



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“Aplicación de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C., 2018”

### **TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR:

Jean Franco Joel Espinoza Barrantes

ASESOR:

Dr. Javier Francisco Panta Salazar


LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión empresarial y productiva

LIMA – PERÚ

2018 - II

## PÁGINA DEL JURADO

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---------------------------------------	---


El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a) **Jean Franco Joel Espinoza Barrantes**, cuyo título es: "**Aplicación de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C, 2018**"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **13 (trece)**.

San Juan de Lurigancho, 12 de diciembre de 2018

  
.....  
**Dr. Robert Julio Contreras Rivera**  
PRESIDENTE

  
.....  
**Dr. Javier Francisco Panta Salazar**  
SECRETARIO

  
.....  
**Mg. Pedro Pacherez Acaro**  
VOCAL

				
Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Presidente del SPC	Aprobó Vicerrectoría de Investigación

## **DEDICATORIA**

Esta investigación está dedicada a Dios, mis padres, hermanos, sobrinos, y en especial a mi abuela que siempre creyó en mí y desde el cielo me acompaña en todo momento, por brindarme su apoyo incondicional durante este recorrido, por darme ánimos y, además por siempre confiar en mí para culminar con esta gran etapa, que será marcada para toda la vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por siempre guiarme en todo momento y sobre todo para darme fuerza de voluntad de seguir luchando en esta vida

A mis padres, hermanos y sobrinos por sus consejos, por enseñarme a no rendirme y a fortalecerme cada día más.

A los profesores asesores por tomarse un tiempo para guiarme a desarrollar este trabajo y por sus asesoramientos.

Y, a mis amistades las cuales siempre me apoyaron en el desarrollo de la tesis.

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Jean Franco Joel Espinoza Barrantes, con DNI N° 48398879, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presentan en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 12 de Diciembre del 2018



Jean Franco Joel Espinoza Barrantes

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento de Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, presento ante ustedes la Tesis titulada “Aplicación de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C., 2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial.

Este trabajo está dividido en siete capítulos y anexos. Los capítulos mencionados son: I. Introducción, II. Método, III. Resultados, IV. Discusión, V. Conclusiones, VI. Recomendaciones y VII. Referencias.

La Tesis tuvo como finalidad demostrar que la Aplicación de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C.

Jean Franco Joel Espinoza Barrantes

## Índice general

PÁGINA DEL JURADO .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....	v
PRESENTACIÓN .....	vi
RESUMEN .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>16</b>
<b>1.1 Realidad problemática .....</b>	<b>17</b>
<b>1.2 Trabajos previos .....</b>	<b>23</b>
1.2.1 Antecedentes Nacionales .....	23
1.2.2 Antecedentes Internacionales .....	26
<b>1.3 Teorías relacionadas al tema .....</b>	<b>28</b>
1.3.1 Variable Independiente – Mantenimiento Preventivo .....	28
1.3.2 Variable Dependiente – Disponibilidad .....	32
<b>1.4 Formulación del problema .....</b>	<b>33</b>
1.4.1 Problema general .....	33
<b>1.5 Justificación del estudio .....</b>	<b>33</b>
1.5.1 Justificación teórica .....	34
1.5.2 Justificación metodológica .....	34
1.5.3 Justificación social .....	34
1.5.4 Justificación económica .....	35
1.5.5 Justificación práctica .....	35
<b>1.6 Hipótesis .....</b>	<b>35</b>
1.6.1 Hipótesis general .....	35
1.6.2 Hipótesis específicas .....	36
<b>1.7 Objetivos .....</b>	<b>36</b>
1.7.1 Objetivo General .....	36
1.7.2 Objetivos específicos .....	36
<b>II. MÉTODO .....</b>	<b>37</b>
<b>2.1 Tipo de investigación .....</b>	<b>38</b>
<b>2.2 Diseño de la investigación .....</b>	<b>39</b>

<b>2.3</b>	<b>Variables, Operacionalización</b> .....	39
2.3.1	Variables .....	39
2.3.2	Operacionalización de las variables.....	40
<b>2.4</b>	<b>Población y muestra</b> .....	41
<b>2.5</b>	<b>Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad</b>	41
2.5.1	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	41
2.5.2	Validez y confiabilidad: .....	42
<b>2.6</b>	<b>Métodos de análisis de datos</b> .....	43
<b>2.7</b>	<b>Aspectos éticos</b> .....	44
<b>III.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	45
<b>3.1</b>	<b>Planteamiento del problema</b> .....	46
3.1.1	Situación actual de la empresa .....	46
3.1.2	Propuesta de mejora.....	57
<b>3.2</b>	<b>Estadística Descriptiva</b> .....	58
<b>3.3</b>	<b>Análisis Inferencial</b> .....	65
3.3.1	Prueba de normalidad .....	65
3.3.2	Prueba de hipótesis .....	66
<b>IV.</b>	<b>DISCUSIÓN</b> .....	70
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIÓN</b> .....	73
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	75
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	77
<b>ANEXOS</b>	.....	84
	Anexo 1: Crecimiento de la industria del vidrio en Europa.....	85
	Anexo 2: Check List para la frecuencia de problemas .....	86
	Anexo 3: Matriz de Operacionalización de las variables.....	87
	Anexo 4: Matriz de Consistencia.....	88
	Anexo 5: Formato de recolección de datos: Identificación de fallas .....	89
	Anexo 6: Formato de recolección de datos: Inspección de máquinas .....	90
	Anexo 7: Formato de recolección de datos: Programación del mantenimiento .....	91
	Anexo 8: Formato de recolección de datos: Control del mantenimiento.....	92
	Anexo 9: Formato de recolección de datos: Disponibilidad .....	93
	Anexo 10: Análisis de criticidad después .....	94
	Anexo 11: Evaluación de criticidad.....	95
	Anexo 12: Programación del mantenimiento para los compresores .....	96
	Anexo 13: Registro de datos: Mantenimientos realizados antes .....	97



Anexo 14: Recolección de datos: Identificación de fallas antes .....	101
Anexo 15: Recolección de datos: Inspección de máquinas antes.....	102
Anexo 16: Recolección de datos: Programación del mantenimiento antes .....	103
Anexo 17: Recolección de datos: Control del mantenimiento antes .....	104
Anexo 18: Registro de datos: Disponibilidad antes.....	105
Anexo 19: Recolección de datos: Disponibilidad antes.....	109
Anexo 20: Registro de datos: Mantenimientos realizados después.....	110
Anexo 21: Recolección de datos: Identificación de fallas después .....	114
Anexo 22: Recolección de datos: Inspección de máquinas después .....	115
Anexo 23: Recolección de datos: Programación del mantenimiento después .....	116
Anexo 24: Recolección de datos: Control del mantenimiento después.....	117
Anexo 25: Registro de datos: Disponibilidad después .....	118
Anexo 26: Recolección de datos: Disponibilidad después .....	122
Anexo 27: Tasa de fallas antes y después .....	123
Anexo 28: Porcentaje de inspección antes y después .....	124
Anexo 29: Índice de mantenimiento programado antes y después .....	125
Anexo 30: Porcentaje de control del mantenimiento antes y después .....	126
Anexo 31: Disponibilidad antes y después .....	127
Anexo 32: Tiempo medio entre fallas antes y después.....	128
Anexo 33: Tiempo medio de reparación antes y después .....	129
Anexo 34: Check List para los compresores .....	130
Anexo 35: Orden de trabajo .....	131
Anexo 36: Ficha técnica para los compresores .....	132
Anexo 37: Certificado de validez de contenido del instrumento 1.....	133
Anexo 38: Certificado de validez de contenido del instrumento 2.....	134
Anexo 39: Certificado de validez de contenido del instrumento 3.....	135
Anexo 40: Diagrama de flujo del mantenimiento realizado antes.....	136
Anexo 41: Diagrama de flujo del mantenimiento realizado después .....	137
Anexo 42: Cuadro de actividades a realizar .....	138
Anexo 43: Diagrama Gantt .....	139
Anexo 44: Fotos de la empresa .....	140
Anexo 45: Carta de aceptación de la empresa.....	142
Anexo 46: Acta de aprobación de originalidad de tesis.....	143
Anexo 47: Autorización de publicación de tesis .....	145
Anexo 48: Autorización de la versión final del trabajo de investigación .....	146

## Índice de tablas

Tabla 1. Causas de la baja disponibilidad .....	21
Tabla 2. Validez de instrumento por juicio de expertos de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Cesar Vallejo 2018.....	43
Tabla 3. Análisis de criticidad .....	48
Tabla 4. Fallas en los compresores .....	49
Tabla 5. Identificación de fallas – Actual .....	49
Tabla 6. Inspección de máquinas – Actual.....	50
Tabla 7. Programación del mantenimiento – Actual .....	51
Tabla 8. Control del mantenimiento – Actual .....	52
Tabla 9. Disponibilidad – Actual.....	54
Tabla 10. Fiabilidad – Actual .....	55
Tabla 11. Mantenibilidad – Actual .....	56
Tabla 12. Tasa de fallas Pre – Post .....	58
Tabla 13. Porcentaje de inspección Pre – Post .....	59
Tabla 14. Índice de mantenimiento programado Pre – Post.....	60
Tabla 15. Porcentaje de control del mantenimiento Pre – Post.....	61
Tabla 16. Disponibilidad Pre – Post .....	62
Tabla 17. Tiempo medio entre fallas Pre – Post.....	63
Tabla 18. Tiempo medio de reparación Pre – Post.....	64
Tabla 19. Estadígrafos.....	65
Tabla 20. Prueba de normalidad de la disponibilidad.....	65
Tabla 21. Prueba de normalidad de la fiabilidad .....	65
Tabla 22. Prueba de normalidad de la mantenibilidad.....	66
Tabla 23. Contrastación de la hipótesis general según muestras emparejadas .....	66
Tabla 24. Prueba T-Student de la disponibilidad.....	67
Tabla 25. Contrastación de la primera hipótesis específica .....	68
Tabla 26. Prueba T-Student de la fiabilidad.....	68
Tabla 27. Contrastación de la segunda hipótesis específica.....	69
Tabla 28. Prueba Wilcoxon de la mantenibilidad.....	69
Tabla 29. Matriz de Operacionalización de las variables .....	87
Tabla 30. Matriz de Consistencia .....	88
Tabla 31. Formato de recolección de datos: Identificación de fallas.....	89
Tabla 32. Formato de recolección de datos: Inspección de máquinas .....	90
Tabla 33. Formato de recolección de datos: Programación del mantenimiento.....	91
Tabla 34. Formato de recolección de datos: Control del mantenimiento .....	92
Tabla 35. Formato de recolección de datos: Disponibilidad .....	93
Tabla 36. Análisis de criticidad después .....	94
Tabla 37. Programación del mantenimiento para los compresores .....	96
Tabla 38. Registro de datos: Mantenimientos realizados en febrero .....	97
Tabla 39. Registro de datos: Mantenimientos realizados en marzo .....	98
Tabla 40. Registro de datos: Mantenimientos realizados en abril .....	99
Tabla 41. Registro de datos: Mantenimientos realizados en mayo .....	100
Tabla 42. Recolección de datos: Identificación de fallas antes .....	101
Tabla 43. Recolección de datos: Inspección de máquinas de fallas antes .....	102
Tabla 44. Recolección de datos: Programación del mantenimiento antes .....	103

Tabla 45. Recolección de datos: Control del mantenimiento antes .....	104
Tabla 46. Registro de datos: Disponibilidad en febrero.....	105
Tabla 47. Registro de datos: Disponibilidad en marzo .....	106
Tabla 48. Registro de datos: Disponibilidad en abril.....	107
Tabla 49. Registro de datos: Disponibilidad en mayo .....	108
Tabla 50. Recolección de datos: Disponibilidad antes .....	109
Tabla 51. Registro de datos: Mantenimientos realizados en julio .....	110
Tabla 52. Registro de datos: Mantenimientos realizados en agosto .....	111
Tabla 53. Registro de datos: Mantenimientos realizados en setiembre .....	112
Tabla 54. Registro de datos: Mantenimientos realizados en octubre .....	113
Tabla 55. Recolección de datos: Identificación de fallas después.....	114
Tabla 56. Recolección de datos: Inspección de máquinas después .....	115
Tabla 57. Recolección de datos: Programación del mantenimiento después.....	116
Tabla 58. Recolección de datos: Control del mantenimiento después.....	117
Tabla 59. Registro de datos: Disponibilidad en julio.....	118
Tabla 60. Registro de datos: Disponibilidad en agosto.....	119
Tabla 61. Registro de datos: Disponibilidad en setiembre.....	120
Tabla 62. Registro de datos: Disponibilidad en octubre .....	121
Tabla 63. Recolección de datos: Disponibilidad después .....	122
Tabla 64. Tasa de fallas antes y después.....	123
Tabla 65. Porcentaje de inspección antes y después.....	124
Tabla 66. Índice de mantenimiento programado antes y después .....	125
Tabla 67. Porcentaje de control del mantenimiento antes y después.....	126
Tabla 68. Disponibilidad antes y después .....	127
Tabla 69. Tiempo medio entre fallas antes y después .....	128
Tabla 70. Tiempo medio de reparación antes y después.....	129
Tabla 71. Actividades a realizar .....	138

## Índice de Gráficos

Gráfico 1. Diagrama Pareto de la empresa Envases de Vidrio S.A.C. ....	22
Gráfico 2. Identificación de fallas – Actual .....	50
Gráfico 3. Inspección de máquinas – Actual.....	51
Gráfico 4. Programación del mantenimiento - Actual .....	52
Gráfico 5. Control del mantenimiento – Actual .....	53
Gráfico 6. Disponibilidad – Actual.....	54
Gráfico 7. Fiabilidad – Actual .....	55
Gráfico 8. Mantenibilidad – Actual .....	56
Gráfico 9. Tasa de fallas Pre – Post .....	58
Gráfico 10. Porcentaje de inspección Pre – Post .....	59
Gráfico 11. Índice de mantenimiento programado Pre – Post .....	60
Gráfico 12. Porcentaje de control del mantenimiento Pre – Post.....	61
Gráfico 13. Disponibilidad Pre – Post .....	62
Gráfico 14. Fiabilidad Pre – Post.....	63
Gráfico 15. Mantenibilidad Pre – Post.....	64
Gráfico 16. Ventas de envases de vidrio en Europa .....	85
Gráfico 17. Diagrama de flujo del mantenimiento realizado antes .....	136
Gráfico 18. Diagrama de flujo del mantenimiento realizado después .....	137
Gráfico 19. Gantt .....	139

## Índice de Figuras

Figura 1. Diagrama Ishikawa (Causa – Efecto).....	20
Figura 2. Check List de los problemas escogidos en el diagrama Ishikawa .....	86
Figura 3. Evaluación de criticidad para los compresores.....	95
Figura 4. Formato de Check List para los compresores.....	130
Figura 5. Formato de orden de trabajo .....	131
Figura 6. Formato de Ficha técnica .....	132

## RESUMEN

La presente investigación titulada Aplicación de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C., 2018; tuvo como objetivo principal determinar en qué medida la aplicación de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C.; para cumplirlo, se implementó la identificación de fallas, inspección, programación y control que fueron dirigidos para los encargados del área de mantenimiento, en tal sentido se tomaron los datos de la disponibilidad antes y después de la mejora. La metodología de estudio fue de tipo de investigación aplicada, de diseño cuasi-experimental. La población y muestra fueron la sala de compresores. La técnica empleada fue la observación, el instrumento fue la ficha de recolección de datos. La validación de los instrumentos se realizó a través del criterio de juicio de expertos. Para realizar el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico SPSS Versión 25.

Como resultados se obtuvo que la media de la disponibilidad antes de aplicar la propuesta de mejora en la sala de compresores, resultó 74.5%; un valor menor a la media de la disponibilidad resultante después de aplicar el nuevo método de trabajo con un valor de 95.9%; con lo que se concluyó que la aplicación de mantenimiento preventivo generó una mejora del 21.4% en la disponibilidad, de la empresa Envases de Vidrio S.A.C., 2018.

Se recomendó el seguimiento y control para reforzar la aplicación del mantenimiento preventivo, no solo en la sala de compresores, sino también en las otras áreas que presenten problemas con sus máquinas, esto permitirá mejorar la disponibilidad y reducir los costos por mantenimientos correctivos.

**Palabras clave:** Mantenimiento preventivo, Disponibilidad, Fiabilidad y Mantenibilidad

## ABSTRACT

This research entitled Application of preventive maintenance to improve the availability of the compressor room in the company Glass Containers S.A.C., 2018; Its main objective was to determine to what extent the application of preventive maintenance improves the availability of the compressor room in the company Envases de Vidrio S.A.C .; To accomplish this, the fault identification, inspection, programming and control were implemented, which were directed to those in charge of the maintenance area, in this sense the availability data were taken before and after the improvement. The study methodology was of the type of applied research, of quasi-experimental design. The population and sample were the compressor room. The technique used was observation, the instrument was the data collection card. The validation of the instruments was carried out through the criterion of expert judgment. To perform the analysis of the data, the statistical program SPSS Version 25 was used.

As a result, it was obtained that the average of the availability before applying the improvement proposal in the compressor room, resulted 74.5%; a value lower than the average of the resulting availability after applying the new work method with a value of 95.9%; with which it was concluded that the application of preventive maintenance generated an improvement of 21.4% in the availability, of the company Envases de Vidrio S.A.C., 2018.

Monitoring and control was recommended to reinforce the application of preventive maintenance, not only in the compressor room, but also in the other areas that present problems with their machines, this will allow to improve the availability and reduce the costs for corrective maintenance.

**Keywords:** Preventive maintenance, Availability, Reliability and Maintainability,

## **I. INTRODUCCIÓN**



## 1.1 Realidad problemática

A nivel global las empresas industriales han tenido que pasar por procesos de reingeniería para poder mantener un nivel estándar de competencia con relación a la competencia que cada vez se va haciendo más tecnología y automatizada en sus procesos de producción. Por ello para poder obtener una producción constante se ha tenido que recurrir a la gestión del mantenimiento preventivo con la finalidad de generar mayor confiabilidad en sus equipos e instalaciones, y como resultado de toda esta gestión tener un nivel óptimo de disponibilidad de los equipos dentro de planta.

La industria del envase de vidrio ha registrado un crecimiento sólido a lo largo del último año. Así lo demuestran las últimas cifras recogidas por la Federación Europea de Envases de Vidrio (FEVE) en el año 2016, en donde se manifestó: “En el año 2016 se ha llegado a producir a nivel europeo un total de 20.9 millones de toneladas de envases de vidrio, de los cuales 75.9 millones de unidades fueron destinadas para la distribución de alimentos y bebidas dentro del continente europeo y en el extranjero” (π.3). (Ver anexo 1)

Además, El presidente de FEVE, Johan Gorter (2016) indicó:

El aumento de la demanda de los envases de vidrio, es la evidencia más sincera en la confianza hacia la industria por parte de los consumidores, y esto a su vez ayuda a que los productos se sigan destacando cada vez más, tanto a nivel europeo como internacional. (π.2)

Euro Press (2017) sostuvo:

Ninguna de las empresas de manufactura que empezar a aplicar un mantenimiento preventivo de sus máquinas o equipos han dejado hacerlo, ya que una de las ventajas de este mismo son las económicas. Ya que, se tiene un mayor control de los mantenimientos pendientes en un calendario. (π.3)

En Sudamérica, la empresa REMAPLAST, el cual está ubicado en Colombia, se dedica a la fabricación de tuberías de PVC. Esta es una empresa que recién está empezando en un mercado competitivo y debido a una inadecuada estructura organizacional no le han dado la importancia suficiente al mantenimiento de sus equipos, por ello su eficiencia de producción se ha visto reducida al 45% (Huertas, 2012).

Asimismo, la empresa COLDINE ubicada también en Colombia, tiene varios años dentro del mercado, pero desde su fundación sus maquinarias no han tenido un plan de mantenimiento por ellos siempre hay maquinas inoperativas lo que les resta mucho en su producción, estas máquinas solo tienen reparaciones y muchos componentes no tienen repuestos debido a que el mercado ya no los produce (Pesántez, 2012).

El problema de estas empresas radica en que no han realizado un mantenimiento preventivo acorde a sus necesidades, ya que debido a la producción continua y al nivel de uso de sus máquinas, esto ha ocasionado paradas de máquinas que perjudican a la producción.

Por otro lado, en el Perú, se resaltó la recuperación durante el último mes del 2014, vienen mostrando las ramas vinculadas a la producción de insumos y bienes de capital, al respecto la revista electrónica Gestión (2014) indicó: “Incrementaron 19 de los 24 grupos industriales, entre los que sobresalen: vidrio (31.9%), puesto que hay una mayor demanda de envases destinados para bebidas gaseosas y de cerveza, lo cual avalo el Banco Central de Reserva (BCR)” (π.2).

Según el Banco Central de Reserva citado por revista electrónica Gestión (2014) indicó: “La producción incremento en los 19 grupos industriales, siendo los de mayor incremento las empresas del rubro de vidrio (31.9%)” (π.3).

En la empresa S&E Servicios Generales S.A.C., Cajamarca, Perú, hay una gran serie de fallas en los equipos del área de lavandería debido a que solo existe el mantenimiento correctivo generando altos costos en las reparaciones, asimismo también se da un servicio inoportuno al cliente ya que este se demora más de lo planeado debido a las maquinas paradas por averías (Sánchez, 2013).

Asimismo, en la empresa minera de Cajamarca, Perú, se ha visto perjudicado con el inadecuado mantenimiento de los equipos de acarreo, debido a que no se están cumpliendo con los tiempos de reparación establecido, la inadecuada gestión y planificación del mantenimiento preventivo provoca insatisfacción en los usuarios y el no cumplimiento de objetivos y metas trazadas en producción (Rodríguez, 2012).

