. Secador Rotadisk – Vista lateral.

Fuente: Toma de evidencia de COPEINCA S.A.C.



Figura 50. Zona de prensas – Empresa Copeinca.

Fuente: Toma de evidencia de COPEINCA S.A.C.



Figura 51. Motor principal de separador de sólidos.

Fuente: Toma de evidencia de COPEINCA S.A.C.



Figura 52. Alineamiento de eje de estator con transmisión de ventilador centrífugo.

Fuente: Toma de evidencia de COPEINCA S.A.C.

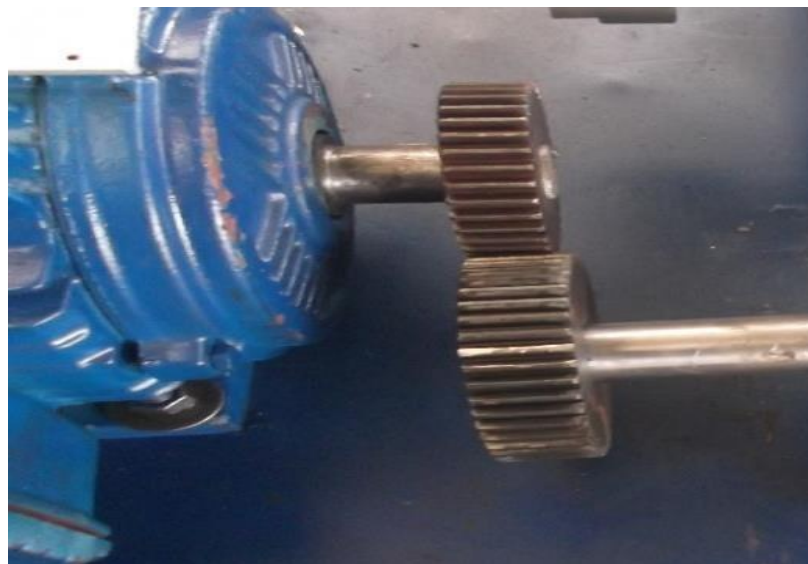


Figura 53. Alineamiento de rodamientos de transmisión de reductor cicloidal.

Fuente: Toma de evidencia de COPEINCA S.A.C.



Figura 54. Calibración y balanceo de árbol de transmisión acoplado a chumaceras del separador de dos tiempos.

Fuente: Toma de evidencia de COPEINCA S.A.C.



Figura 55. Nivelación de motor de transmisión, acoplado a chumaceras, debido a sobreesfuerzo del motor de la cocedora de pedestal.

Fuente: Toma de evidencia de COPEINCA S.A.C.



Figura 56. Cambio de rodamiento de rodillos de enfriador industrial.

Fuente: Toma de evidencia de COPEINCA S.A.C.