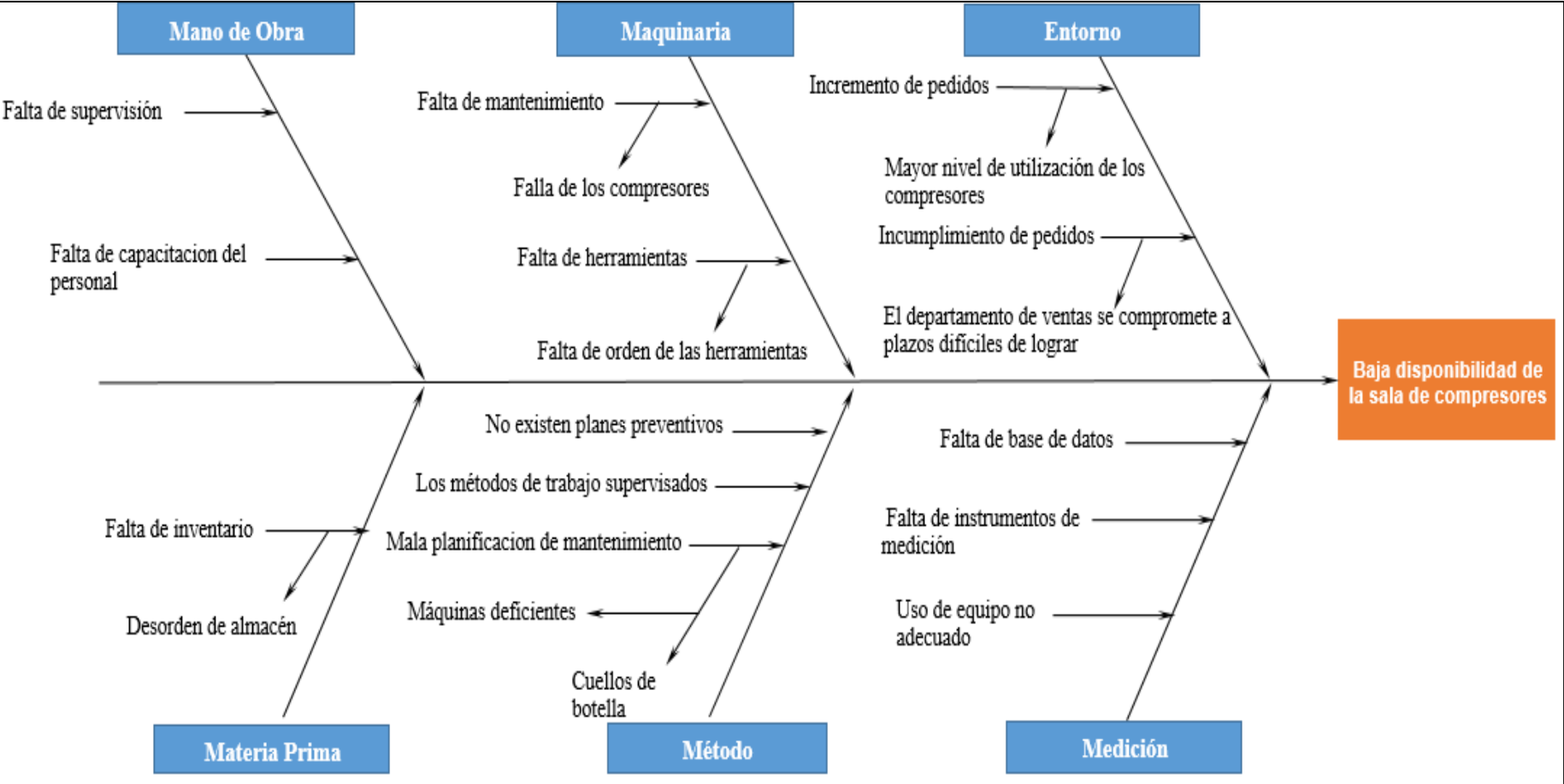
En el Perú encontramos grandes empresas que aplican el mantenimiento preventivo, así como también hay empresas que no lo aplican por miedo quizá a la inversión, ya que no analizan, que una de las ventajas principales que ofrece este tipo de mantenimiento es, la

reducción de costos por mantenimiento, el cual es muy común en pequeñas y medianas empresas, aunque también en algunas grandes empresas.

La empresa Envases de vidrio S.A.C., en la que se realiza esta investigación ubicada en el distrito de San Juan de Lurigancho, dedicada al rubro de fabricación de envases de vidrio, actualmente se están presentando inconvenientes en sala de compresores, mediante el diagrama Ishikawa se identificaron las causas de este problema, como por ejemplo la falta de mantenimiento que origina las fallas de las máquinas, debido a la falta de supervisión, falta de herramientas y que algunos operarios nuevos no cuentan con la capacitación para realizar un mantenimiento adecuado, esto se debe también al incremento de pedidos, ya que aumenta el nivel de utilización de los compresores, también que el departamento de ventas se compromete a plazos difíciles de lograr, lo cual origina el incumplimiento de pedidos a los clientes; asimismo se observó la falta de inventario en el almacén, que no existen planes preventivos y que los métodos de trabajo no son supervisados, esto origina una mala planificación del mantenimiento debido a la falta de base de datos, falta de instrumentos de medición y el uso de equipo no adecuado. Dando lugar a la baja disponibilidad de los compresores y a su vez se están generando tiempos improductivos de la mano de obra, afectando a la producción, generando así falta de competitividad, ya que la empresa solo aplica un mantenimiento correctivo.

A continuación, en el diagrama Ishikawa, se detallan las causas que generan, el problema principal de la baja disponibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C.

Figura 1. Diagrama Ishikawa (Causa – Efecto)



Fuente: Elaboración propia

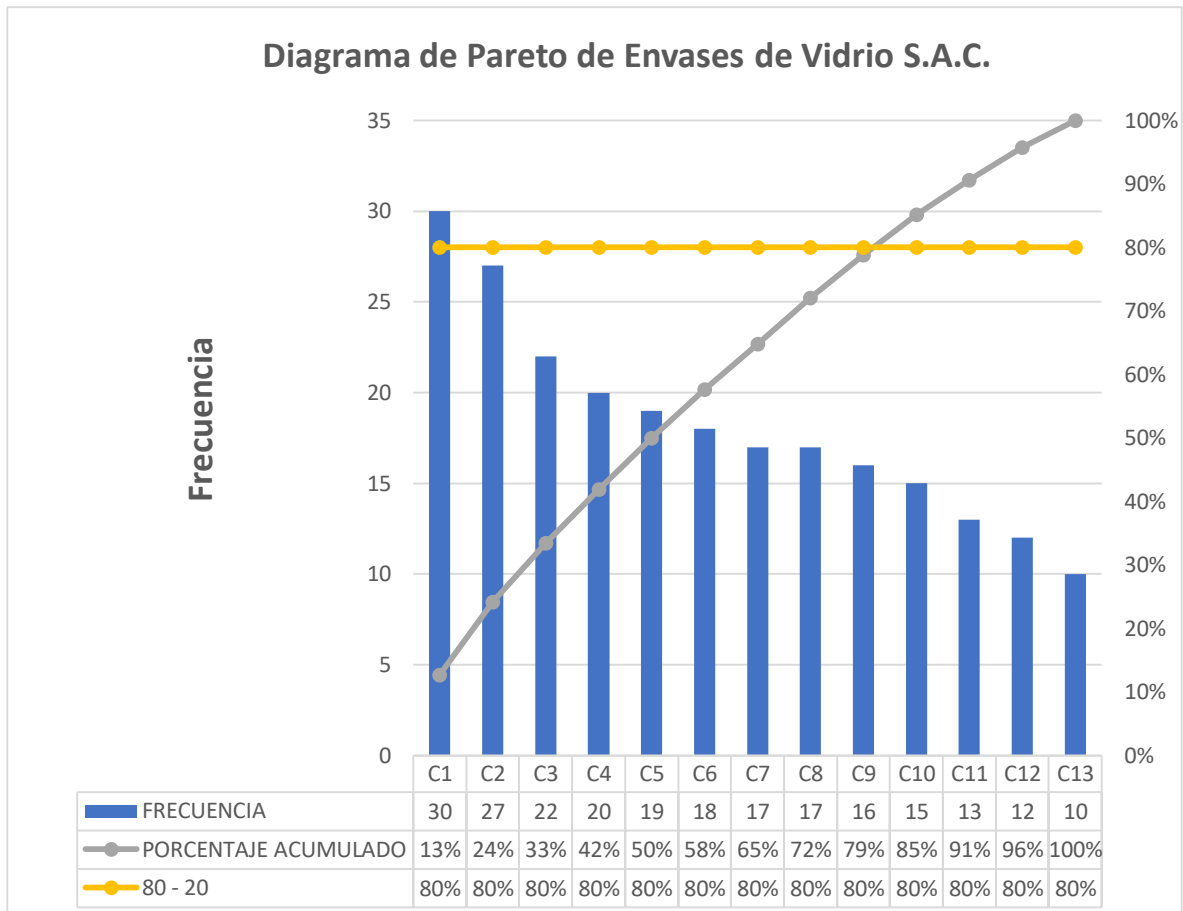
Previamente, para la elaboración del diagrama de Pareto, se ha realizado un check list a los operarios de la planta, para determinar la frecuencia de cada causa. (Ver anexo 2)

Tabla 1. *Causas de la baja disponibilidad*

DETALLE	CAUSAS	FRECUENCIA VALORIZADA	PORCENTAJE ACUMULADO	80 - 20
NO EXISTEN PLANES PREVENTIVOS	C1	30	13%	80%
MALA PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO	C2	27	24%	80%
FALTA DE MANTENIMIENTO	C3	22	33%	80%
LOS METODOS DE TRABAJO NO SON SUPERVISADOS	C4	20	42%	80%
INCREMENTO DE PEDIDOS	C5	19	50%	80%
FALTA DE SUPERVISIÓN	C6	18	58%	80%
FALTA DE CAPACITACIÓN DEL PERSONAL	C7	17	65%	80%
INCUMPLIMIENTO DE PEDIDOS	C8	17	72%	80%
FALTA DE HERRAMIENTAS	C9	16	79%	80%
FALTA DE BASE DE DATOS	C10	15	85%	80%
FALTA DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	C11	13	91%	80%
FALTA DE INVENTARIO	C12	12	96%	80%
USO DE EQUIPO NO ADECUADO	C13	10	100%	80%
	TOTAL	236		

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 1. *Diagrama Pareto de la empresa Envases de Vidrio S.A.C.*



Fuente: Elaboración propia

Del gráfico 1, al analizar las causas a través del Diagrama de Pareto se verifico que: no existen planes preventivos, lo cual genera una mala planificación de mantenimiento, dando lugar a la falta de mantenimiento, los métodos de trabajo no son supervisados, incremento de pedidos, falta de supervisión, incumplimiento de pedidos, falta de herramientas. Estas causas son las que se debe dar solución ya que representan el 80% del total de causas.

## **1.2 Trabajos previos**

### **1.2.1 Antecedentes Nacionales**

Altamirano, Y, & Zabaleta, M. (2016) en su investigación nos aporta lo siguiente: Tuvo como objetivo principal elaborar un plan de gestión de mantenimiento preventivo para la empresa Destilería Naylamp, para lo cual planteo el objetivo específico de analizar la forma en la que se realizan los mantenimientos actualmente, empleando una metodología de investigación de tipo aplicada descriptiva, con un diseño no experimental. Su población de estudio fue de 39 máquinas, con una muestra de tipo no probabilística por conveniencia, para lo cual utilizo como instrumentos: fichas técnicas, ficha de registro y formatos para los indicadores. Los resultados indicaron que, al aplicarse dicha mejora se logró mejorar el proceso, mediante la mejora de la disponibilidad en 30%, generando un incremento en la productividad de 40 %. Llegando a la conclusión que teniendo las máquinas en perfecto funcionamiento esto ayuda a mejorar la productividad de la línea de producción y recomiendo que la empresa debe realizar capacitaciones para el personal del área de mantenimiento, y a través de un mejor conocimiento, puedan colaborar con minimización de fallas en los equipos.

Rumaldo, J. (2015) en su trabajo final universitario menciona lo siguiente: Tuvo como objetivo principal elaborar un plan de mantenimiento preventivo en la línea de laminado, para lo cual planteo el objetivo específico de mejorar la disponibilidad de las máquinas, utilizando la metodología de investigación de tipo aplicada cuantitativa con un diseño cuasi experimental, ya que existe un antes y un después de la aplicación del plan de mantenimiento preventivo en la línea de laminado. Su población de estudio fue de 10 máquinas, con una muestra de tipo no probabilística por conveniencia, utilizando los siguientes instrumentos: la ficha técnica, ficha de registro, análisis de criticidad y los respectivos formatos de cada indicador. Los resultados evidenciaron que, al aplicarse dicha mejora, se incrementó el indicador TMEF de 65.5 horas hasta 71.1 horas por lo tanto se dispone de más tiempo para la producción, asimismo el tiempo medio de reparación disminuyó de 3.4 horas a 2.3 horas, lo que significa la mejora de la fiabilidad y la mantenibilidad de las máquinas; mejorando la disponibilidad de 91.5% hasta 96.9%. Llegando a la conclusión que teniendo la información técnica de las máquinas actualizada se realizará un mantenimiento adecuado, el cual permitirá seguir mejorando la disponibilidad; y finalmente recomendó una capacitación a

los técnicos de mantenimiento, específicamente sobre los diferentes procedimientos técnicos de mantenimiento en componentes especiales que se debe realizar durante el mantenimiento preventivo.

Roncal, J. (2017) en su trabajo final de investigación aporta lo siguiente: Tuvo como objetivo principal realizar el Mantenimiento Preventivo para mejorar la disponibilidad en las unidades de transporte de la empresa, para lo cual planteo el objetivo específico de establecer que el mantenimiento preventivo mejora el tiempo medio entre fallas y el tiempo medio entre reparaciones en las unidades de transporte; utilizando la metodología de investigación de tipo aplicada cuantitativa con un diseño cuasi experimental, ya que existe un antes y un después de la aplicación del mantenimiento preventivo en las unidades de transporte. Su población de estudio fueron los 30 días de trabajo del mes, siendo la muestra igual a la población, utilizando como instrumentos de recolección de datos un formato de inspección de correctivos, orden de trabajo para medir los tiempos de reparación, formatos check list de inspección mensual, ficha técnica, análisis de criticidad y los respectivos formatos de cada indicador. Los resultados indicaron que, al aplicarse el mantenimiento preventivo, se mejora la disponibilidad en las unidades de transporte de 34% hasta 96%, asimismo se logró mejorar los indicadores, índice de mantenimiento programado de 34% hasta 86%, eficiencia del mantenimiento programado de 66% hasta 91%, tiempo medio entre fallas (TMEF) de 2.08 horas hasta 41.5 horas y reducir el tiempo medio de reparación (TPMR) de 4.13 horas hasta 1.54 horas. Llegando a la conclusión que el mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de las unidades de transporte de la empresa, mediante un correcto uso del plan de mantenimiento y la ejecución adecuada de las diversas inspecciones, se logró reducir las fallas potenciales, así como las paradas no programadas de 20 unidades de transporte y recomendó realizar capacitaciones e inducciones necesarias hacia el personal a cargo de los mantenimientos preventivos, para realizar un trabajo adecuado.



Villegas, J. (2016) en su trabajo final universitario menciona lo siguiente: Tuvo como objetivo principal mejorar la gestión del área de mantenimiento que permita optimizar el desempeño de la empresa, para lo cual planteo el objetivo específico de evaluar el tipo de mantenimiento que se realiza actualmente para demostrar que puede mejorarse a nivel de calidad de trabajo, disponibilidad de los equipos, disminución de los tiempos de parada de producción y reducción de costos; utilizo la metodología de investigación de tipo aplicativo cuantitativa con un diseño cuasi experimental. Su población de estudio son los 12 compresores neumáticos, con una muestra de tipo no probabilística, utilizando como instrumentos de recolección de datos un formato de ficha técnica, orden de trabajo, inspección y los respectivos formatos de cada indicador. Los resultados indicaron que, al aplicarse dicha propuesta de mantenimiento preventivo esto permitirá optimizar el desempeño de la constructora mediante el incremento de la disponibilidad de los equipos desde 68.3% hasta 78.5%, lo cual disminuirá los costos de alquiler en S/. 124,877.80 en el periodo de 02 años. Llegando a la conclusión que la aplicación de la gestión de mantenimiento preventivo permitirá mejorar el desempeño de la constructora mediante la elevación de la disponibilidad de los compresores y recomendó optimizar al máximo los procesos de mantenimiento, para de esta forma no solo elevar la disponibilidad si no también reducir los altos costos de alquiler que eventualmente se presentan en los proyectos.

Soto, J. (2016) en el trabajo de investigación nos aporta lo siguiente: Tuvo como objetivo principal mejorar la disponibilidad mecánica de los volquetes pertenecientes a la empresa GYM S.A, para lo cual planteo el objetivo específico de identificar los problemas más comunes y recomendar procedimientos de operación y mantenimiento; utilizo la metodología de estudio de tipo applicativa cuantitativa con un diseño cuasi experimental. Su población de estudio fueron los 10 volquetes marca FAW modelo CA3256P2K2T1A80, con una muestra de tipo no probabilística, utilizando como instrumentos de recolección de datos un check list de inspección, formato de ficha técnica, los formatos de cada indicador. Los resultados indicaron que, después de haber aplicado la metodología se consiguió, una mejora de la disponibilidad mecánica de los equipos de 90,14% hasta 92%. Llegando a la conclusión que gracias al mantenimiento basado en la confiabilidad se pudo obtener estrategias para la mejora del área de producción y recomendó que, para mejorar aún más la disponibilidad mecánica de los volquetes, que se instruya más a los operadores ya que muchos de estos no han operado con anterioridad a los volquetes mencionados.

### **1.2.2 Antecedentes Internacionales**

Buelvas, C., & Martínez, K. (2014) en su tesis de universidad aporta lo siguiente: Tuvo como objetivo principal elaborar un plan de mantenimiento preventivo aplicado a la flota de vehículos tracto camiones para mejorar su desempeño operacional, para lo cual planteo el objetivo específico de aplicar el método RCM para ajustar el actual plan de tal manera que las probabilidades de mejora aumenten; para ello utilizo la metodología de estudio de tipo aplicativa cuantitativa con un diseño cuasi experimental. Su población de estudio fueron las 8 maquinarias, con una muestra de tipo no probabilística, utilizando como instrumentos de recolección de datos un formato de inspección de correctivos, orden de trabajo para medir los tiempos de reparación, formatos check list de inspección mensual, ficha técnica, análisis de criticidad y los respectivos formatos de cada indicador. Los resultados indicaron que, con la aplicación del plan de mantenimiento preventivo se puede ganar en trabajo alrededor de 14 días de trabajo, debido a que los repuestos se encuentran disponibles y los tiempos de operación incrementan, y se mejoraría la mantenibilidad de los equipos en un 70%. Llegando a la conclusión que, en un periodo de prueba de algunas de las actividades del plan, se han tenido registros de mejora de la disponibilidad, de un 9% en un periodo de tres meses y recomendó que se debe tenerse mucho cuidado, al momento de seleccionar una tarea preventiva, en no confundir una tarea que se puede hacer, con una tarea que conviene hacer.

Motta, M. (2015) en su trabajo universitario nos menciona lo siguiente: Tuvo como objetivo principal mejorar los indicadores de mantenimiento de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad, para lo cual planteo el objetivo específico de mejorar los indicadores de mantenimiento; utilizando la metodología de investigación de tipo aplicativa cuantitativa con un diseño cuasi experimental, para lo cual empleo la metodología de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM). Su población de estudio fueron todos los equipos en el área de flotado, con una muestra de tipo no probabilística, utilizando como instrumentos de recolección de datos un formato de inspección, orden trabajo, check list, análisis de criticidad y los formatos de cada indicador. Los resultados indicaron que, aplicando el mantenimiento preventivo se lo logro mejorar la disponibilidad en un 30%, así como los indicadores del MTBF en un 4.0 horas y reduciendo el MTTR en un 1.0 horas de reparación Llegando a la conclusión que al aplicarse dicha metodología, disminuiría el número de averías del equipo, reflejadas en el mejoramiento de la disponibilidad, tiempo medio entre fallas (MTBF) y el

tiempo medio de reparación (MTTR); con ello el número de pérdidas en aproximadamente 500 toneladas de vidrio, con esta disminución se espera un ahorro aproximado de 989 MCOPS al año, y recomendó realizar capacitaciones a los operadores y personas involucradas en el proceso de implementación de este plan de mantenimiento.

García, C. (2015) en su trabajo de investigación aporta lo siguiente: Tuvo el objetivo principal de diseñar un modelo de Gestión de Mantenimiento preventivo para incrementar la calidad en el servicio, para lo cual planteo el objetivo específico de establecer una metodología para la realización de proyectos de mantenimiento; para lo cual utilizo la metodología de investigación de tipo mixto con un diseño no experimental. Su población de estudio fue el personal operativo de las cuadrillas de mantenimiento con una muestra de tipo probabilística, ya que se seleccionó una muestra, utilizando como instrumentos de recolección de datos como: la encuesta, entrevistas, la observación directa, recopilación, manejo de datos históricos y los formatos de cada indicador. Los resultados indicaron que, aplicando sencillas y muy importantes modificaciones en la manera de hacer mejor las cosas, se puede ver el aumento del valor del OEE de 76.9% a 83.9%. Llegando a la conclusión que la implementación de la gestión de mantenimiento preventivo ha repercutido de manera favorable en la realización de las actividades de mantenimiento del Departamento de Alta Tensión y recomendando un proceso de mejora continua y mejores prácticas de mantenimiento preventivo para seguir mejorando el OEE en un futuro.

Valdes, J & San Martín, E. (2009) en su trabajo de investigación aporta lo siguiente: Tuvo el objetivo principal de diseñar un plan de mantenimiento preventivo – predictivo a los equipos de la empresa para optimizar su funcionamiento y disminuir el tiempo de ocio de estos, para lo cual planteo el objetivo específico de elaborar índices de gestión para que el personal encargado del mantenimiento pueda medir la eficacia y eficiencia del plan de mantenimiento preventivo-predictivo; empleando la metodología de investigación de tipo aplicativo cualitativo con un diseño cuasi experimental. Su población de estudio son los operarios del área de producción con una muestra no probabilística por conveniencia, empleando como instrumentos de recolección de datos un formato de entrevista al personal de producción en el cual habrá temas relacionados con el mantenimiento de las máquinas y los formatos de cada indicador. Los resultados indicaron que, aplicando el mantenimiento preventivo – predictivo, se puede ver el aumento del indicador de disponibilidad de 70 % a

85%. Llegando a la conclusión que, mediante una aplicación óptima del plan de mantenimiento preventivo – predictivo, se puede lograr un incremento en la disponibilidad de los equipos de la empresa REMAPLAST.

Riera, J. (2013) en su trabajo de investigación universitaria aporta lo siguiente: Tuvo el objetivo principal de implementar un sistema de mantenimiento industrial asistido por computador, para lo cual planteo el objetivo específico de implementar un mantenimiento preventivo a todas las máquinas y equipos; para lo cual utilizo la metodología de investigación de tipo aplicativo cuantitativa con un diseño cuasi experimental. Su población de estudio son las máquinas y equipos de la planta con una muestra no probabilística por conveniencia, empleando como instrumentos de recolección de datos una ficha de inspección, check list, orden de trabajo, registro de datos y los formatos de cada indicador. Los resultados indicaron que, con el sistema de mantenimiento preventivo se logró mejorar la productividad de la planta en un 20% y la disponibilidad de las máquinas y equipos en un 30%. Llegando a la conclusión que la aplicación del mantenimiento preventivo permitió la mejora de la fiabilidad aumentando el tiempo medio entre fallas, así como también en la mantenibilidad reduciendo el tiempo medio para reparación de las máquinas y equipos, y recomendando ampliar la aplicación del software de mantenimiento para que permita una mejor administración del usuario.

### **1.3 Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1 Variable Independiente – Mantenimiento Preventivo**

Para poder comprender esta teoría es importante primero saber el significado de mantenimiento.

Mantenimiento es una actividad realizada por un área específica para mantener el óptimo funcionamiento de los equipos, máquinas o dispositivos; esto permitirá a la empresa garantizar el funcionamiento de estos a un coste mínimo, solo si, se realiza con una planificación (Viveros, Stegmaier, Kristjanpoller, Barbera y Crespo, 2013).

Por otro lado, es importante tener cuenta que el mantenimiento no solo se enfoca en garantizar el óptimo funcionamiento de las máquinas o equipos en un área específica, sino

que también es crucial para lograr los objetivos de una empresa, garantizándole un costo mínimo y otorgando una producción óptima. (Velmurang y Dhingra, 2015)

Ahora que ya sabemos la definición de Mantenimiento, procederé a explicar que es el Mantenimiento Preventivo.

Son actividades planeadas anticipadamente, para conservar el estado operativo de las maquinas o equipos en área específica. (Duffa, 2013)

Por otro lado, el mantenimiento preventivo es importante ya que, mantiene la disponibilidad de las máquinas, lo cual permitirá mejorar la producción, y anticipar cualquier falla que pueda interrumpir el flujo productivo. (Díaz y De La Paz, 2016)

### **Objetivo del Mantenimiento preventivo**

Su objetivo es mantener o incrementar la disponibilidad del área de producción; y para lograrlo es imprescindible mejorar los niveles de fiabilidad y reducir la mantenibilidad de las máquinas o equipos. (Cárcel, 2016)

Asimismo, esto conlleva a establecer políticas de mantenimiento, ya que no siempre se tendrá que realizar las mismas reparaciones para las máquinas, por ello se debe clasificar en mantenimiento preventivo y correctivo. (Mahfoud, El Bakarny y El Biyalii, 2016)

A continuación, Oliverio (2012) nos brinda la definición de estos dos tipos de mantenimiento:

#### **- Mantenimiento correctivo**

Es la sumatoria de actividades implicadas en la reparación de una máquina o equipo, cuando sucede la falla de estos, por lo cual se va requerir recuperar sus funciones a un estado operativo. (Oliverio, 2012)

A pesar de que por su definición pueda parecer una actitud despreocupada de atención a los equipos, lo cierto es que este tipo de mantenimiento es el único que se practica en una gran cantidad de industrias, no siendo la excepción Envases de vidrio S.A.C.

## - Mantenimiento preventivo

Por otro lado, el mantenimiento preventivo es totalmente lo opuesto al correctivo, ya que las actividades se realizan antes de que suceda la falla en un máquina o equipo, y esta planificación va en conjunto con inspecciones programadas, que permitan tener un control individual por cada máquina o equipo. (Oliverio, 2012)

El mantenimiento preventivo es generalmente implementado en empresas con una gran demanda de producción, ya que así se podrán prevenir futuras fallas y paradas de maquina dentro de planta. Es por ello que se busca ejecutar dicho mantenimiento para mejorar la disponibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de vidrio S.A.C.

Para implementar el mantenimiento preventivo es conveniente tener un historial de eventos con respecto a las maquinarias ya que así se podría estimar cuando un equipo necesita un servicio o un mantenimiento, para lo cual es importante realizar una identificación de fallas, inspección de las máquinas, seguido de una programación y control del mantenimiento, para asegurar la disponibilidad de las máquinas. (Duffa, 2013)

De lo mencionado por el autor, se entiende que la identificación de fallas, inspección, programación y control del mantenimiento, son necesarios para una correcta gestión del mantenimiento.

### **Identificación de fallas**

Es la acción de dar seguimiento al número de fallas que han tenido las máquinas o equipos en un determinado periodo. (Duffa, 2013)

Tasa de fallas:

$$TF(\%) = \frac{\text{Numero de fallos}}{\text{Número de unidades probadas}} \times 100\%$$

(Duffa, 2013, p.294)

Además, la identificación de fallas nos permite dar facilidades a los técnicos al momento de las reparaciones para una máquina determinada, ya que se tiene un historial de las reparaciones que ha tenido anteriormente. (Zul, 2014)

## **Inspección de Máquinas**

Es la actividad de medir, examinar, calibrar o identificar alguna falla de las máquinas o equipos en un área determinada. (Duffa, 2013)

Porcentaje de inspección

$$\% I = \frac{\textit{Inspecciones realizadas}}{\textit{Inspecciones planificadas}} \times 100$$

(Duffa, 2013, p.295)

Además, la inspección hace referencia a la planificación, aplicación y evaluación de una serie de evaluaciones para identificar la condición operativa de la máquina o una estructura. (Ratnayake, 2015)

## **Programación del Mantenimiento**

Es el procedimiento para determinar cuántos recursos y personal se necesitarán para reparar las máquinas o equipos. Para ello, es importante tomar en cuenta que los técnicos respeten los procedimientos ya establecidos para cada trabajo de mantenimiento a realizar. (Duffa, 2013)

$$IMP = \frac{\textit{Horas de mantenimiento preventivo}}{\textit{Horas totales de mantenimiento}} \times 100$$

(Duffa, 2013, p.295)

Donde:

IMP: Índice de Mantenimiento programado

Además, esta programación se debe coordinar en grupo y también establecer cada cuanto tiempo se debe realizar dichos trabajos de mantenimiento. (López y Orozco, 2013)

## **Control del mantenimiento**

El control del mantenimiento, son las acciones de observación de los jefes de mantenimiento o encargados al momento en el que los técnicos están realizando los trabajos de reparación. (Duffa, 2013)

Porcentaje de control del mantenimiento

$$\% CM = \frac{\text{Mantenimientos Realizados}}{\text{Mantenimientos Planificados}} \times 100$$

(Duffa, 2013, p.293)

### 1.3.2 Variable Dependiente – Disponibilidad

La disponibilidad es la posibilidad de que la máquina funcione óptimamente en el momento en que sea requerido o en un periodo de tiempo determinado. (Mora, 2009)

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo Medio de Falla}}{\text{Tiempo Medio de Falla} + \text{Tiempo Medio de Reparación}}$$

(Mora, 2009, p.67)

Además, es el principal factor asociado al mantenimiento, ya que limita la capacidad de producción. (Rodríguez, 2008)

### Relación de la Fiabilidad y la Mantenibilidad con la Disponibilidad

La finalidad principal del mantenimiento es ofrecer la mayor disponibilidad de máquinas o equipos cuando se requieran utilizar, esto va de la mano también con la mayor fiabilidad y mantenibilidad, para producir bienes o servicios que satisfagan los requerimientos de un área específica. Dando como resultado incrementos en la productividad y competitividad de una empresa para generar mayores ingresos. (Mora, 2009)

De lo mencionado por el autor, se entiende que, tanto la fiabilidad como la mantenibilidad, de las máquinas o equipos son necesarios para determinar cuánto es la disponibilidad en la que se encuentran actualmente.

### Fiabilidad

La fiabilidad es la probabilidad de que una determinada máquina o dispositivo desarrolle su función, en un rango de tiempo establecido. (Mora, 2009)

$$TMEF = \frac{HROP}{\Sigma \text{NTFALLAS}}$$

(Mora, 2009, p.104)



Donde:

HROP: Horas de operación

NTFALLAS: Número total de fallas detectadas

## **Mantenibilidad**

La mantenibilidad es la probabilidad de que una máquina o dispositivo que presenten fallas, puedan volver a un estado operativo, en el menor tiempo posible y empleando recursos específicos. (Mora, 2009).

$$\text{TPMR} = \frac{\text{TTF}}{\Sigma \text{NTFALLAS}}$$

(Mora, 2009, p.107)

Donde:

TTF: Tiempo total de fallas

NTFALLAS: Número total de fallas detectadas

## **1.4 Formulación del problema**

### **1.4.1 Problema general**

¿En qué medida la aplicación de mantenimiento preventivo afecta la disponibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C., 2018?

### **1.4.2 Problemas específicos**

¿En qué medida la aplicación de mantenimiento preventivo afecta la fiabilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de vidrio S.A.C., 2018?

¿En qué medida la aplicación de mantenimiento preventivo afecta la mantenibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de vidrio S.A.C., 2018?

## **1.5 Justificación del estudio**

La justificación de una investigación comunica el porqué del mismo, exhibiendo las razones por la cual se está aplicando y también si es necesario e importante. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014)

Por medio de la justificación se demostrará que el estudio es necesario no solo para la empresa Envases de Vidrio S.A.C., sino para toda empresa que está en el mercado.

### **1.5.1 Justificación teórica**

Cuando la finalidad de un estudio es causar un debate académico sobre un tema de estudio en específico, ya que esto permite a las personas conocer una teoría nueva o una forma diferente de dar solución a un problema, mediante los resultados obtenidos en una investigación. (Bernal, 2010)

Con la presente investigación se justificó con conocimientos teóricos que permitieron conocer el mantenimiento preventivo y la disponibilidad, con la finalidad de plantear alternativas que permitan dar solución al problema planteado, en la presente se muestra conclusiones, recomendaciones, así como aportes que puedan sustentar la aplicación adecuada del mantenimiento en la empresa Envases de Vidrio S.A.C., 2018.

### **1.5.2 Justificación metodológica**

Este tipo de justificación se da cuando la investigación que se va llevar a cabo plantea nuevos métodos o estrategias para producir conocimientos válidos y confiables. (Bernal, 2010)

Tomando en cuenta lo mencionado por el autor, podemos indicar que en la presente investigación se crearon formatos de recolección de datos y el análisis respectivo; cabe resaltar, que con la investigación se buscó mejorar el mantenimiento mediante la aplicación de mantenimiento preventivo, la importancia de esto es que contribuyó a mejorar la disponibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C., 2018.

### **1.5.3 Justificación social**

Esta justificación se da cuando una investigación aporta soluciones a un problema específico en la sociedad, o en cuanto a los beneficios de la investigación y de qué forma se implementa. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014)

Desde el punto de vista social, tenemos que los mayores beneficiarios son los clientes de la empresa Envases de Vidrio S.A.C., son ellos quienes son los principales actores en el desarrollo de la investigación, en la cual se busca mejorar la disponibilidad de la sala de

compresores; esta investigación no solo ayudaría al rubro de fabricación de envases de vidrio, sino puede tomarse como base para la aplicación de mantenimiento preventivo en otros rubros.

#### **1.5.4 Justificación económica**

Se refiere a los beneficios y utilidades que ofrece para una empresa o una población de los resultados obtenidos de una investigación, ya que establece una base esencial y punto de inicio para llevar a cabo proyectos de mejoramiento económico. (Carrasco, 2007)

En la investigación desde el punto de vista económico, la mejora de la disponibilidad de la sala de compresores, evitó paros de producción, permitió entregar los pedidos a tiempo a los clientes, permitió mejorar el funcionamiento de la línea de producción de envases de vidrio, permitió reducir los costos por mantenimientos correctivos repetitivos, otorgando así una mayor rentabilidad a la empresa Envases de Vidrio S.A.C., 2018.

#### **1.5.5 Justificación práctica**

Esta justificación se da cuando una investigación ayuda a dar solución a un problema, o propone alternativas que permitirán darle solución. (Bernal, 2010)

La presente investigación propuso mejorar el mantenimiento mediante la aplicación de mantenimiento preventivo a través de la identificación de fallas, inspección, programación y control, para dar solución a la baja disponibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C.

### **1.6 Hipótesis**

#### **1.6.1 Hipótesis general**

**H1:** La aplicación de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C., 2018.

**H0:** La aplicación de mantenimiento preventivo no mejora la disponibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C., 2018.

## **1.6.2 Hipótesis específicas**

**H1:** La aplicación de mantenimiento preventivo mejora la fiabilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C., 2018.

**H0:** La aplicación de mantenimiento preventivo no mejora la fiabilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C., 2018.

**H1:** La aplicación de mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C., 2018.

**H0:** La aplicación de mantenimiento preventivo no mejora la mantenibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C., 2018.

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo General**

Determinar en qué medida la aplicación de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C., 2018.

### **1.7.2 Objetivos específicos**

Los objetivos específicos son los siguientes:

**OE1:** Determinar en qué medida la aplicación de mantenimiento preventivo mejora la fiabilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C., 2018.

**OE2:** Determinar en qué medida la aplicación de mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C., 2018.

## **II. MÉTODO**

## **2.1 Tipo de investigación**

### **Investigación científica**

Baena (2014) explicó: “Nos permite adquirir conocimientos, aplicando diferentes métodos científicos, procurando conseguir información esencial y verídica para aplicarlo y dar solución a un problema” (p. 6).

### **Según su propósito**

#### **Investigación aplicada o práctica**

Baena (2014) sostuvo que: “La investigación aplicada, tiene como objeto de estudio un problema específico. Por lo cual, contribuye a sucesos nuevos. Enfocándose en las posibilidades de poner en práctica las teorías generales, asignando esfuerzos en dar solución a las necesidades de la sociedad”. (p. 11)

### **Nivel de Investigación**

#### **Nivel Explicativo**

Ñaupas, et. al., (2014) indicaron que: “Este nivel de investigación, se basa en problemas correctamente expuestos y que analiza la relación causa y efecto. Básicamente trabaja con hipótesis, que detallan el efecto de la variable independiente sobre la variable dependiente” (p. 104).

### **Según los datos empleados**

#### **Investigación cuantitativa**

La investigación es cuantitativa cuando se asocian a las investigaciones sistemáticas y empíricas de cualquier problema mediante estadística, matemáticas o computacionales. Ya que, utiliza métodos científicos como producción de teorías e hipótesis, instrumentos y métodos de medición, la manipulación de variables, evaluación de resultados y la recolección de datos empíricos. (Baena, 2014)

Este desarrollo se basa en un tipo de investigación científica de tipo aplicativo cuantitativo, ya que, se está aplicando el mantenimiento preventivo, en la empresa Envases de Vidrio S.A.C. con el objetivo de mejorar la disponibilidad de la sala de compresores.

## **2.2 Diseño de la investigación**

### **Diseño experimental**

Hernández, Fernández y Baptista (2014) indicaron que: “Es un estudio en donde se manipulan una o más variables independientes (causa), para observar la repercusión que tiene sobre una o más variables dependientes (efecto)”. (p 129)

### **Experimental tipo cuasi-experimental**

Hernández, Fernández y Baptista (2014) mencionaron que: “Una investigación es de tipo cuasi-experimental cuando los individuos de estudio no se eligen al azar a los grupos ni se emparejan, sino todo lo contrario, ya que estos grupos ya están formados antes de la puesta en marcha del experimento”. (p. 148)

En esta investigación se empleó el diseño experimental de tipo cuasi-experimental; considerando que existe un antes y después de la investigación; en donde, se manipulará la variable independiente (Mantenimiento Preventivo) para detallar la repercusión que tiene sobre la disponibilidad, la cual toma como grupo a la sala de compresores, la cual ya existía antes de empezar con la investigación.

## **2.3 Variables, Operacionalización**

### **2.3.1 Variables**

#### **Variable Independiente: Mantenimiento Preventivo**

Son actividades planeadas anticipadamente, para conservar el estado operativo de las maquinas o equipos en área específica. (Duffa, 2013)

#### **Dimensión 1: Identificación de fallas**

Es la acción de dar seguimiento al número de fallas que han tenido las máquinas o equipos en un determinado periodo. (Duffa, 2013)

### **Dimensión 2: Inspección de Máquinas**

Es la actividad de medir, examinar, calibrar o identificar alguna falla de las máquinas o equipos en un área determinada. (Duffa, 2013)

### **Dimensión 3: Programación del Mantenimiento**

Es el procedimiento para determinar cuántos recursos y personal se necesitarán para reparar las máquinas o equipos. Para ello, es importante tomar en cuenta que los técnicos respeten los procedimientos ya establecidos para cada trabajo de mantenimiento a realizar. (Duffa, 2013)

### **Dimensión 4: Control del Mantenimiento**

El control del mantenimiento, son las acciones de observación de los jefes de mantenimiento o encargados al momento en el que los técnicos están realizando los trabajos de reparación. (Duffa, 2013)

### **Variable Dependiente: Disponibilidad**

La disponibilidad es la posibilidad de que la máquina funciones óptimamente en el momento en que sea requerido o en un periodo de tiempo determinado. (Mora, 2009)

### **Dimensión 1: Fiabilidad**

La fiabilidad es la probabilidad de que una determinada máquina o dispositivo desarrolle su función, en un rango de tiempo establecido. (Mora, 2009)

### **Dimensión 2: Mantenibilidad**

La mantenibilidad es la probabilidad de que una máquina o dispositivo que presenten fallas, puedan volver a un estado operativo, en el menor tiempo posible y empleando recursos específicos. (Mora, 2009).

### **2.3.2 Operacionalización de las variables**

La operacionalización de las variables es el modo por el que el investigador detalla las variables de estudio. (Tafur e Izaguirre, 2014) (Ver anexo 3)



## **2.4 Población y muestra**

### **Población**

Es el conjunto de todas las unidades involucradas en una investigación, mediante un muestreo de estas mismas. Tomando en cuenta su contenido, lugar y tiempo. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014)

La presente investigación tendrá como población a la sala de compresores, donde se encuentran 8 máquinas, estos datos fueron obtenidos en la empresa Envases de Vidrio S.A.C, teniendo en cuenta que hay un recojo de la información antes de la mejora de febrero a mayo (16 semanas) y después de la aplicación de la mejora de julio a octubre (16 semanas) de 2018, ya que se evaluarán y recogerán los datos de los indicadores.

### **Muestra**

La muestra es un sub conjunto de la población total en una investigación científica. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014)

En esta investigación la muestra se la muestra se consideró igual a la población, es decir la sala de compresores.

### **Muestreo**

En algunas investigaciones la muestra es igual a la población, por lo cual no debe haber un muestreo. (Bisquerra, 2009)

En esta investigación no presenta muestreo, ya que la muestra no ha sido elegida probabilísticamente.

## **2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.5.1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Técnicas**

Son las actividades aplicadas con la intención de obtener información precisa para lograr los objetivos de una determinada investigación. (Bautista, 2009)

## **Técnica de Observación**

Esta técnica es el método por el cual se conoce la realidad de un problema, mediante el contacto directo con un objeto o persona. (Ñaupas, et. al., 2014)

En la investigación se utilizó la técnica de observación, porque nos permitió registrar las características de las variables de estudio para observarlas mediante dimensiones e indicadores.

## **Instrumento de medición**

Estos instrumentos permiten observar y llevar a cabo un registro de las singularidades, conductas, etc., y cualquier dato que uno quiera obtener de una investigación. (Bautista, 2009)

### **Instrumento: Ficha de recolección de datos**

Es un instrumento que ofrece al investigador medir fenómenos empíricos, ya que permiten obtener una base de datos de la realidad. (Urbano y Yuni, 2006)

Estas fichas se utilizarán en la sala de compresores para el levante de información mensualmente; en esta investigación se utilizará las fichas de recolección de datos como: tasa de fallas, porcentaje de inspección, índice de mantenimiento programado y el porcentaje de control del mantenimiento para determinar la aplicación de los métodos ya indicados en la teoría del capítulo I (Ver anexo 5, 6, 7, 8, 9)

## **2.5.2 Validez y confiabilidad:**

### **Validez del instrumento**

La validez de contenido hace referencia al nivel en el que un instrumento revela un poder específico del contenido que se está midiendo (variable medida). (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

Tabla 2. Validez de instrumento por juicio de expertos de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Cesar Vallejo 2018.

<i>Experto</i>	<i>Grado</i>	<i>Resultado</i>
Javier Francisco, Panta Salazar	Doctor	Aplicable
Robert Julio, Contreras Rivera	Doctor	Aplicable
Romel Darío, Bazán Robles	Magister	Aplicable

Fuente: Elaboración Propia

### **Confiabilidad del instrumento**

Es la cualidad de un instrumento de medición, que nos permite conseguir los mismos resultados, al aplicarse una o más veces al objeto de estudio, en determinados periodos de tiempo. (Carrasco, 2005)

Para esta investigación se está usando datos de fuentes primarias en la empresa Envases de Vidrio S.A.C; ya que se están utilizando las fichas de recolección de datos, 16 semanas antes y 16 después de la aplicación de la mejora

### **2.6 Métodos de análisis de datos**

#### **Prueba de Shapiro – Wilk**

Es la prueba que se utiliza para obtener la normalidad de una muestra, sobre todo si el número de datos es menores o iguales 30. (Barreiro et. al., 2006)

Para validar mi hipótesis, aplicare la prueba de normalidad a la variable dependiente, usando los datos recolectados en el estadígrafo Shapiro Wilk, el cual se utiliza cuando el número de datos recolectados son iguales o menores a 30, la recolección de datos se realizó semanalmente (7 días), luego de la aplicación de la prueba poder determinar si mis datos son paramétricos o no; con esto podre validar mi hipótesis, ya que si mis datos son paramétricos utilizare el estadígrafo T-Student, y si no son paramétricos utilizaré el estadígrafo Wilcoxon, es importante tomar en cuenta que en ambos casos se utilizara la técnica e en la formulación de hipótesis para poder desarrollar la comparación de las mismas.

## **2.7 Aspectos éticos**

Esta investigación respeta la propiedad intelectual de los autores mencionados a lo largo de este trabajo ya que son citados respetando la norma internacional, además la información de la empresa en mención ha sido solicitado previamente y autorizado su uso para los fines convenientes de este trabajo de investigación.

### **III. RESULTADOS**

### **3.1 Planteamiento del problema**

#### **Generalidades de la empresa**

Envases de Vidrio S.A.C, se dedica a la fabricación y comercialización de envases de vidrio. La cual tiene como misión ofrecer artículos de vidrio de calidad, el inicio de sus actividades fue en el año 2006 y actualmente cuenta con una oficina administrativa y otra de ventas en Cercado de Lima.

#### **Ubicación de la empresa**

La empresa está ubicada en Avenida Lurigancho 1147, San Juan de Lurigancho.

#### **Historia de la empresa**

Envases de Vidrio S.A.C fue fundada en el 2006, en ese año, la fabricación de los artículos era básica: vasos y jarras principalmente. En la fábrica en las diferentes áreas que existen, se manejaban un sistema basado en Excel, tanto para las ordenes de producción, servicio, así como para los trabajos de mantenimiento para las maquinas. Este sistema se sigue empleando actualmente, pero ya han tenido reuniones para implantar un sistema ERP (Enterprise Resource Planning), con el cual logran una mejor gestión de las áreas, obteniendo un mayor control de las operaciones y generando la información en tiempo real.

#### **Cartera de productos**

Envases de Vidrio S.A.C, fabrica recipientes para:

- Bebidas.
- Alimentos.
- Licores.
- Perfumería.
- Farmacéutica.

#### **3.1.1 Situación actual de la empresa**

Considerando lo expuesto en la realidad problemática en la empresa Envases de Vidrio S.A.C, dentro de la investigación (punto 1.1), se registraron los datos de los hechos observados en las fichas de recolección de datos de cada indicador propuesto con la finalidad de determinar la causa raíz de los problemas indicados anteriormente en el diagrama Pareto.

Para la mejora se tomó en cuenta lo siguiente:

- En la penúltima semana de Enero del 2018, se realizó una reunión con el jefe de planta de Envases de Vidrio S.A.C, sobre la mejora a realizarse.
- Desde el 22 al 23 de Enero del 2018 se descargó la información de la base datos de la sala de compresores del Excel y a su vez se organizaron los datos de cada compresor, para la implementación del mantenimiento preventivo.
- Desde el 24 al 25 al de Enero del 2018, se realizó la creación de las fichas de recolección de datos para cada indicador, plantilla del análisis de criticidad de los compresores, registro de datos, check list, orden de trabajo y fichas técnicas.
- Desde el 26 de 31 de Enero del 2018, se capacitó al personal de mantenimiento sobre el uso de las fichas de recolección de datos y como subir la información al Excel.
- El 1 de Febrero del 2018 se inició el uso de las fichas de recolección de datos.

### **Operaciones en el área de mantenimiento de la empresa Envases de Vidrio S.A.C.**

El servicio de mantenimiento, consiste en realizar mantenimientos solo al presentarse las fallas (Mantenimiento Correctivo), sin ningún tipo de planeamiento o manejo de una base de datos actualizada de las maquinas, el cual permita anticiparse a las fallas y programar un mantenimiento. Esto da como resultado, realizar trabajos de mantenimiento deficientes, ya que, por el nivel de uso que se le da a las maquinas actualmente y al aumento de los pedidos, los problemas son más frecuentes, siendo el área con mayores problemas, la sala de compresores.

### 3.1.1.1 Variable independiente: Mantenimiento preventivo

Las fallas que presenta la sala de compresores conllevan a un efecto, por ende, para realizar un mantenimiento preventivo optimo, se utilizó la herramienta de análisis crítico para determinar a qué maquinas se le debe dar prioridad en el mantenimiento preventivo.

Tabla 3. *Análisis de criticidad*

ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LOS COMPRESORES										
CÓDIGO	MARCA	PRODUCCIÓN		Influencia sobre el proceso	CALIDAD Influencia en la calidad de servicio	MANTENIMIENTO		Grado de especialista	SEGURIDAD Influencia en la seguridad	VALOR DE CRITICIDAD
		Tasa de utilización del equipo	Equipo auxiliar			Costo mensual de mantenimiento	Horas de paro al mes			
AP-04-01	INGERSOL RAND	1	1	3	3	1	1	2	1	13
AP-04-02	INGERSOL RAND	1	1	3	3	1	1	2	1	13
AP-04-03	INGERSOL RAND	4	1	5	5	2	4	2	3	26
AP-04-04	INGERSOL RAND	4	1	5	5	2	4	2	3	26
AP-04-05	INGERSOL RAND	2	1	4	4	2	2	2	1	18
AP-04-06	INGERSOL RAND	2	1	4	4	2	2	2	1	18
AP-04-07	INGERSOL RAND	4	1	5	5	2	4	2	3	26
AP-04-08	INGERSOL RAND	2	1	4	4	2	2	2	1	18

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3, se especifica el valor de criticidad de cada compresor, por ende, los compresores que necesitan ser de más prioridad en el mantenimiento preventivo son la AP-04-03, AP-04-04 y AP-04-07.



### Dimensión 1: Identificación de fallas

Las fallas que se presentan en los compresores son por el calor excesivo las cuales provocan quemaduras a la máquina y las fallas por contaminantes. Estas fallas son debido a la falta de verificar la presión de agua, temperatura, así mismo que los filtros de aire y aceite estén en buen estado, también esto se debe a la falta de mantenimiento en las válvulas de succión y descarga, y por último al cambio de aceite que no se le viene realizando con frecuencia. En la tabla 4 se muestran las fallas que presentan los compresores.

Tabla 4. *Fallas en los compresores*

Identificación de fallas	
1. Las fallas por calor excesivo	2. Fallas por contaminantes
Sobre calentamiento	Aire y humedad
Bajo voltaje	Ceras y resinas
Falta de refrigerante	Suciedad y brisas de metal
Obstrucciones en el evaporador	Fundentes de soldadura

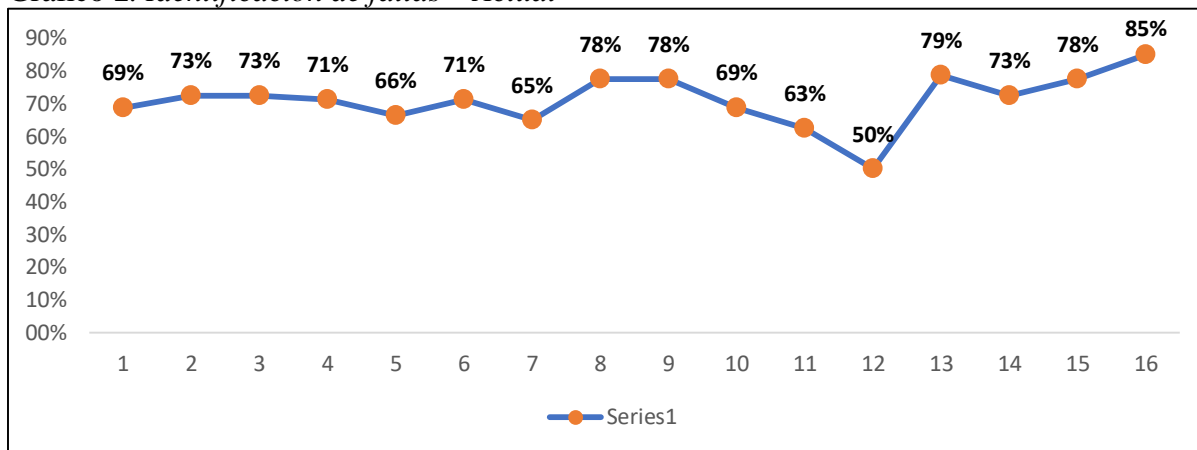
Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. *Identificación de fallas – Actual*

IDENTIFICACIÓN DE FALLAS - ACTUAL			
Semana	Nº de fallos	Nº de unidades probadas	Tasa de fallas
1	5,5	8	68,8%
2	5,8	8	72,5%
3	5,8	8	72,5%
4	5,7	8	71,3%
5	5,3	8	66,3%
6	5,7	8	71,3%
7	5,2	8	65,0%
8	6,2	8	77,5%
9	6,2	8	77,5%
10	5,5	8	68,8%
11	5,0	8	62,5%
12	4,0	8	50,0%
13	6,3	8	78,8%
14	5,8	8	72,5%
15	6,2	8	77,5%
16	6,8	8	85,0%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2. *Identificación de fallas – Actual*



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 2, presenta el total de la tasa de fallas semanal en la sala de compresores, las cuales rondan entre 49% a 86%.

## Dimensión 2: Inspección de máquinas

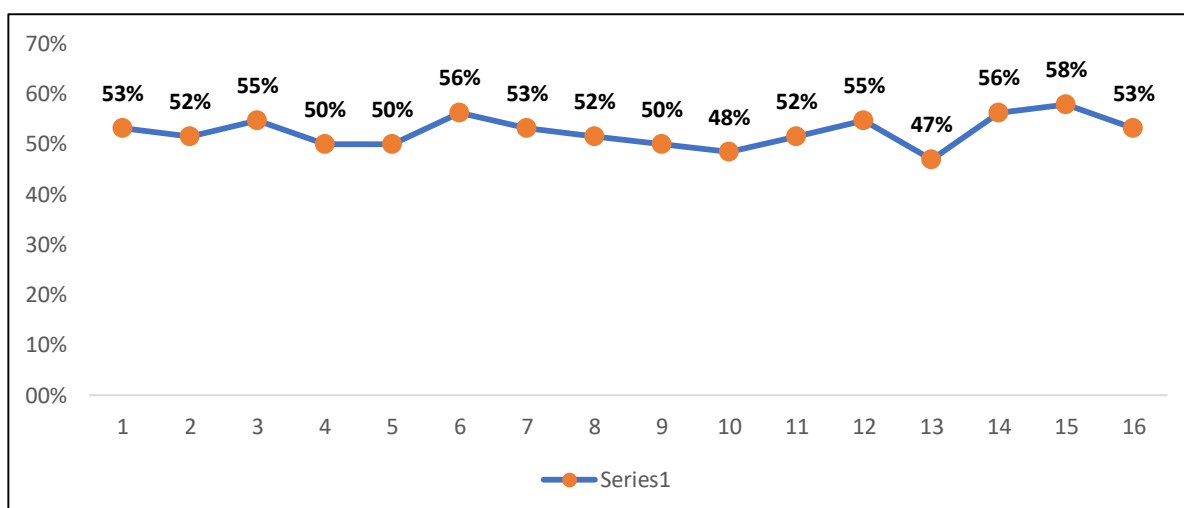
Para realizar la inspección de máquinas en la sala de compresores, se elaboró un check list para determinar si cada compresor cumplía con las especificaciones plasmadas en el formato, ya que esta herramienta sirve para tener un registro de las inspecciones realizadas y planificadas.

Tabla 6. *Inspección de máquinas – Actual*

INSPECCIÓN DE MÁQUINAS- ACTUAL			
Semana	Inspecciones Realizadas	Inspecciones Planificadas	% I
1	34	64	53.1%
2	33	64	51.6%
3	35	64	54.7%
4	32	64	50.0%
5	32	64	50.0%
6	36	64	56.3%
7	34	64	53.1%
8	33	64	51.6%
9	32	64	50.0%
10	31	64	48.4%
11	33	64	51.6%
12	35	64	54.7%
13	30	64	46.9%
14	36	64	56.3%
15	37	64	57.8%
16	34	64	53.1%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3. *Inspección de máquinas – Actual*



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 3, presenta el total del porcentaje de inspección semanal en la sala de compresores, las cuales rondan entre 46% a 59%.

### Dimensión 3: Programación del mantenimiento

Para esta dimensión es fundamental contar con una base de datos de las horas de operatividad por máquina, para realizar un mantenimiento en el momento más oportuno y no cuando la falla ocurra. A continuación, en la tabla 7 se presenta la programación del mantenimiento actual en la sala de compresores.

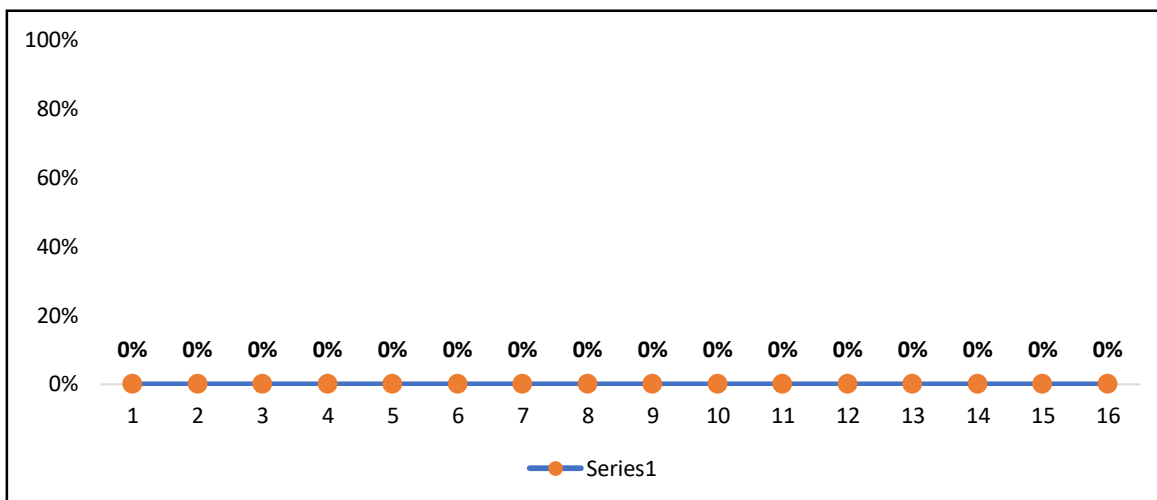
Tabla 7. *Programación del mantenimiento – Actual*

PROGRAMACION DEL MANTENIMIENTO - ACTUAL			
Semana	Tiempo de mantenimiento preventivo (minutos)	Tiempo de mantenimiento Correctivo (minutos)	IMP
1	0	1130	0%
2	0	670	0%
3	0	1200	0%
4	0	410	0%
5	0	540	0%
6	0	790	0%
7	0	1510	0%
8	0	530	0%
9	0	900	0%
10	0	600	0%
11	0	960	0%
12	0	1290	0%
13	0	1200	0%
14	0	260	0%

<b>15</b>	0	930	0%
<b>16</b>	0	1200	0%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4. Programación del mantenimiento - Actual



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 4, presenta el total del índice de mantenimiento programado semanal en la sala de compresores, el cual es 0% ya que se va aplicar en la mejora.

#### Dimensión 4: Control del mantenimiento

Para un óptimo control del mantenimiento es importante tener una base de datos de los mantenimientos realizados a cada compresor mensualmente, para de esta forma calcular el porcentaje de control del mantenimiento, mediante la división de los mantenimientos realizados entre los mantenimientos planificados. En la tabla 8, se muestra el control del mantenimiento obtenido por mes.

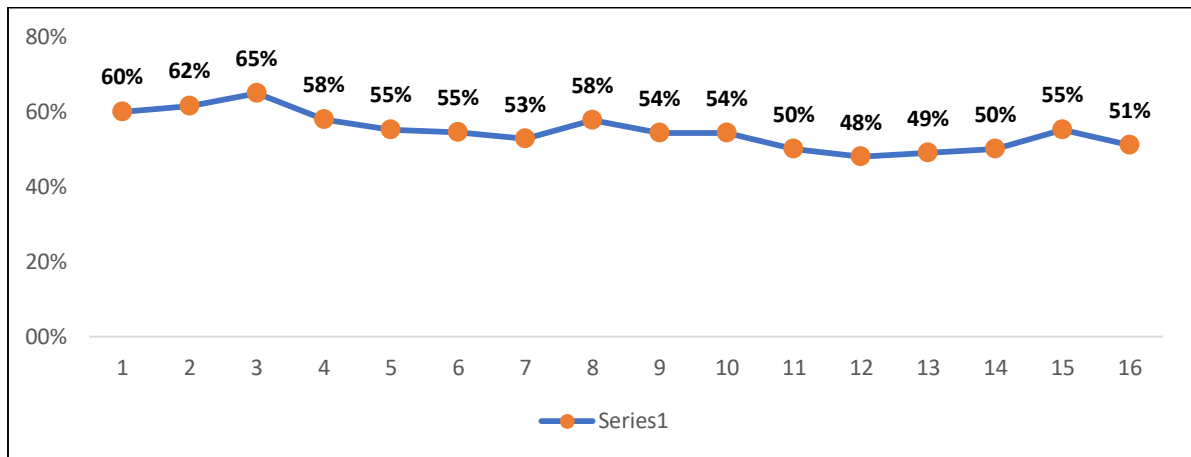
Tabla 8. Control del mantenimiento – Actual

CONTROL DEL MANTENIMIENTO - ACTUAL			
Semana	Mantenimientos Realizados	Mantenimientos Planificados	%CM
<b>1</b>	27	45	60.0%
<b>2</b>	24	39	61.5%
<b>3</b>	24	37	64.9%
<b>4</b>	11	19	57.9%
<b>5</b>	16	29	55.2%
<b>6</b>	18	33	54.5%
<b>7</b>	29	55	52.7%
<b>8</b>	15	26	57.7%

<b>9</b>	19	35	54.3%
<b>10</b>	19	35	54.3%
<b>11</b>	15	30	50.0%
<b>12</b>	23	48	47.9%
<b>13</b>	24	49	49.0%
<b>14</b>	6	12	50.0%
<b>15</b>	16	29	55.2%
<b>16</b>	23	45	51.1%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5. Control del mantenimiento – Actual



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 5, presenta el total del porcentaje de control de mantenimiento semanal en la sala de compresores, las cuales rondan entre 47% a 66%.

## Variable dependiente – Disponibilidad

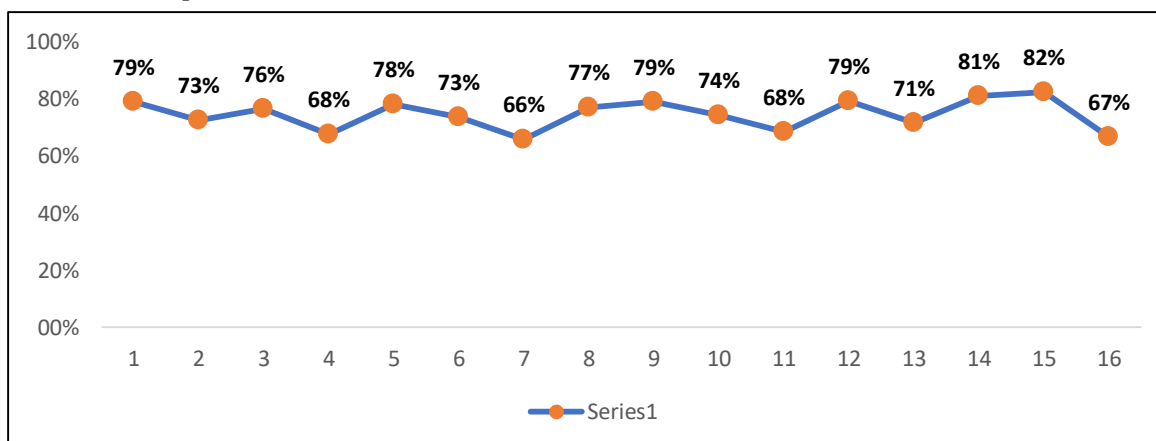
Estas fallas que presenta la sala de compresores conllevan a tener una baja disponibilidad en los mismos, ya que al verse afectados por un mal mantenimiento o por la falta de este, ocasiona paradas de planta, ya que la sala de compresores es la que proporciona energía a la línea de producción de envases de vidrio. A continuación, en la tabla 9 se muestra la disponibilidad obtenida por mes mediante el cálculo de la mantenibilidad y la fiabilidad.

Tabla 9. Disponibilidad – Actual

DISPONIBILIDAD - ACTUAL			
Semana	Mantenibilidad	Fiabilidad	Disponibilidad
1	3	11.2	78.9%
2	2.5	6.6	72.5%
3	2	6.5	76.5%
4	2.3	4.8	67.6%
5	2.0	7.1	78.0%
6	1.7	4.7	73.4%
7	2.3	4.4	65.7%
8	2.0	6.7	77.0%
9	1.9	7.1	78.9%
10	1.9	5.5	74.3%
11	1.9	4.1	68.3%
12	1.9	7.2	79.1%
13	2.0	5.0	71.4%
14	1.5	6.4	81.0%
15	1.8	8.3	82.2%
16	2.1	4.2	66.7%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6. Disponibilidad – Actual



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 6, presenta el total de la disponibilidad semanal en la sala de compresores, las cuales rondan entre 75% a 78%, lo que significa que las fallas en los compresores generan un gran impacto en la disponibilidad de la sala de compresores.

**Dimensión 1: Fiabilidad**

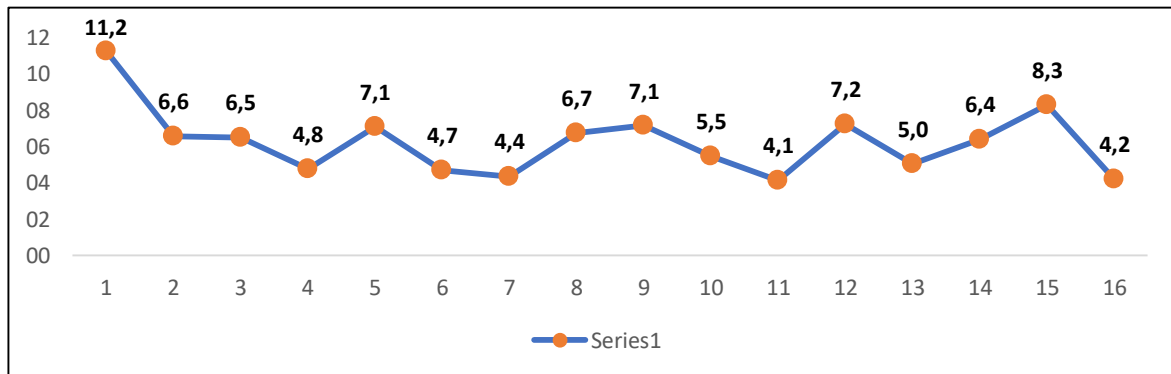
Es importante tomar en cuenta que las fallas en los compresores, también afecta a la fiabilidad de estos mismos, ya que el tiempo medio entre fallas caracterizan a la fiabilidad de las máquinas. En la tabla 10 se muestra la cantidad del número total de fallas y el tiempo total de falla (horas); lo cuales nos permiten calcular la fiabilidad semanal.

Tabla 10. *Fiabilidad – Actual*

FIABILIDAD - ACTUAL			
Semana	HOP	NTFallas	TMEF
1	202	18	11.2
2	92	14	6.6
3	195	30	6.5
4	43	9	4.8
5	99	14	7.1
6	141	30	4.7
7	87	20	4.4
8	148	22	6.7
9	157	22	7.1
10	142	26	5.5
11	87	21	4.1
12	152	21	7.2
13	136	27	5.0
14	51	8	6.4
15	157	19	8.3
16	126	30	4.2

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 7. *Fiabilidad – Actual*



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico 7, presenta el total de fiabilidad semanal en la sala de compresores, las cuales rondan entre 4.0 horas a 12.0 horas.

### Dimensión 2: Mantenibilidad

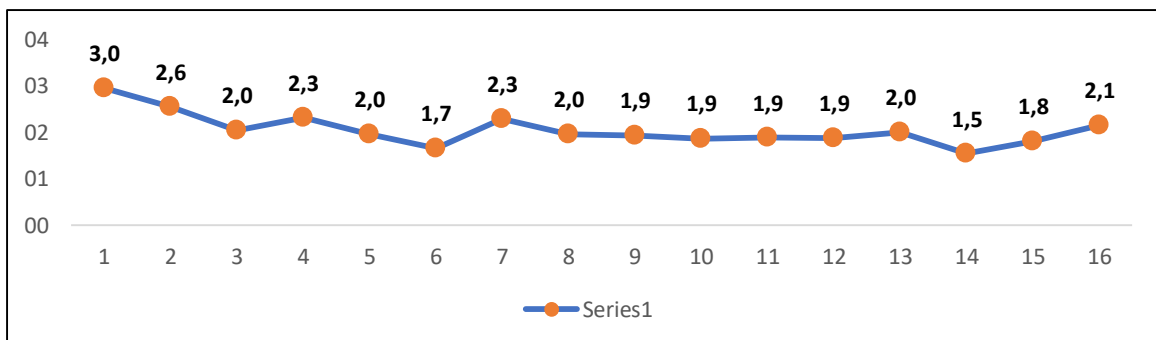
Asimismo, estas fallas ocasionan que el tiempo para reparación de cada compresor, sea mayor, debido, a la falta de mantenimiento preventivo, lo cual ocasiona realizar mantenimientos correctivos sin previo aviso, ya que el tiempo medio para reparación caracterizan a la mantenibilidad de las máquinas. En la tabla 11 se muestra el tiempo total de fallas y el número del total de fallas detectadas; lo cuales nos permiten calcular la mantenibilidad semanal.

Tabla 11. *Mantenibilidad – Actual*

MANTENIBILIDAD - ACTUAL			
Semana	TTF	NTFallas	TPMR
1	53.2	18	3.0
2	35.7	14	2.6
3	61.2	30	2.0
4	20.8	9	2.3
5	27.3	14	2.0
6	49.5	30	1.7
7	45.8	20	2.3
8	43.0	22	2.0
9	42.5	22	1.9
10	48.5	26	1.9
11	39.5	21	1.9
12	39.2	21	1.9
13	53.8	27	2.0
14	12.3	8	1.5
15	34.3	19	1.8
16	64.3	30	2.1

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 8. *Mantenibilidad – Actual*



Fuente: Elaboración propia



En el gráfico 8, presenta el total de mantenibilidad semanal en la sala de compresores, las cuales rondan entre 1.6 horas a 3.1 horas, esto es debido a que no hay un mantenimiento preventivo para cada compresor, dando como resultado la demora en restablecer en un estado operativo los compresores en estado de falla.

### **3.1.2 Propuesta de mejora**

Para la correcta aplicación de la propuesta, se tiene que utilizar correctamente los instrumentos de recolección (formatos de cada indicador) para obtener los resultados esperados, estos pasos van desde escoger el grupo adecuado para el trabajo, seguidamente de la identificación de las fallas, hasta el control del mantenimiento realizado por los técnicos de mantenimiento y su evaluación final. Para ello se realizó un diagrama de Gantt para la aplicación satisfactoria del mantenimiento preventivo, y así, lograr la reducción de las fallas, como consecuencia de ello, mejorar la disponibilidad de la empresa Envases de Vidrio S.A.C. (Ver anexo 42)

Asimismo, para la correcta aplicación del mantenimiento preventivo, se elaboró formatos de check list, orden de trabajo y fichas técnicas, para los mantenimientos que se programen para cada compresor. (Ver anexo 34, 35 y 36)

Después de realizar el mantenimiento preventivo, en la sala de compresores se realizó el análisis de criticidad para determinar el estado de cada compresor, y verificar si se redujo la criticidad. (Ver anexo 11)

Finalmente, se realizó una programación del mantenimiento para los compresores en base a las horas de operación y las distintas actividades que se deben cumplir en un determinado tiempo. (Ver anexo 12)

## 3.2 Estadística Descriptiva

### Análisis de la variable independiente

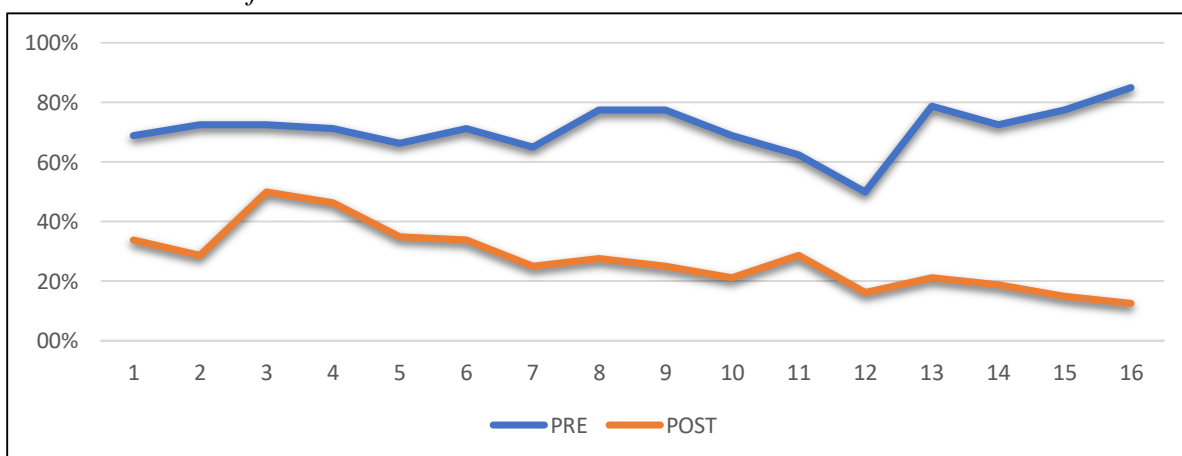
#### Dimensión 1: Identificación de fallas

Tabla 12. Tasa de fallas Pre – Post

Semana	Tasa de fallas Pre - Test	Tasa de fallas Post - Test
1	68.8%	33.8%
2	72.5%	28.8%
3	72.5%	50.0%
4	71.3%	46.3%
5	66.3%	35.0%
6	71.3%	33.8%
7	65.0%	25.0%
8	77.5%	27.5%
9	77.5%	25.0%
10	68.8%	21.3%
11	62.5%	28.8%
12	50.0%	16.3%
13	78.8%	21.3%
14	72.5%	18.8%
15	77.5%	15.0%
16	85.0%	12.5%
<b>Promedio</b>	<b>71.1%</b>	<b>27.4%</b>

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 9. Tasa de fallas Pre – Post



Fuente: Elaboración propia

Según el gráfico 9, se comparó la tasa de fallas antes y después, y se pudo determinar que claramente hay una mejora, teniendo una reducción de fallas del 43.7 % respecto al antes y después de la investigación.

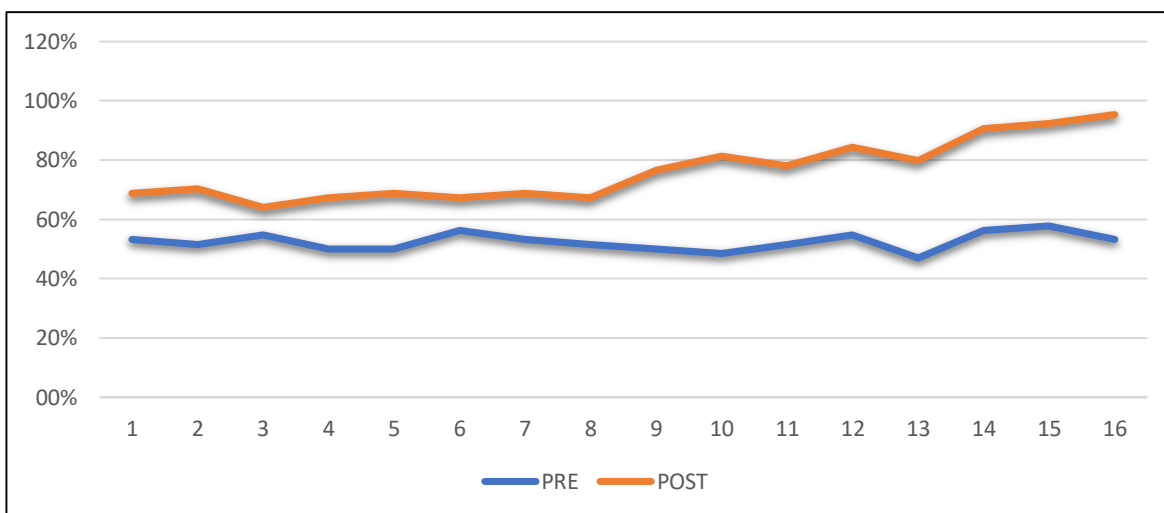
## Dimensión 2: Inspección de maquinas

Tabla 13. *Porcentaje de inspección Pre – Post*

Semana	% I Pre - Test	% I Post - Test
1	53.1%	68.8%
2	51.6%	70.3%
3	54.7%	64.1%
4	50.0%	67.2%
5	50.0%	68.8%
6	56.3%	67.2%
7	53.1%	68.8%
8	51.6%	67.2%
9	50.0%	76.6%
10	48.4%	81.3%
11	51.6%	78.1%
12	54.7%	84.4%
13	46.9%	79.7%
14	56.3%	90.6%
15	57.8%	92.2%
16	53.1%	95.3%
<b>Promedio</b>	52.4%	76.3%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 10. *Porcentaje de inspección Pre – Post*



Fuente: Elaboración propia

Según el gráfico 10, se comparó el porcentaje de inspección antes y después, y se pudo determinar que claramente hay una mejora, teniendo un incremento de inspección del 23.9% respecto al antes y después de la investigación.

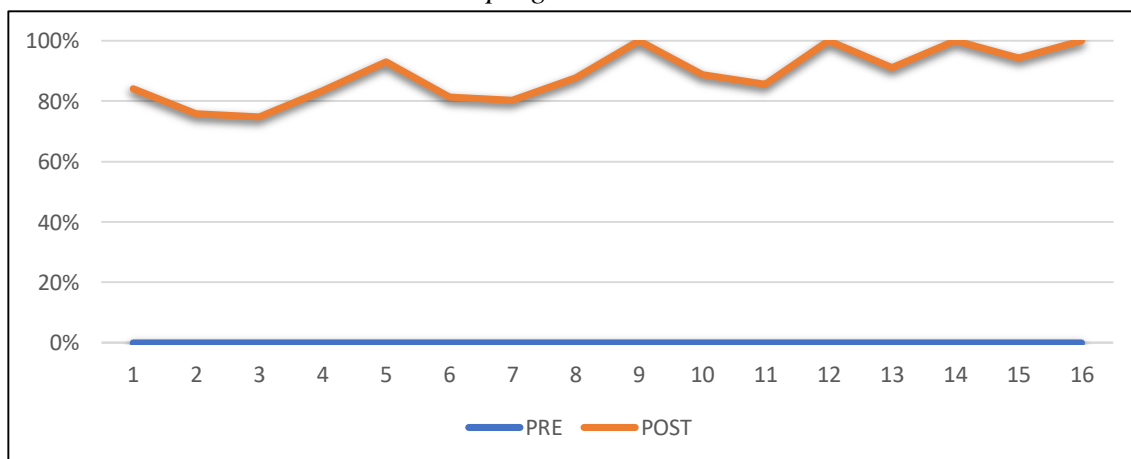
### Dimensión 3: Programación del mantenimiento

Tabla 14. Índice de mantenimiento programado Pre – Post

Semana	IMP Pre - Test	IMP Post- Test
1	0.0%	84.0%
2	0.0%	75.9%
3	0.0%	74.8%
4	0.0%	83.5%
5	0.0%	93.1%
6	0.0%	81.4%
7	0.0%	80.3%
8	0.0%	87.6%
9	0.0%	100.0%
10	0.0%	88.8%
11	0.0%	85.6%
12	0.0%	100.0%
13	0.0%	91.2%
14	0.0%	100.0%
15	0.0%	94.4%
16	0.0%	100.0%
<b>Promedio</b>	0.0%	88.8%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 11. Índice de mantenimiento programado Pre – Post



Fuente: Elaboración propia

Según el gráfico 11, se comparó el índice de mantenimiento programado antes y después, y se pudo determinar que claramente hay una mejora, teniendo un incremento de programación de mantenimiento del 88% respecto al antes y después de la investigación.

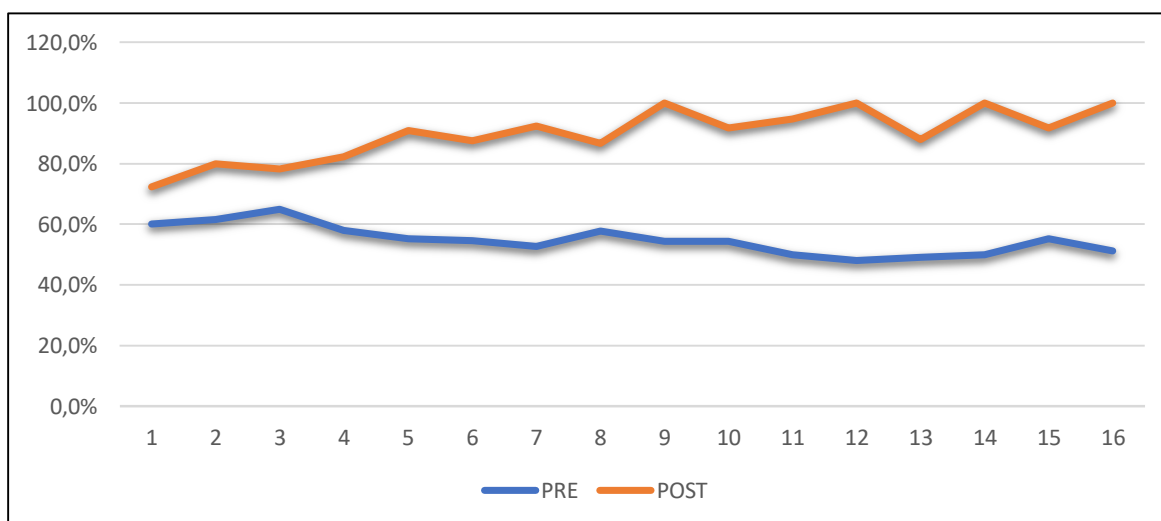
#### Dimensión 4: Control del mantenimiento

Tabla 15. *Porcentaje de control del mantenimiento Pre – Post*

Semana	%CM Pre - Test	% CM Post - Test
1	60.0%	72.2%
2	61.5%	80.0%
3	64.9%	78.3%
4	57.9%	82.4%
5	55.2%	90.9%
6	54.5%	87.5%
7	52.7%	92.3%
8	57.7%	86.7%
9	54.3%	100.0%
10	54.3%	91.7%
11	50.0%	94.7%
12	47.9%	100.0%
13	49.0%	88.0%
14	50.0%	100.0%
15	55.2%	91.7%
16	51.1%	100.0%
<b>Promedio</b>	54.8%	89.8%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 12. *Porcentaje de control del mantenimiento Pre – Post*



Fuente: Elaboración propia

Según el gráfico 12, se comparó el porcentaje de control de mantenimiento antes y después, y se pudo determinar que claramente hay una mejora, teniendo un incremento de control del mantenimiento del 35% respecto al antes y después de la investigación.

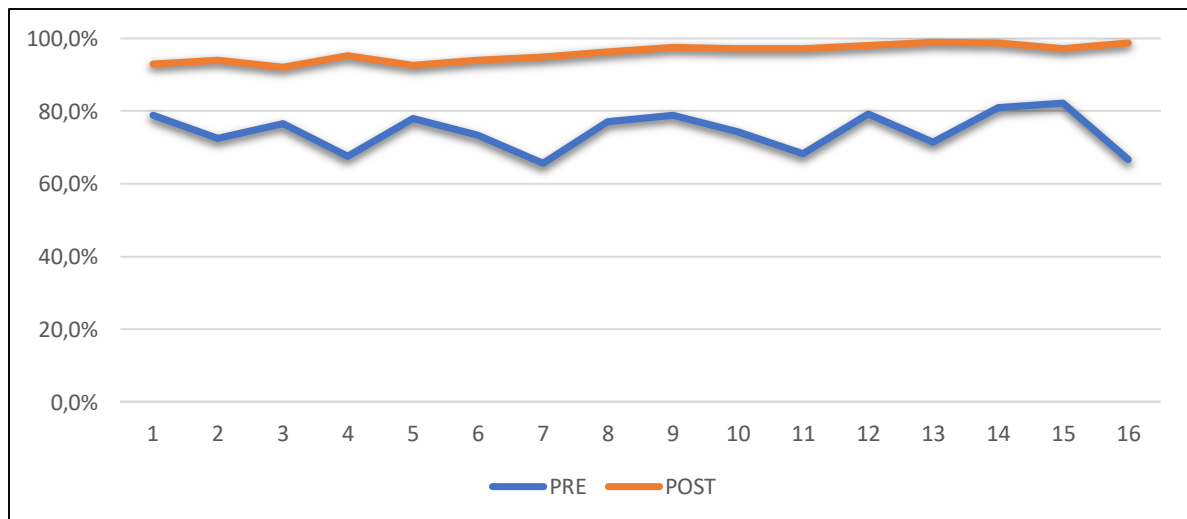
## Análisis de la variable dependiente

Tabla 16. Disponibilidad Pre – Post

Semana	Disponibilidad Pre - Test	Disponibilidad Post - Test
1	78.9%	92.9%
2	72.5%	93.9%
3	76.5%	92.0%
4	67.6%	95.2%
5	78.0%	92.5%
6	73.4%	93.9%
7	65.7%	94.9%
8	77.0%	96.3%
9	78.9%	97.5%
10	74.3%	97.1%
11	68.3%	97.2%
12	79.1%	98.0%
13	71.4%	98.9%
14	81.0%	98.7%
15	82.2%	97.2%
16	66.7%	98.7%
<b>Promedio</b>	74.5%	95.9%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 13. Disponibilidad Pre – Post



Fuente: Elaboración propia

Según el gráfico 13, se determinó que evidentemente hay una mejora con respecto al antes y después de la disponibilidad, del 21.4% en la sala de compresores.

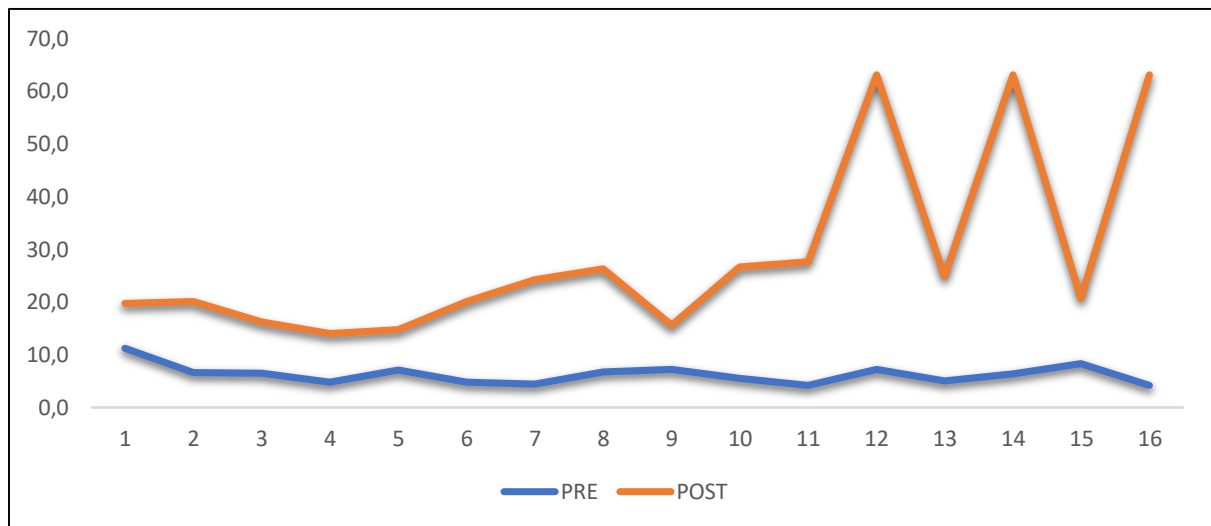
**Dimensión 1: Fiabilidad**

Tabla 17. *Tiempo medio entre fallas Pre – Post*

Semana	TMEF Pre - Test	TMEF Post - Test
1	11.2	19.7
2	6.6	20.0
3	6.5	16.2
4	4.8	13.9
5	7.1	14.8
6	4.7	20.0
7	4.4	24.2
8	6.7	26.3
9	7.1	15.5
10	5.5	26.6
11	4.1	27.6
12	7.2	63.0
13	5.0	24.8
14	6.4	63.0
15	8.3	20.7
16	4.2	63.0
<b>Promedio</b>	6.2	28.7

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 14. *Fiabilidad Pre – Post*



Fuente: Elaboración propia

Según el gráfico 14, se determinó que evidentemente hay una mejora con respecto al antes y después de la fiabilidad, de 22.5 horas de operación adicionales en la sala de compresores.

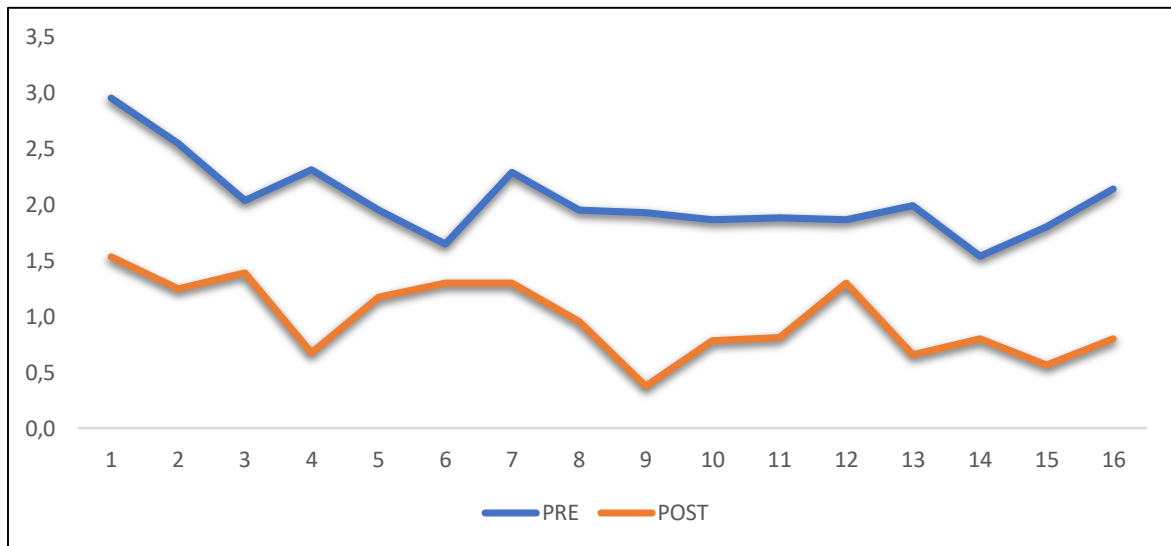
## Dimensión 2: Mantenibilidad

Tabla 18. *Tiempo medio de reparación Pre – Post*

Semana	TPMR Pre - Test	TPMR Post - Test
1	3.0	1.5
2	2.6	1.3
3	2.0	1.4
4	2.3	0.7
5	2.0	1.2
6	1.7	1.3
7	2.3	1.3
8	2.0	1.0
9	1.9	0.4
10	1.9	0.8
11	1.9	0.8
12	1.9	1.3
13	2.0	0.7
14	1.5	0.8
15	1.8	0.6
16	2.1	0.8
<b>Promedio</b>	2.05	0.98

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 15. *Mantenibilidad Pre – Post*



Fuente: Elaboración propia

Según el gráfico 15, se determinó que evidentemente hay una mejora con respecto al antes y después de la mantenibilidad, dando como resultado una reducción de la mantenibilidad de 1.07 horas en la sala de compresores.



### 3.3 Análisis Inferencial

#### 3.3.1 Prueba de normalidad

Tabla 19. *Estadígrafos*

	Antes	Después	Conclusión	Estadígrafo
Sig. > 0.05	Si	Si	Paramétrico	T Student
Sig. > 0.05	Si	No	No paramétrico	Wilcoxon
Sig. > 0.05	No	Si	No paramétrico	Wilcoxon
Sig. > 0.05	No	No	No paramétrico	Wilcoxon

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. *Prueba de normalidad de la disponibilidad*

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Disponibilidad - Antes	,149	16	,200*	,936	16	,300
Disponibilidad - Después	,192	16	,119	,919	16	,160

Fuente: Datos obtenidos del SPSS versión 25

En la tabla 20, se comprueba que el Sig. de la disponibilidad antes (0.300) y después (0.160), por ende, según lo establecido en la tabla 19, se concluye que los datos son paramétricos y que la hipótesis se validara mediante el estadígrafo T-Student.

Tabla 21. *Prueba de normalidad de la fiabilidad*

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Fiabilidad - Antes	,175	16	,200*	,887	16	,112
Fiabilidad - Después	,338	16	,000	,700	16	,160

Fuente: Datos obtenidos del SPSS versión 25

En la tabla 21, se comprueba que el Sig. de la fiabilidad antes (0.112) y después (0.160), por ende, según lo establecido en la tabla 19, se concluye que los datos son paramétricos y que la hipótesis se validara mediante el estadígrafo T-Student.

Tabla 22. Prueba de normalidad de la mantenibilidad

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Mantenibilidad - Antes	,250	16	,009	,885	16	,046
Mantenibilidad - Después	,219	16	,038	,917	16	,152

Fuente: Datos obtenidos del SPSS versión 25

En la tabla 22, se comprueba que el Sig. de la mantenibilidad antes (0.046) y después (0.152), por ende, según lo establecido en la tabla 19, se concluye que los datos no son paramétricos y que la hipótesis se validara mediante el estadígrafo T-Student.

### 3.3.2 Prueba de hipótesis

#### HIPOTESIS GENERAL

**HG1:** La aplicación de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C., 2018.

**HG0:** La aplicación de mantenimiento preventivo no mejora la disponibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C., 2018.

Regla de decisión fue:

**H<sub>0</sub>:**  $\mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$

**H<sub>a</sub>:**  $\mu_{Pa} < \mu_{Pd}$

Si  $p\text{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $p\text{valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

Tabla 23. Contrastación de la hipótesis general según muestras emparejadas

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Disponibilidad - Antes	74,469	16	5,3110	1,3277
	Disponibilidad - Después	95,931	16	2,3363	,5841

Fuente: Datos obtenidos del SPSS versión 25

En la tabla 23, ha quedado evidenciado que la media de la Disponibilidad, antes (74,469) es menor que la media de la Disponibilidad, después (95,931), por este motivo se acepta la hipótesis y se demuestra que la aplicación de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C., 2018.

Tabla 24. *Prueba T-Student de la disponibilidad*

		<b>Prueba de muestras emparejadas</b>							
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilatera l)
					Inferior	Superior			
Par	Disponibilidad	-21,4625	5,8773	1,4693	-24,5943	-18,3307	-14,607	15	,000
1	- Antes - Disponibilidad - Después								

Fuente: Datos obtenidos del SPSS versión 25

En la tabla 24, se puede comprobar que la Sig. de la disponibilidad en la prueba T-Student, es de 0.000 antes y después, por lo cual tomando en cuenta la regla de decisión; se acepta la hipótesis general.

### **HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1**

**HE1:** La aplicación de mantenimiento preventivo mejora la fiabilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C., 2018.

**HE0:** La aplicación de mantenimiento preventivo no mejora la fiabilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C., 2018.

Regla de decisión fue:

**H<sub>0</sub>:**  $\mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$

**H<sub>a</sub>:**  $\mu_{Pa} < \mu_{Pd}$

Si  $p_{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $p_{valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

Tabla 25. *Contrastación de la primera hipótesis específica*

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Fiabilidad - Antes	16	6,238	1,8319	4,1	11,2
Fiabilidad - Después	16	28,706	17,5412	13,9	63,0

Fuente: Datos obtenidos del SPSS versión 25

En la tabla 25, ha quedado evidenciado que la media de la fiabilidad, antes (6,238) es menor que la media de la fiabilidad, después (28,706), por este motivo se acepta la hipótesis y se demuestra que la aplicación de mantenimiento preventivo mejora la fiabilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C., 2018.

Tabla 26. *Prueba T-Student de la fiabilidad*

Prueba de muestras emparejadas									
Diferencias emparejadas									
		Desviación		Media de	95% de intervalo de		t	gl	Sig.
		estándar	estándar	error	confianza de la				(bilatera
		Media	n	estándar	Inferior	Superior			l)
Par	Disponibilidad	-21,4625	5,8773	1,4693	-24,5943	-18,3307	-14,607	15	,000
1	- Antes - Disponibilidad - Después								

Fuente: Datos obtenidos del SPSS versión 25

En la tabla 26, se puede comprobar que la Sig. de la fiabilidad en la prueba T-Student, es de 0,000 antes y después, por lo cual tomando en cuenta la regla de decisión; se acepta la hipótesis específica 1.

## HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2

**HE1:** La aplicación de mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C., 2018.

**HE0:** La aplicación de mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C., 2018

Regla de decisión fue:

**H<sub>0</sub>:**  $\mu_{Pa} \leq \mu_{Pd}$

**H<sub>a</sub>:**  $\mu_{Pa} < \mu_{Pd}$

Si  $p\text{valor} \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula

Si  $p\text{valor} > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula

Tabla 27. *Contrastación de la segunda hipótesis específica*

	Estadísticos descriptivos				
	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Mantenibilidad - Antes	16	2,056	,3577	1,5	3,0
Mantenibilidad - Después	16	,994	,3336	,4	1,5

Fuente: Datos obtenidos del SPSS versión 25

En la tabla 27, ha quedado evidenciado que la media de la mantenibilidad, antes (2,056) es mayor que la media de la mantenibilidad, después (0,994), por este motivo la hipótesis de investigación alterna, por lo cual queda demostrado que la aplicación de mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C., 2018.

Tabla 28. *Prueba Wilcoxon de la mantenibilidad*

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	Mantenibilidad - Después - Mantenibilidad - Antes
Z	-3,521 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,000

Fuente: Datos obtenidos del SPSS versión 25

En la tabla 28, se puede comprobar que la Sig. de la mantenibilidad en la prueba Wilcoxon, es de 0,000 antes y después, por lo cual tomando en cuenta la regla de decisión; se acepta la hipótesis específica 2.

## **IV. DISCUSIÓN**

### **Primera discusión**

En la tabla 16, se evidencio que el promedio de la disponibilidad, antes de la mejora es 74.5%; el cual es menor al promedio de la disponibilidad después de aplicar el mantenimiento preventivo con un valor de 95.9%; demostrando un incremento del 21.4%. Este resultado coincidió con el estudio realizado por Motta (2015), la cual forma parte de los antecedentes internacionales de esta investigación, y que concluye que al aplicarse dicha metodología, se reducirá el número de averías del equipo, reflejadas en el mejoramiento de la disponibilidad; siendo respaldado por el autor Cárcel (2016), en su publicación que forma parte del marco teórico de la investigación, indicó que: la finalidad del mantenimiento preventivo es conseguir la máxima disponibilidad de la planta, y para lograrlo es importante mejorar los niveles de fiabilidad y reducir la mantenibilidad de las máquinas.

### **Segunda discusión**

En la tabla 17, se evidencio que el promedio de la fiabilidad antes de la mejora es 6.2 horas de operación; el cual es menor al promedio de la fiabilidad resultante después de aplicar el mantenimiento preventivo con un valor de 28.7 horas de operación, demostrando un incremento de 22.5 horas de operación. Este resultado coincidió con el estudio realizado por Riera (2013), la cual forma parte de los antecedentes internacionales de esta investigación, concluyendo que mediante aplicación de la mejora en el mantenimiento se incrementa la fiabilidad, el cual se refleja en el tiempo medio entre fallas; siendo respaldado por Duffa (2013), en su libro que forma parte del marco teórico de la investigación, donde sostuvo que: una adecuada aplicación del mantenimiento preventivo logra beneficios como la mejora de la fiabilidad aumentando el tiempo medio entre fallas de las maquinas o equipos.

### **Tercera discusión**

En la tabla 18, se evidencio que el promedio de la mantenibilidad antes de la mejora es 2.05 horas de reparación; un valor mayor al promedio de la mantenibilidad resultante después de aplicar el mantenimiento preventivo con un valor de 0.98 horas de reparación demostrándose una reducción de 1.3 horas de reparación. Este resultado coincidió con el estudio realizado por Rumaldo (2015), la cual forma parte los antecedentes nacionales de esta investigación, y que concluye que, teniendo la información técnica de las máquinas suministrada por el

fabricante, se podrá realizar un mantenimiento optimo a cada máquina, permitiendo reducir la mantenibilidad; siendo respaldado por Viveros, et. al (2013), en su publicación que forma parte del marco teórico de la investigación, donde sostuvieron que: el mantenimiento es el conjunto de acciones necesarias para conservar o restablecer un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un coste mínimo.



## **V. CONCLUSIÓN**

### **Primera conclusión**

Se concluye que mediante la aplicación del mantenimiento preventivo se mejora la disponibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio SAC en un 21.4%, hallándose una Sig. de 0.000 mediante la prueba T-Student, por lo que, basándonos en la regla de decisión, se acepta que la aplicación de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C., 2018. Por lo tanto, se ha logrado el objetivo que era mejorar la disponibilidad en la sala de compresores, pues en la investigación hubo un incremento de un 74.5% a un 95.9%.

### **Segunda conclusión**

Se concluye que mediante la aplicación del mantenimiento preventivo se mejora la fiabilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio SAC en 21.5 horas de operación, hallándose un Sig. de 0.000 mediante la prueba T-Student, por lo que, basándonos en la regla de decisión, se acepta que la aplicación de mantenimiento preventivo mejora la fiabilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C., 2018. Por lo tanto, se ha logrado el objetivo que era mejorar la fiabilidad en la sala de compresores, pues la investigación hubo un incremento de 6.2 horas a 28.7 horas de operación.

### **Tercera conclusión**

Se concluye que mediante la aplicación del mantenimiento preventivo se mejora la mantenibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio SAC reduciendo el tiempo de reparación en 1.3 horas, hallándose un Sig. 0.000 mediante la prueba Wilcoxon, por lo que, basándonos en la regla de decisión, se acepta que la aplicación de mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C., 2018. Por lo tanto, se ha logrado el objetivo que era mejorar la mantenibilidad en la sala de compresores, pues la investigación hubo una reducción de 2.05 horas a 0.98 horas de reparación.

## **VI. RECOMENDACIONES**

### **Primera recomendación**

Se recomienda el seguimiento y control para reforzar la aplicación del mantenimiento preventivo, no solo en la sala de compresores, sino también en las otras áreas que presenten problemas con sus máquinas, esto permitirá mejorar la disponibilidad y reducir los costos por mantenimientos correctivos.

### **Segunda recomendación**

Se recomienda realizar capacitaciones al personal de mantenimiento para que cuenten con conocimientos de identificación de fallas, saber realizar inspecciones e interpretar las fichas técnicas de cada máquina, para un mantenimiento adecuado y evitar fallas más adelante.

### **Tercera recomendación**

Se recomienda llevar un control de los tiempos de los trabajos de mantenimiento realizados, para tener un mejor control de ejecución de los mismos, para compararlos con los planificados.

## **VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Arques, J. (2009). *Ingeniería y gestión del mantenimiento en el sector ferroviario*. Madrid: Díaz de Santos.
- Altamirano, Y., & Zabaleta, M. (2016). *Plan de gestión de mantenimiento preventivo para mejora de la productividad en la empresa Naylamp - 2016*. (Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial). Universidad Señor de Sipán, Chiclayo, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.uss.edu.pe/xmlui/handle/uss/4123>
- Barreiro, C., et al. (2006). *Tratamiento de datos*. Madrid: Diaz de Santos
- Bautista, M. E. (2009). *Manual de Metodología de Investigación*. (3ª ed.). Caracas, Venezuela: Editorial TALITIP S.R.L.
- Bisquerra, R. (2009). *Metodología de la investigación educativa*. (2ª ed.). Madrid: La Muralla.
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación*. (3ª ed.). Bogotá, Colombia: Pearson Education de Colombia.
- Boero, C. (2012). *Mantenimiento Industrial*. Argentina: Editorial Científica Universitaria.
- Baena, G. (2014). *Metodología de la investigación*. [en línea]. México D.F.: Grupo Editorial Patria, [fecha de consulta: 29 de mayo del 2018]. Recuperado de: <https://books.google.com.pe/books?id=6aCEBgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=tipos+y+dise%C3%B1os+de+investigacion+2016&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiCu9aRmNHWAhXPdSYKHWQhBL04ChDoAQhZMAk#v=onepage&q&f=false&safe=active>
- Buelvas, C., & Martínez, K. (2014). *Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa L&L*. (Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Mecánico). Universidad Autónoma del Caribe, Colombia. Recuperado de: <http://repositorio.uac.edu.co/bitstream/handle/11619/813/TMEC%201144.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Cáceres, R. (2004). *Estadística multivariante y no paramétrica con SPSS*. Madrid: ediciones Diaz de Santos.
- Carrasco, S. (2005). *Metodología de la investigación científica*. Lima, Perú: Editorial San Marcos.
- Creus, A. (2005). *Fiabilidad y seguridad su aplicación en procesos industriales*. Barcelona: Marcombo.
- Cárcel, F. (2016). Disponibilidad, incertidumbre, y cadena de fallo en mantenimiento. *Revista 3C Tecnología* 18(5), 65-80. Recuperado de: <https://search.proquest.com/docview/1828828753?accountid=37408>
- Duffa, S. (2013). *Sistemas de mantenimiento: Planeación y Control*. México: Editorial Limusa Wiley.
- Díaz, R., & De la Paz, E. (2016). Procedimiento para la planeación integrada Producción – Mantenimiento a nivel táctico. *Revista de ingeniería industrial* 37(1), 36-48. Recuperado de: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-59362016000100005](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362016000100005)
- Euro Press (2017). Comunicado: Mantenimiento Preventivo o Mantenimiento por reparaciones. Recuperado de: <http://www.europapress.es/comunicados/sociedad-00909/noticia-comunicado-mantenimiento-preventivo-mantenimiento-reparaciones-20170908140105.html>
- Fidias, G. (2012). *El Proyecto de Investigación, Introducción a la metodología científica*. (6ª ed.). Venezuela: Editorial Episteme.
- Fraser, K. (2014). Facilities management: the strategic selection of a maintenance system. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 12(1), 18-Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1108/JFM-02-2013-0010>
- Federación Europea de Envases de Vidrio (2016). *La industria del vidrio se consolida cinco años de crecimiento*. Recuperado de: <http://www.anfevi.com/news/la-industria-europea-del-envase-de-vidrio-consolida-cinco-anos-de-crecimiento/>

- Gestión. (2014). *Índice de capacidad instalada de industria manufacturera subió 75.1%*. Publicado el 24 de julio del 2014. Recuperado de: <https://archivo.gestion.pe/noticia/383578/indice-capacidad-instalada-industria-manufacturera-subio-751-octubre>
- Gestión (2014). *BCR: 24 grupos industriales cayeron en diciembre y solo 19 salieron airosos*. Publicado el 20 de diciembre del 2014. Recuperado de: <https://gestion.pe/economia/bcr-24-grupos-industriales-cayeron-diciembre-19-salieron-airosos-78169>
- González, F. (2015). *Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado*. (5ª ed.). Madrid: FC Editorial.
- García, C. (2015). *Modelo de Gestión de mantenimiento para incrementar la calidad en el servicio en el departamento de alta tensión de STC metro de la Ciudad de México*. (Tesis para obtener el grado de Magister en Ingeniería industrial del Instituto Politécnico). Instituto Politécnico Nacional, México D.F. Recuperado de: <http://148.204.210.201/tesis/1485361991578TESISGARCAES.pdf>
- Heizer, J., & Render, B. (2008). *Dirección de la producción y operaciones*. (8ª ed.). Madrid: Pearson Educación S.A
- Huertas, O. (2012). *El mantenimiento en el Desarrollo de la Gestión Empresarial*. Colombia: Editorial Científyc.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. (6ª ed.). México: McGraw – Hill.
- López, C., & Orozco, F. (2013). *Mecanizado*. Madrid: Paraninfo
- Mora, A. (2009). *Mantenimiento. Planeación, ejecución y control*. México D.F.: Alfa omega
- Motta, M. (2015). *Diseño de un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad para top rolls en Vidrio Andino S.A.* (Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Mecánico). Universidad Santo Tomás, Bogotá, Colombia. Recuperado de:



<http://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/9369/MottaMiguel2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mahfoud, H., El Bakarny, A., & El Biyalii, A. (2016). Preventive Maintenance Optimization in Healthcare Domain: Status of Research and Perspective. *Journal of Quality and Reliability Engineering*, 1-10. Recuperado de: <https://search.proquest.com/docview/1809568726?accountid=37408>

Ñaupas, H., et.al. (2014). Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. [en línea]. Bogotá: Ediciones de la U, [fecha de consulta: 30 de mayo del 2018]. Recuperado de: <https://download.e-bookshelf.de/download/0003/5873/05/L-G-0003587305-0006913492.pdf>

Oliverio, P. (2012). *Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial*. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.

Pesántez, L. (2012). *Elaboración de un plan de mantenimiento predictivo y preventivo en función de la criticidad de los equipos del proceso productivo de una empresa empacadora de camarón*. (Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial). Escuela Superior Politécnica de Litoral, Ecuador. Recuperado de: <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/13353>

Rodríguez, J. (2008). *Gestión del mantenimiento*. Bogotá: CC.

Rodríguez, M. (2012). *Propuesta de Mejora de la Gestión de Mantenimiento basado en la Mantenibilidad de Equipos de Acarreo de una Empresa Minera de Cajamarca*. (Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial) Universidad Privada Del Norte. Cajamarca, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/89>

Riera, J. (2013). *Diseño e implementación de un sistema de mantenimiento industrial asistido por computador para la empresa cubiertas del Ecuador Kubiec S.A en la planta Esthela*. (Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Mecánico) Escuela Politécnica del Ejército, Ecuador. Recuperado de: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5974/1/T-ESPE-034434.pdf>

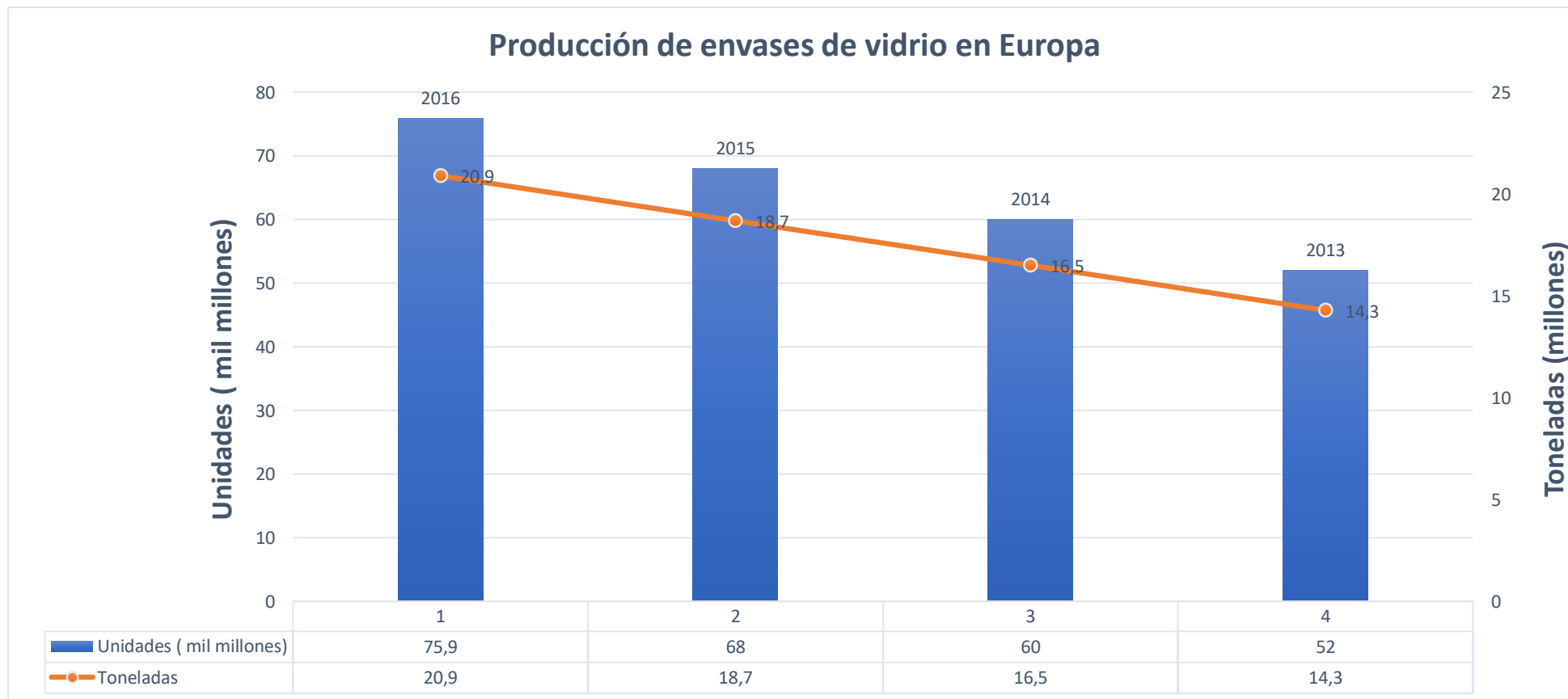
- Rumaldo, J. (2015). *Plan de mantenimiento preventivo de una línea de laminado para vidrio plano de capacidad 5000mmx2600mmx60mm*. (Tesis para obtener el título de Ingeniero Mecánico Electricista) Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú. Recuperado de: [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/3521/1/rumaldo\\_cj.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/3521/1/rumaldo_cj.pdf)
- Ratnayake, R. (2015). Mechanization of static mechanical systems inspection planning process: The state of the art. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 21(2), 227-248. Recuperado de: <https://search.proquest.com/docview/1678714769?accountid=37408>
- Roncal, J. (2017). *Mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad en las unidades de transporte de la empresa Transvial Lima S. A. C. 2017*. (Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial) Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú. Recuperado de: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/12078/Roncal\\_MJA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/12078/Roncal_MJA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Sánchez, F. (2013). *Mejora de la gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad en el área de lavandería industrial de la empresa S&E servicios generales S.A.C.* (Tesis para obtener el título profesional de ingeniero industrial). Universidad Privada Del Norte. Cajamarca, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/1359>
- Soto, J. (2016). *Mantenimiento basado en la confiabilidad para el mejoramiento de la disponibilidad mecánica de los Volquetes Faw en GYM S.A.* (Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo. Recuperado de: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3654/Soto%20Baltazar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Valdes, J & San Martín. (2009). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo – predictivo aplicado a los equipos de la empresa REMAPLAST*. (Tesis para obtener el título profesional de Administrador Industrial). Universidad de Cartagena, Colombia. Recuperado de: <http://repositorio.unicartagena.edu.co:8080/jspui/handle/11227/802>

- Viveros, P., Stefmaier, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L., Crespo, A. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. *Revista chilena de ingeniería*, 21(1), 125-138. Recuperado de: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-3305201300010001](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-3305201300010001)
- Velmurang, R., & Dhingra, T. (2015). Maintenance strategy selection and its impact in maintenance function. *International Journal of Operations & Production Management*, 35(12), 1622-1661. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1108/IJOPM-01-2014-0028>
- Villegas, J. (2016). *Propuesta de mejora en la gestión del área de mantenimiento, para la optimización del desempeño de la empresa Manfer S.R.L. Contratistas Generales, 2016.* (Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial). Universidad Católica San Pablo, Arequipa, Perú. Recuperado de: <http://repositorio.ucsp.edu.pe/handle/UCSP/15234>
- Tomás, J. (2009). *Fundamentos de bioestadística y análisis de datos para enfermería.* Barcelona: Servei de Publicacions.
- Tafur, R., & Izaguirre, M. (2014). *Cómo hacer un proyecto de investigación.* México D.F.: Alfa omega
- Urbano, C., & Yuni, J. (2006). *Técnicas para investigar 2.* (2a ed.). Córdoba: Brujas
- Xiang, Y. (2013). Joint optimization of  $\bar{X}$  control chart and preventive maintenance policies: A discrete-time Markov chain approach. *European Journal of Operational Research*. 229(2), 382. Recuperado de: <https://search.proquest.com/docview/1348164014?accountid=37408>
- Zul, I. (2014). System development toward effective maintenance management practices. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 4(4), 406-422. Recuperado de: <https://search.proquest.com/docview/1633945882/fulltextPDF/19F7023B13545AFPQ/4?accountid=37408>

## **ANEXOS**

## Anexo 1: Crecimiento de la industria del vidrio en Europa

Gráfico 16. Ventas de envases de vidrio en Europa



Fuente: FEVE

## Anexo 2: Check List para la frecuencia de problemas

Figura 2. Check List de los problemas escogidos en el diagrama Ishikawa



### CHECK LIST

Principales problemas que se generan	OP1	OP2	OP3	OP4	OP5	OP6	OP7	OP8	OP9	OP10	OP11	OP12	OP13	OP14	OP15	OP16	OP17	OP18	OP19	OP20	OP21	OP22	OP23	OP24	OP25	OP26	OP27	OP28	OP29	OP30	TOTAL
FALTA DE SUPERVISIÓN																															
FALTA DE CAPACITACIÓN DEL PERSONAL																															
FALTA DE MANTENIMIENTO																															
FALTA DE HERRAMIENTAS																															
INCREMENTO DE PEDIDOS																															
INCUMPLIMIENTO DE PEDIDOS																															
FALTA DE INVENTARIO																															
NO EXISTEN PLANES PREVENTIVOS																															
LOS METODOS DE TRABAJO NO SON SUPERVISADOS																															
MALA PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO																															
FALTA DE BASE DE DATOS																															
FALTA DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN																															
USO DE EQUIPO NO ADECUADO																															

Fuente: Elaboración propia



### Anexo 3: Matriz de Operacionalización de las variables

Tabla 29. Matriz de Operacionalización de las variables

APLICACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LA SALA DE COMPRESORES EN LA EMPRESA ENVISAC, 2018									
Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de los indicadores	Técnica	Instrumento	Unidad de medida	Fórmula
Mantenimiento Preventivo	Duffa (2013) indicó: Una serie de tareas planeadas previamente, que se llevan a cabo para contrarrestar las causas conocidas de fallas potenciales de las funciones para las que fue creado un activo. Puede planearse y programarse con base en el tiempo, el uso o la condición del equipo. (p.77)	El mantenimiento preventivo es medido a través de las fichas de recolección de datos F-01 (Identificación de fallas), F-02 (Inspección de máquinas), F-03 (Promoción del mantenimiento) y F-04 (Control del mantenimiento).	Identificación de fallas	Tasa de fallas	Razón	Observación y registro	Ficha de recolección de datos F-01	Mensual	$TF(\%) = \frac{\text{Numero de fallas}}{\text{Número de unidades probadas}} \times 100\%$ (Duffa, 2013, p.294)
			Inspección de Máquinas	Porcentaje de inspección	Razón	Observación y registro	Ficha de recolección de datos F-02	Mensual	$\% I = \frac{\text{Inspecciones realizadas}}{\text{Inspecciones planificadas}} \times 100$ (Duffa, 2013, p.295)
			Programación del Mantenimiento	Índice de mantenimiento programado	Razón	Observación y registro	Ficha de recolección de datos F-03	Mensual	$IMP = \frac{\text{Horas de mantenimiento preventivo}}{\text{Horas totales de mantenimiento}} \times 100$ (Duffa, 2013, p.295)
			Control del mantenimiento	Porcentaje de control del mantenimiento	Razón	Observación y registro	Ficha de recolección de datos F-04	Mensual	$\% CM = \frac{\text{Mantenimientos Realizados}}{\text{Mantenimientos Planificados}} \times 100$ (Duffa, 2013, p.293)
Disponibilidad	Mora (2009) indicó: "Es la probabilidad de que el equipo funcione satisfactoriamente en el momento en que sea requerido después del comienzo de su operación, cuando se usa bajo condiciones estables, [...]" (p.67).	La disponibilidad se da en medida, en cuanto a la fiabilidad a través de las horas de operación y el número total de fallas detectadas, y también, en cuanto a la mantenibilidad a través del tiempo total de fallas y el número total de fallas detectadas.	Fiabilidad	Tiempo medio entre fallas (TMEF)	Razón	Observación y registro	Ficha de recolección de datos F-05	Mensual	$TMEF = \frac{HROP}{\sum \text{FALLAS}}$ (Mora, 2009, p.104)  Donde: HROP: Horas de operación NTFALLAS: Número total de fallas detectadas
			Mantenibilidad	Tiempo medio de reparación (TPMR)	Razón	Observación y registro	Ficha de recolección de datos F-06	Mensual	$TPMR = \frac{TTF}{\sum \text{FALLAS}}$ (Mora, 2009, p.107)  Donde: TTF: Tiempo total de fallas NTFALLAS: Número total de fallas detectadas

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4: Matriz de Consistencia

Tabla 30. Matriz de Consistencia

APLICACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LA SALA DE COMPRESORES EN LA EMPRESA ENVISAC, 2018												
Preguntas de investigación	Objetivos	Hipótesis	Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de los indicadores	Metodología			
General	General	Principal	Mantenimiento Preventivo	Duffa (2013) indicó: El mantenimiento preventivo es una serie de tareas planeadas previamente, que se llevan a cabo para contrarrestar las causas conocidas de fallas potenciales de las funciones para las que fue creado un activo. Puede planearse y programarse con base en el tiempo, el uso o la condición del equipo. (p.77)	El mantenimiento preventivo es medido a través de las fichas de recolección de datos F-01 (Identificación de fallas), F-02 (Inspección de máquinas), F-03 (Promoción del mantenimiento) y F-04 (Control del mantenimiento).	Identificación de fallas	Tasa de fallas	Razón	Recolección de datos			
¿En qué medida la aplicación de mantenimiento preventivo afecta la disponibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C., 2018?	Determinar en qué medida la aplicación de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C., 2018.	La aplicación de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C., 2018.					$TF(\%) = \frac{\text{Numero de fallos}}{\text{Número de unidades probadas}} \times 100\%$ (Duffa, 2013, p.294)					
Específicas	Específicos	Secundarias					Programación del Mantenimiento			Porcentaje de inspección	Razón	Recolección de datos
¿En qué medida la aplicación de mantenimiento preventivo afecta la fiabilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de vidrio S.A.C., 2018?	Determinar en qué medida la aplicación de mantenimiento preventivo mejora la fiabilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C., 2018.	La aplicación mantenimiento preventivo mejora la fiabilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C., 2018.								$\% I = \frac{\text{Inspecciones realizadas}}{\text{Inspecciones planificadas}} \times 100$ (Duffa, 2013, p.295)		
			$IMP = \frac{\text{Horas de mantenimiento preventivo}}{\text{Horas totales de mantenimiento}} \times 100$ (Duffa, 2013, p.295)									
			Disponibilidad	Mora (2009) indico: “Es la probabilidad de que el equipo funcione satisfactoriamente en el momento en que sea requerido después del comienzo de su operación, cuando se usa bajo condiciones estables, [...]” (p.67).	La disponibilidad se da en medida, en cuanto a la fiabilidad a través de las horas de operación y el número total de fallas detectadas, y también, en cuanto a la mantenibilidad a través del tiempo total de fallas y el número total de fallas detectadas.	Control del mantenimiento	Porcentaje de control del mantenimiento	Razón	Recolección de datos			
						$\% CM = \frac{\text{Mantenimientos Realizados}}{\text{Mantenimientos Planificados}} \times 100$ (Duffa, 2013, p.293)						
						Fiabilidad	Tiempo medio entre fallas (TMEF) $TMEF = \frac{HROP}{\Sigma NTFALLAS}$ (Mora, 2009, p.104) Donde: HROP: Horas de operación NTFALLAS: Número total de fallas detectadas	Razón	Recolección de datos			
						Mantenibilidad	Tiempo medio de reparación (TPMR) $TPMR = \frac{TTF}{\Sigma NTFALLAS}$ (Mora, 2009, p.107) Donde: TTF: Tiempo total de fallas NTFALLAS: Número total de fallas detectadas	Razón	Recolección de datos			

Fuente: Elaboración propia



**Anexo 5: Formato de recolección de datos: Identificación de fallas**

Tabla 31. *Formato de recolección de datos: Identificación de fallas*


<b>FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS - MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>				
		<b>Fecha</b>	01/02/2018	
		<b>Nº</b>	Identificación de Fallas	
		F-01	Guía de Observación	
Semana	Fecha de inicio	Número de fallos	Número de unidades probadas	Tasas de fallas
1	01/02/2018			
2	07/02/2018			
3	13/02/2018			
4	19/02/2018			
5	25/02/2018			
6	03/03/2018			
7	09/03/2018			
8	15/03/2018			
9	21/03/2018			
10	27/03/2018			
11	02/04/2018			
12	08/04/2018			
13	14/04/2018			
14	20/04/2018			
15	26/04/2018			
16	02/05/2018			
<b>PROMEDIO DE LA TASA DE FALLAS</b>				

Fuente: Elaboración propia



**Anexo 6: Formato de recolección de datos: Inspección de máquinas**

Tabla 32. *Formato de recolección de datos: Inspección de máquinas*

<b>FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS - MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>					
		<b>Fecha</b>		01/02/2018	
		<b>N°</b>		Guía de observación	
		F-02		Inspección de máquinas	
Semana	Fecha de inicio	Códigos de máquina	IR	IP	%I
1	01/02/2018	AP-04-01 - 08			
2	07/02/2018	AP-04-01 - 08			
3	13/02/2018	AP-04-01 - 08			
4	19/02/2018	AP-04-01 - 08			
5	25/02/2018	AP-04-01 - 08			
6	03/03/2018	AP-04-01 - 08			
7	09/03/2018	AP-04-01 - 08			
8	15/03/2018	AP-04-01 - 08			
9	21/03/2018	AP-04-01 - 08			
10	27/03/2018	AP-04-01 - 08			
11	02/04/2018	AP-04-01 - 08			
12	08/04/2018	AP-04-01 - 08			
13	14/04/2018	AP-04-01 - 08			
14	20/04/2018	AP-04-01 - 08			
15	26/04/2018	AP-04-01 - 08			
16	02/05/2018	AP-04-01 - 08			
<b>PROMEDIO DE PORCENTAJE DE INSPECCIÓN DE MÁQUINAS</b>					

Fuente: Elaboración propia



**Anexo 7: Formato de recolección de datos: Programación del mantenimiento**

Tabla 33. *Formato de recolección de datos: Programación del mantenimiento*

<b>FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS - MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>					
				Fecha	01/02/2018
				N°	Guía de observación
				F-03	Programación del mantenimiento
Semana	Fecha de inicio	Códigos de Máquina	Tiempo de mantenimiento preventivo (minutos)	Tiempo de mantenimiento Correctivo (minutos)	IMP
1	01/02/2018	AP-04-01 - 08			
2	07/02/2018	AP-04-01 - 08			
3	13/02/2018	AP-04-01 - 08			
4	19/02/2018	AP-04-01 - 08			
5	25/02/2018	AP-04-01 - 08			
6	03/03/2018	AP-04-01 - 08			
7	09/03/2018	AP-04-01 - 08			
8	15/03/2018	AP-04-01 - 08			
9	21/03/2018	AP-04-01 - 08			
10	27/03/2018	AP-04-01 - 08			
11	02/04/2018	AP-04-01 - 08			
12	08/04/2018	AP-04-01 - 08			
13	14/04/2018	AP-04-01 - 08			
14	20/04/2018	AP-04-01 - 08			
15	26/04/2018	AP-04-01 - 08			
16	02/05/2018	AP-04-01 - 08			
<b>PROMEDIO DE ÍNDICE DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO</b>					

Fuente: Elaboración propia



**Anexo 8: Formato de recolección de datos: Control del mantenimiento**

Tabla 34. *Formato de recolección de datos: Control del mantenimiento*

FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS - MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
				Mes	01/02/2018
				Nº	Guía de observación
				F-04	Control de mantenimiento
Semana	Fecha de inicio	Códigos de máquina	Mantenimientos Realizados	Mantenimientos Planificados	%CM
1	01/02/2018	AP-04-01 - 08			
2	07/02/2018	AP-04-01 - 08			
3	13/02/2018	AP-04-01 - 08			
4	19/02/2018	AP-04-01 - 08			
5	25/02/2018	AP-04-01 - 08			
6	03/03/2018	AP-04-01 - 08			
7	09/03/2018	AP-04-01 - 08			
8	15/03/2018	AP-04-01 - 08			
9	21/03/2018	AP-04-01 - 08			
10	27/03/2018	AP-04-01 - 08			
11	02/04/2018	AP-04-01 - 08			
12	08/04/2018	AP-04-01 - 08			
13	14/04/2018	AP-04-01 - 08			
14	20/04/2018	AP-04-01 - 08			
15	26/04/2018	AP-04-01 - 08			
16	02/05/2018	AP-04-01 - 08			
PROMEDIO DE PORCENTAJE DE CONTROL MANTENIMIENTO					

Fuente: Elaboración propia



## Anexo 9: Formato de recolección de datos: Disponibilidad

Tabla 35. *Formato de recolección de datos: Disponibilidad*

FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS - DISPONIBILIDAD							
				Fecha		01/02/2018	
				N°		Guía de observación	
				F-05		Fiabilidad-Mantenibilidad	
Semana	Fecha de inicio	NT Fallas	TTF(horas)	Mantenibilidad	Horas op.	Fiabilidad	Disponibilidad
1	01/02/2018						
2	07/02/2018						
3	13/02/2018						
4	19/02/2018						
5	25/02/2018						
6	03/03/2018						
7	09/03/2018						
8	15/03/2018						
9	21/03/2018						
10	27/03/2018						
11	02/04/2018						
12	08/04/2018						
13	14/04/2018						
14	20/04/2018						
15	26/04/2018						
16	02/05/2018						
PROMEDIO DE LA DISPONIBILIDAD							

Fuente: Elaboración propia



ENVASÉS DE VIDRIO S.A.C.  
**ENVISAC**

**Anexo 10: Análisis de criticidad después**

Tabla 36. Análisis de criticidad después

ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LOS COMPRESORES - DESPUÉS										
COMPRESOR	MARCA	PRODUCCIÓN			CALIDAD	MANTENIMIENTO			SEGURIDAD	VALOR DE CRITICIDAD
		Tasa de utilización del equipo	Equipo auxiliar	Influencia sobre el proceso	Influencia en la calidad de servicio	Costo mensual de mantenimiento	Horas de paro al mes	Grado de especialista	Influencia en la seguridad	
AP-04-01	INGERSOL RAND	4	1	3	3	1	1	2	1	16
AP-04-02	INGERSOL RAND	4	1	3	3	1	1	2	1	16
AP-04-03	INGERSOL RAND	4	1	5	4	1	2	2	3	22
AP-04-04	INGERSOL RAND	4	1	5	4	1	1	2	3	21
AP-04-05	INGERSOL RAND	4	1	4	4	1	2	2	1	19
AP-04-06	INGERSOL RAND	4	1	4	4	1	2	2	1	19
AP-04-07	INGERSOL RAND	4	1	5	4	1	1	2	3	21
AP-04-08	INGERSOL RAND	4	1	4	4	1	1	2	1	18

Fuente: Elaboración propia



## Anexo 11: Evaluación de criticidad


Figura 3. Evaluación de criticidad para los compresores

<b>EVALUACIÓN DE CRITICIDAD</b>
<b>Tasa de utilización del equipo</b> 4:>80%, 2: entre 50 y 80 %, 1<50%
<b>Equipo auxiliar</b> 5: sin probabilidad de reemplazo, 4: equipos de la misma clase en el área 1: equipos con duplicado
<b>Influencia sobre el proceso</b> 5: paro de proceso, 4: influencia importante, 3: influencia relativa
<b>Influencia en la calidad del servicio</b> 5: decisiva, 4: importante, 3: sensible, 2: nula
<b>Costo de mantenimiento</b> 4: elevado, 2: medio, 1: reducido
<b>Horas de paro</b> 4: elevado, 2: medio, 1: bajo
<b>Grado de especialista</b> 4: especialista, 2: normal, 1: sin especialidad
<b>Seguridad</b> 5: riesgo normal, 4: riesgo para instalación, 3: influencia relativa, 1: sin influencia Con la suma de puntuaciones se establecen 3 grupos Entre 25 y 35: criticidad alta Entre 16 y 24: criticidad media Menor a 15 : maquinas secundarias

Fuente: Sistemas de Mantenimiento: Planeación y Control (2013)

## Anexo 12: Programación del mantenimiento para los compresores

Tabla 37. Programación del mantenimiento para los compresores

	Programación del mantenimiento para los compresores			
	Horas de operación			
	100	150	250	500
Lubricar válvulas de succión y descarga				
Mantenimiento a las válvulas de succión y descarga				
Limpieza del compresor				
Verificar la presión de agua				
Verificar el nivel de temperatura				
limpieza del filtro de aire				
Verificar el filtro de aceite				
Cambio de aceite del Carter (Merak 100- Repsol)				

Fuente: Elaboración propia





**Anexo 13: Registro de datos: Mantenimientos realizados antes**

Tabla 38. Registro de datos: Mantenimientos realizados en febrero

Febrero		AP-04-01		AP-04-02		AP-04-03		AP-04-04		AP-04-05		AP-04-06		AP-04-07		AP-04-08		TOTAL	
Semana	Días	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP
1	1	0	0	0	0	4	0	3	0	0	0	0	0	4	0	0	0	11	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	7	0
	4	0	0	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	4	0
	<b>TOTAL</b>		3		4		4		5		3		0		4		4		27
2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	9	0	0	0	0	0	0	4	0	3	0	4	0	0	0	0	0	11	0
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	11	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	4	0	13	0
	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>TOTAL</b>		0		4		0		4		3		4		5		4		24
3	13	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	4	0
	14	0	0	3	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	7	0
	15	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	7	0
	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	18	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	8	0
	<b>TOTAL</b>		4		3		5		0		4		4		4		0		26
4	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	24	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	11	0
	<b>TOTAL</b>		3		3		0		0		0		0		0		5		11

Fuente: Elaboración propia



Tabla 39. Registro de datos: Mantenimientos realizados en marzo

Marzo		AP-04-01		AP-04-02		AP-04-03		AP-04-04		AP-04-05		AP-04-06		AP-04-07		AP-04-08		TOTAL	
Semana	Días	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	9	0
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	4	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>TOTAL</b>	<b>0</b>		<b>4</b>		<b>4</b>		<b>3</b>		<b>0</b>		<b>0</b>		<b>0</b>		<b>5</b>		<b>16</b>	
2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	4	0
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10	0	0	5	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	8	0
	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0
	<b>TOTAL</b>	<b>0</b>		<b>5</b>		<b>3</b>		<b>4</b>		<b>3</b>		<b>0</b>		<b>3</b>		<b>0</b>		<b>18</b>	
3	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	14	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	0	9	0
	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	16	1	0	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0
	17	0	0	0	0	0	0	4	0	3	0	2	0	3	0	0	0	12	0
	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>TOTAL</b>	<b>5</b>		<b>3</b>		<b>4</b>		<b>4</b>		<b>3</b>		<b>4</b>		<b>3</b>		<b>3</b>		<b>29</b>	
4	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	4	0	0	0	7	0
	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	24	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	8	0
	<b>TOTAL</b>	<b>0</b>		<b>4</b>		<b>0</b>		<b>0</b>		<b>0</b>		<b>3</b>		<b>4</b>		<b>4</b>		<b>15</b>	

Fuente: Elaboración propia



Tabla 40. Registro de datos: Mantenimientos realizados en abril

Abril		AP-04-01		AP-04-02		AP-04-03		AP-04-04		AP-04-05		AP-04-06		AP-04-07		AP-04-08		TOTAL		
Semana	Días	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	
1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	4	0	
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	3	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0	0	0	8	0	
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	6	0	0	3	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
	<b>TOTAL</b>		0		3		2		4		4		6		0		0		19	
2	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0	
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	9	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	11	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>TOTAL</b>		0		3		2		4		4		6		0		0		10	
3	13	2	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	10	0	
	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	18	0	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
	<b>TOTAL</b>		2		3		2		0		4		0		4		0		15	
4	19	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	6	0	
	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	
	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	22	2	0	0	0	0	0	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	9	0	
	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	24	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	6	0	
	<b>TOTAL</b>		3		3		2		4		3		0		5		3		23	

Fuente: Elaboración propia



Tabla 41. Registro de datos: Mantenimientos realizados en mayo


Mayo		AP-04-01		AP-04-02		AP-04-03		AP-04-04		AP-04-05		AP-04-06		AP-04-07		AP-04-08		TOTAL	
Semana	Días	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP
1	1	0	0	0	0	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	3	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8	0
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	4	0	3	0	0	0	10	0
	<b>TOTAL</b>		<b>3</b>		<b>3</b>		<b>5</b>		<b>4</b>		<b>2</b>		<b>4</b>		<b>3</b>		<b>0</b>		<b>25</b>
2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10	0	0	2	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0
	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>TOTAL</b>		<b>0</b>		<b>2</b>		<b>0</b>		<b>4</b>		<b>0</b>		<b>0</b>		<b>0</b>		<b>0</b>		<b>6</b>
3	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	5	0
	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	16	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	2	0	0	0	0	0	5	0
	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	18	2	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0
	<b>TOTAL</b>		<b>3</b>		<b>0</b>		<b>4</b>		<b>0</b>		<b>3</b>		<b>2</b>		<b>4</b>		<b>0</b>		<b>16</b>
4	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	21	0	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	4	0	8	0
	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	23	2	0	0	0	3	0	2	0	2	0	3	0	0	0	0	0	12	0
	24	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3	0
	<b>TOTAL</b>		<b>2</b>		<b>2</b>		<b>4</b>		<b>3</b>		<b>3</b>		<b>3</b>		<b>2</b>		<b>4</b>		<b>23</b>

Fuente: Elaboración propia



## Anexo 14: Recolección de datos: Identificación de fallas antes

Tabla 42. Recolección de datos: Identificación de fallas antes


FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS - MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
		Fecha	01/02/2018	
		Nº	Identificación de Fallas	
		F-01	Guía de Observación	
Semana	Fecha de inicio	Número de fallos	Número de unidades probadas	Tasas de fallas
1	01/02/2018	5.5	8	68.8%
2	08/02/2018	5.8	8	72.5%
3	15/02/2018	5.8	8	72.5%
4	22/02/2018	5.7	8	71.3%
5	01/03/2018	5.3	8	66.3%
6	08/03/2018	5.7	8	71.3%
7	15/03/2018	5.2	8	65.0%
8	22/03/2018	6.2	8	77.5%
9	29/03/2018	6.2	8	77.5%
10	05/04/2018	5.5	8	68.8%
11	12/04/2018	5.0	8	62.5%
12	19/04/2018	4.0	8	50.0%
13	26/04/2018	6.3	8	78.8%
14	03/05/2018	5.8	8	72.5%
15	10/05/2018	6.2	8	77.5%
16	17/05/2018	6.8	8	85.0%
PROMEDIO DE LA TASA DE FALLAS				71.1%

Fuente: Elaboración propia



## Anexo 15: Recolección de datos: Inspección de máquinas antes

Tabla 43. Recolección de datos: Inspección de máquinas de fallas antes


FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS - MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
		Fecha		01/02/2018	
		N°		Guía de observación	
		F-02		Inspección de máquinas	
Semana	Fecha de inicio	Códigos de máquina	IR	IP	PIM
1	01/02/2018	AP-04-01 - 08	34	64	53.1%
2	08/02/2018	AP-04-01 - 08	33	64	51.6%
3	15/02/2018	AP-04-01 - 08	35	64	54.7%
4	22/02/2018	AP-04-01 - 08	32	64	50.0%
5	01/03/2018	AP-04-01 - 08	32	64	50.0%
6	08/03/2018	AP-04-01 - 08	36	64	56.3%
7	15/03/2018	AP-04-01 - 08	34	64	53.1%
8	22/03/2018	AP-04-01 - 08	33	64	51.6%
9	29/03/2018	AP-04-01 - 08	32	64	50.0%
10	05/04/2018	AP-04-01 - 08	31	64	48.4%
11	12/04/2018	AP-04-01 - 08	33	64	51.6%
12	19/04/2018	AP-04-01 - 08	35	64	54.7%
13	26/04/2018	AP-04-01 - 08	30	64	46.9%
14	03/05/2018	AP-04-01 - 08	36	64	56.3%
15	10/05/2018	AP-04-01 - 08	37	64	57.8%
16	17/05/2018	AP-04-01 - 08	34	64	53.1%
PROMEDIO DE PORCENTAJE DE INSPECCIÓN DE MÁQUINAS					52.4%

Fuente: Elaboración propia



## Anexo 16: Recolección de datos: Programación del mantenimiento antes

Tabla 44. Recolección de datos: Programación del mantenimiento antes


<b>FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS - MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>					
				Fecha	01/02/2018
				N°	Guía de observación
				F-03	Programación del mantenimiento
Semana	Fecha de inicio	Códigos de Máquina	Tiempo de mantenimiento preventivo (minutos)	Tiempo de mantenimiento Correctivo (minutos)	Índice de mantenimiento programado
1	01/02/2018	AP-04-01 - 08	0	1130	0.0%
2	08/02/2018	AP-04-01 - 08	0	670	0.0%
3	15/02/2018	AP-04-01 - 08	0	1200	0.0%
4	22/02/2018	AP-04-01 - 08	0	410	0.0%
5	01/03/2018	AP-04-01 - 08	0	540	0.0%
6	08/03/2018	AP-04-01 - 08	0	790	0.0%
7	15/03/2018	AP-04-01 - 08	0	1510	0.0%
8	22/03/2018	AP-04-01 - 08	0	530	0.0%
9	29/03/2018	AP-04-01 - 08	0	900	0.0%
10	05/04/2018	AP-04-01 - 08	0	600	0.0%
11	12/04/2018	AP-04-01 - 08	0	960	0.0%
12	19/04/2018	AP-04-01 - 08	0	1290	0.0%
13	26/04/2018	AP-04-01 - 08	0	1200	0.0%
14	03/05/2018	AP-04-01 - 08	0	260	0.0%
15	10/05/2018	AP-04-01 - 08	0	930	0.0%
16	17/05/2018	AP-04-01 - 08	0	1200	0.0%
<b>PROMEDIO DE ÍNDICE DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO</b>					<b>0.0%</b>

Fuente: Elaboración propia



**Anexo 17: Recolección de datos: Control del mantenimiento antes**

Tabla 45. *Recolección de datos: Control del mantenimiento antes*

FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS - MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
				Fecha	01/02/2018
				N°	Guía de observación
				F-04	Control de mantenimiento
Semana	Fecha de inicio	Códigos de máquina	Mantenimientos Realizados	Mantenimientos Planificados	Porcentaje de control de mantenimiento
1	01/02/2018	AP-04-01 - 08	27	45	60.0%
2	08/02/2018	AP-04-01 - 08	24	39	61.5%
3	15/02/2018	AP-04-01 - 08	24	37	64.9%
4	22/02/2018	AP-04-01 - 08	11	19	57.9%
5	01/03/2018	AP-04-01 - 08	16	29	55.2%
6	08/03/2018	AP-04-01 - 08	18	33	54.5%
7	15/03/2018	AP-04-01 - 08	29	55	52.7%
8	22/03/2018	AP-04-01 - 08	15	26	57.7%
9	29/03/2018	AP-04-01 - 08	19	35	54.3%
10	05/04/2018	AP-04-01 - 08	19	35	54.3%
11	12/04/2018	AP-04-01 - 08	15	30	50.0%
12	19/04/2018	AP-04-01 - 08	23	48	47.9%
13	26/04/2018	AP-04-01 - 08	24	49	49.0%
14	03/05/2018	AP-04-01 - 08	6	12	50.0%
15	10/05/2018	AP-04-01 - 08	16	29	55.2%
16	17/05/2018	AP-04-01 - 08	23	45	51.1%
PROMEDIO DE PORCENTAJE DE CONTROL MANTENIMIENTO					54.8%

Fuente: Elaboración propia





**Anexo 18: Registro de datos: Disponibilidad antes**

Tabla 46. Registro de datos: Disponibilidad en febrero

Febrero		AP-04-01			AP-04-02			AP-04-03			AP-04-04			AP-04-05			AP-04-06			AP-04-07			AP-04-08			TOTAL		
Semana	Fecha	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF (min)
1	1	8	0	0	8	0	0	2	2	350	3	1	280	8	0	0	8	0	0	3	1	300	8	0	0	48	4	930
	2	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	3	3	3	320	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	0	2	480	51	5	800
	4	8	0	0	3	2	300	8	0	0	1	2	400	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	52	4	700
	5	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	6	8	0	0	8	0	0	8	0	0	2	2	350	1	3	410	8	0	0	8	0	0	8	0	0	51	5	760
2	7	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	8	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	9	8	0	0	8	0	0	8	0	0	3	1	300	4	2	260	2	2	380	8	0	0	8	0	0	49	5	940
	10	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	11	8	0	0	2	3	350	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	0	3	450	1	3	400	43	9	1200
	12	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
3	13	8	0	0	8	0	0	1	3	400	8	0	0	8	0	0	8	0	0	1	4	400	8	0	0	50	7	800
	14	8	0	0	0	5	600	8	0	0	8	0	0	1	3	400	8	0	0	8	0	0	8	0	0	49	8	1000
	15	8	0	0	8	0	0	1	3	400	8	0	0	8	0	0	1	4	400	8	0	0	8	0	0	50	7	800
	16	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	17	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	18	5	2	200	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	1	3	420	0	3	450	8	0	0	46	8	1070
4	19	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	20	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	21	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	22	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	23	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	24	1	4	400	1	2	400	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	1	3	450	43	9	1250

Fuente: Elaboración propia



Tabla 47. Registro de datos: Disponibilidad en marzo

Marzo		AP-04-01			AP-04-02			AP-04-03			AP-04-04			AP-04-05			AP-04-06			AP-04-07			AP-04-08			TOTAL		
Semana	Días	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF (min)
1	1	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	2	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	3	8	0	0	8	0	0	1	4	400	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	0	4	440	49	8	840
	4	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	5	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	6	8	0	0	8	0	0	8	0	0	1	3	400	8	0	0	8	0	0	1	3	400	8	0	0	50	6	800
2	7	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	8	8	0	0	1	4	420	8	0	0	8	0	0	0	5	450	8	0	0	8	0	0	8	0	0	49	9	870
	9	8	0	0	8	0	0	0	5	480	1	4	400	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	49	9	880
	10	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	11	1	4	400	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	1	4	420	8	0	0	1	4	400	43	12	1220
	12	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
3	13	2	2	350	2	4	350	0	3	450	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	44	9	1150
	14	8	0	0	8	0	0	8	0	0	1	2	400	8	3	400	1	3	400	1	3	400	8	0	0	43	11	1600
	15	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	16	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	17	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	18	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
4	19	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	20	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	21	8	0	0	1	4	410	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	0	4	500	49	8	910
	22	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	1	3	400	1	4	420	8	0	0	50	7	820
	23	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	24	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	1	4	400	0	3	450	8	0	0	49	7	850

Fuente: Elaboración propia



Tabla 48. Registro de datos: Disponibilidad en abril

Abril		AP-04-01			AP-04-02			AP-04-03			AP-04-04			AP-04-05			AP-04-06			AP-04-07			AP-04-08			TOTAL		
Semana	Días	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF (min)
1	1	8	0	0	8	0	0	1	4	400	8	0	0	8	0	0	8	4	400	8	0	0	8	0	0	57	8	800
	2	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	3	8	0	0	8	0	0	8	0	0	0	4	600	8	0	0	0	4	450	8	0	0	8	0	0	48	8	1050
	4	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	5	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	6	8	0	0	2	3	350	8	0	0	8	0	0	2	3	350	8	0	0	8	0	0	8	0	0	52	6	700
2	7	1	4	400	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	1	4	400	50	8	800
	8	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	9	8	0	0	8	0	0	8	0	0	1	5	410	8	0	0	8	0	0	2	3	350	8	0	0	51	8	760
	10	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	11	8	0	0	1	1	400	5	3	200	2	4	350	1	2	400	8	0	0	8	0	0	8	0	0	41	10	1350
	12	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
3	13	2	2	350	1	4	400	2	3	350	8	0	0	8	0	0	8	0	0	1	4	400	8	0	0	38	13	1500
	14	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	15	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	16	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	17	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	18	8	0	0	0	4	450	8	0	0	8	0	0	1	4	420	8	0	0	8	0	0	8	0	0	49	8	870
4	19	1	3	400	8	0	0	3	3	300	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	5	3	200	49	9	900
	20	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	21	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	22	3	2	300	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	2	2	350	8	0	0	53	4	650
	23	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	24	8	0	0	1	4	400	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	1	4	400	8	0	0	50	8	800

Fuente: Elaboración propia



Tabla 49. Registro de datos: Disponibilidad en mayo


Mayo		AP-04-01			AP-04-02			AP-04-03			AP-04-04			AP-04-05			AP-04-06			AP-04-07			AP-04-08			TOTAL		
Semana	Días	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF (min)
1	1	8	0	0	8	0	0	1	4	400	1	4	400	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	50	8	800
	2	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	3	1	4	400	3	2	300	8	0	0	8	0	0	3	3	280	8	0	0	8	0	0	8	0	0	47	9	980
	4	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	5	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	6	8	0	0	8	0	0	2	2	350	8	0	0	2	2	350	1	4	400	2	2	350	8	0	0	39	10	1450
2	7	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	8	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	9	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	10	8	0	0	2	4	350	8	0	0	1	4	390	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	51	8	740
	11	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	12	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
3	13	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	14	2	3	350	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	1	4	400	8	0	0	51	7	750
	15	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	16	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	4	2	250	2	3	350	8	0	0	8	0	0	54	5	600
	17	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	0	0	0	8	0	0	8	0	0	56	0	0
	18	1	4	400	8	0	0	3	3	310	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	52	7	710
4	19	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	20	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	21	8	0	0	2	2	350	8	0	0	2	3	380	2	4	350	8	0	0	8	0	0	1	3	400	39	12	1480
	22	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	23	2	2	350	8	0	0	2	3	350	2	2	350	1	2	400	1	3	400	8	0	0	8	0	0	32	12	1850
	24	8	0	0	8	0	0	4	2	250	8	0	0	8	0	0	8	0	0	3	4	280	8	0	0	55	6	530

Fuente: Elaboración propia



## Anexo 19: Recolección de datos: Disponibilidad antes

Tabla 50. Recolección de datos: Disponibilidad antes

FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS - DISPONIBILIDAD							
				Fecha		01/02/2018	
				N°		Guía de observación	
				F-05		Fiabilidad-Mantenibilidad	
Semana	Fecha de inicio	NT Fallas	TTF(horas)	Mantenibilidad	Horas op.	Fiabilidad	Disponibilidad
1	01/02/2018	18	53.2	3.0	202	11.2	78.9%
2	08/02/2018	14	35.7	2.6	92	6.6	72.5%
3	15/02/2018	30	61.2	2.0	195	6.5	76.5%
4	22/02/2018	9	20.8	2.3	43	4.8	67.6%
5	01/03/2018	14	27.3	2.0	99	7.1	78.0%
6	08/03/2018	30	49.5	1.7	141	4.7	73.4%
7	15/03/2018	20	45.8	2.3	87	4.4	65.7%
8	22/03/2018	22	43.0	2.0	148	6.7	77.0%
9	29/03/2018	22	42.5	1.9	157	7.1	78.9%
10	05/04/2018	26	48.5	1.9	142	5.5	74.3%
11	12/04/2018	21	39.5	1.9	87	4.1	68.3%
12	19/04/2018	21	39.2	1.9	152	7.2	79.1%
13	26/04/2018	27	53.8	2.0	136	5.0	71.4%
14	03/05/2018	8	12.3	1.5	51	6.4	81.0%
15	10/05/2018	19	34.3	1.8	157	8.3	82.2%
16	17/05/2018	30	64.3	2.1	126	4.2	66.7%
PROMEDIO DE LA DISPONIBILIDAD							74.5%

Fuente: Elaboración propia



**Anexo 20: Registro de datos: Mantenimientos realizados después**

Tabla 51. Registro de datos: Mantenimientos realizados en julio

Julio		AP-04-01		AP-04-02		AP-04-03		AP-04-04		AP-04-05		AP-04-06		AP-04-07		AP-04-08		TOTAL		
Semana	Días	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	2	4	
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	5	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
	6	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	<b>TOTAL</b>		3		2		2		3		0		2		1		0		2	11
2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	3
	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	12	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	2
	<b>TOTAL</b>		0		2		0		0		0		2		0		4		3	5
3	13	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	2	2	
	14	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	16	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	2	2	
	17	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
	18	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
	<b>TOTAL</b>		5		1		3		2		4		0		3		0		5	13
4	19	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	1	3	
	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	21	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
	22	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	2	5	
	23	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	3	0	0	0	0	1	6	
	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	1	3	
	<b>TOTAL</b>		0		3		3		3		4		4		4		4		5	20

Fuente: Elaboración propia



Tabla 52. Registro de datos: Mantenimientos realizados en agosto

Agosto		AP-04-01		AP-04-02		AP-04-03		AP-04-04		AP-04-05		AP-04-06		AP-04-07		AP-04-08		TOTAL		
Semana	Días	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	
	5	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
	<b>TOTAL</b>		3		0		0		0		2		0		3		2		2	8
2	7	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	4	
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	12	0	3	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6
	<b>TOTAL</b>		3		8		0		0		1		2		0		0		3	11
3	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	2	0	3	3	
	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	18	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	<b>TOTAL</b>		3		0		0		0		3		2		2		2		3	9
4	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	3	0	0	1	5	
	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	
	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	2	0	2	3	
	<b>TOTAL</b>		0		0		0		0		2		4		3		4		5	8

Fuente: Elaboración propia



Tabla 53. Registro de datos: Mantenimientos realizados en setiembre

Setiembre		AP-04-01		AP-04-02		AP-04-03		AP-04-04		AP-04-05		AP-04-06		AP-04-07		AP-04-08		TOTAL	
Semana	Días	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP
1	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	4	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>TOTAL</b>		2		3		2		2		0		0		0		0		0
2	7	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	3
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	9	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	5
	10	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>TOTAL</b>		2		0		2		2		0		3		0		2		2
3	13	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	3	1	7
	14	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	16	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	18	0	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
	<b>TOTAL</b>		2		2		4		4		0		3		0		3		4
4	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	22	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	6
	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	24	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	<b>TOTAL</b>		2		3		0		0		0		2		0		3		0

Fuente: Elaboración propia

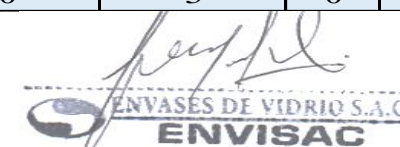




Tabla 54. Registro de datos: Mantenimientos realizados en octubre


Octubre		AP-04-01		AP-04-02		AP-04-03		AP-04-04		AP-04-05		AP-04-06		AP-04-07		AP-04-08		TOTAL	
Semana	Días	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP	MC	MP
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
	2	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	3	0	0	0	0	0	9
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0	5	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	1	7
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3
	<b>TOTAL</b>	0		0		5		6		5		3		3		0		2	20
2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	9	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>TOTAL</b>	0		0		3		0		0		0		0		0		1	2
3	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	14	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	4
	15	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	18	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	1	2
	<b>TOTAL</b>	0		0		2		2		3		2		2		0		1	10
4	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	22	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	5
	23	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	6
	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>TOTAL</b>	0		0		2		3		0		3		3		0		0	11

Fuente: Elaboración propia



**Anexo 21: Recolección de datos: Identificación de fallas después**

Tabla 55. *Recolección de datos: Identificación de fallas después*


<b>FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS - MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>				
		<b>Fecha</b>	02/07/2018	
		<b>N°</b>	Identificación de Fallas	
		F-01	Guía de Observación	
Semana	Fecha de inicio	Número de fallos	Número de unidades probadas	Tasas de fallas
1	02/07/2018	2.7	8	33.8%
2	09/07/2018	2.3	8	28.8%
3	16/07/2018	4.0	8	50.0%
4	23/07/2018	3.7	8	46.3%
5	30/07/2018	2.8	8	35.0%
6	06/08/2018	2.7	8	33.8%
7	13/08/2018	2.0	8	25.0%
8	20/08/2018	2.2	8	27.5%
9	27/08/2018	2.0	8	25.0%
10	03/09/2018	1.7	8	21.3%
11	10/09/2018	2.3	8	28.8%
12	17/09/2018	1.3	8	16.3%
13	24/09/2018	1.7	8	21.3%
14	01/10/2018	1.5	8	18.8%
15	08/10/2018	1.2	8	15.0%
16	15/10/2018	1.0	8	12.5%
<b>PROMEDIO DE LA TASA DE FALLAS</b>				27.4%

Fuente: Elaboración propia



## Anexo 22: Recolección de datos: Inspección de máquinas después

Tabla 56. Recolección de datos: Inspección de máquinas después

<b>FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS - MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>					
		<b>Fecha</b>		02/07/2018	
		<b>Nº</b>		Guía de observación	
		F-02		Inspección de máquinas	
Semana	Fecha de inicio	Códigos de máquina	IR	IP	PIM
1	02/07/2018	AP-04-01 - 08	44	64	68.8%
2	09/07/2018	AP-04-01 - 08	45	64	70.3%
3	16/07/2018	AP-04-01 - 08	41	64	64.1%
4	23/07/2018	AP-04-01 - 08	43	64	67.2%
5	30/07/2018	AP-04-01 - 08	44	64	68.8%
6	06/08/2018	AP-04-01 - 08	43	64	67.2%
7	13/08/2018	AP-04-01 - 08	44	64	68.8%
8	20/08/2018	AP-04-01 - 08	43	64	67.2%
9	27/08/2018	AP-04-01 - 08	49	64	76.6%
10	03/09/2018	AP-04-01 - 08	52	64	81.3%
11	10/09/2018	AP-04-01 - 08	50	64	78.1%
12	17/09/2018	AP-04-01 - 08	54	64	84.4%
13	24/09/2018	AP-04-01 - 08	51	64	79.7%
14	01/10/2018	AP-04-01 - 08	58	64	90.6%
15	08/10/2018	AP-04-01 - 08	59	64	92.2%
16	15/10/2018	AP-04-01 - 08	61	64	95.3%
<b>PROMEDIO DE PORCENTAJE DE INSPECCIÓN DE MÁQUINAS</b>					<b>76.3%</b>

Fuente: Elaboración propia



## Anexo 23: Recolección de datos: Programación del mantenimiento después

Tabla 57. Recolección de datos: Programación del mantenimiento después


FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS - MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
				Fecha	02/07/2018
				Nº	Guía de observación
				F-03	Programación del mantenimiento
Semana	Fecha de inicio	Códigos de Máquina	Tiempo de mantenimiento preventivo (minutos)	Tiempo de mantenimiento Correctivo (minutos)	Índice de mantenimiento programado
1	02/07/2018	AP-04-01 - 08	790	150	84.0%
2	09/07/2018	AP-04-01 - 08	410	130	75.9%
3	16/07/2018	AP-04-01 - 08	830	280	74.8%
4	23/07/2018	AP-04-01 - 08	960	190	83.5%
5	30/07/2018	AP-04-01 - 08	670	50	93.1%
6	06/08/2018	AP-04-01 - 08	790	180	81.4%
7	13/08/2018	AP-04-01 - 08	530	130	80.3%
8	20/08/2018	AP-04-01 - 08	850	120	87.6%
9	27/08/2018	AP-04-01 - 08	630	0	100.0%
10	03/09/2018	AP-04-01 - 08	870	110	88.8%
11	10/09/2018	AP-04-01 - 08	1250	210	85.6%
12	17/09/2018	AP-04-01 - 08	540	0	100.0%
13	24/09/2018	AP-04-01 - 08	1040	100	91.2%
14	01/10/2018	AP-04-01 - 08	160	0	100.0%
15	08/10/2018	AP-04-01 - 08	1010	60	94.4%
16	15/10/2018	AP-04-01 - 08	650	0	100.0%
PROMEDIO DE ÍNDICE DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO					88.8%

Fuente: Elaboración propia



**Anexo 24: Recolección de datos: Control del mantenimiento después**

Tabla 58. *Recolección de datos: Control del mantenimiento después*

FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS – MANTENIMIENTO PREVENTIVO					
				Fecha	02/07/2018
				N°	Guía de observación
				F-04	Control de mantenimiento
Semana	Fecha de inicio	Códigos de máquina	Mantenimientos Realizados	Mantenimientos Planificados	Porcentaje de control de mantenimiento
1	02/07/2018	AP-04-01 - 08	13	18	72.2%
2	09/07/2018	AP-04-01 - 08	8	10	80.0%
3	16/07/2018	AP-04-01 - 08	18	23	78.3%
4	23/07/2018	AP-04-01 - 08	28	34	82.4%
5	30/07/2018	AP-04-01 - 08	10	11	90.9%
6	06/08/2018	AP-04-01 - 08	14	16	87.5%
7	13/08/2018	AP-04-01 - 08	12	13	92.3%
8	20/08/2018	AP-04-01 - 08	13	15	86.7%
9	27/08/2018	AP-04-01 - 08	9	9	100.0%
10	03/09/2018	AP-04-01 - 08	11	12	91.7%
11	10/09/2018	AP-04-01 - 08	18	19	94.7%
12	17/09/2018	AP-04-01 - 08	10	10	100.0%
13	24/09/2018	AP-04-01 - 08	22	25	88.0%
14	01/10/2018	AP-04-01 - 08	3	3	100.0%
15	08/10/2018	AP-04-01 - 08	11	12	91.7%
16	15/10/2018	AP-04-01 - 08	11	11	100.0%
PROMEDIO DE PORCENTAJE DE CONTROL MANTENIMIENTO					89.8%

Fuente: Elaboración propia



**Anexo 25: Registro de datos: Disponibilidad después**

Tabla 59. Registro de datos: Disponibilidad en julio

Julio		AP-04-01			AP-04-02			AP-04-03			AP-04-04			AP-04-05			AP-04-06			AP-04-07			AP-04-08			TOTAL		
Semana	Días	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF (min)
1	1	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	2	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	3	5	2	150	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	6	2	110	5	1	150	8	0	0	56	5	410
	4	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	5	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	6	8	0	0	6	1	140	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	62	1	140
2	7	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	8	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	9	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	10	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	6	2	110	62	2	110
	11	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	12	8	0	0	6	2	120	8	0	0	8	0	0	8	0	0	4	2	220	8	0	0	8	0	0	58	4	340
3	13	8	0	0	6	1	130	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	3	3	300	8	0	0	57	4	430
	14	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	15	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	16	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	4	3	210	8	0	0	8	0	0	8	0	0	60	3	210
	17	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	18	5	4	280	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	61	4	280
4	19	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	3	2	150	8	0	0	8	0	0	8	0	0	59	2	150
	20	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	21	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	22	8	0	0	5	3	170	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	4	2	210	57	5	380
	23	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	5	3	190	8	0	0	8	0	0	61	3	190
	24	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	4	3	210	8	0	0	60	3	210

Fuente: Elaboración propia



Tabla 60. Registro de datos: Disponibilidad en agosto

Agosto		AP-04-01			AP-04-02			AP-04-03			AP-04-04			AP-04-05			AP-04-06			AP-04-07			AP-04-08			TOTAL		
Semana	Días	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF (min)
1	1	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	2	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	3	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	4	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	5	6	2	130	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	5	2	150	59	4	280
	6	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
2	7	8	0	0	5	3	180	8	0	0	8	0	0	8	0	0	5	2	180	8	0	0	8	0	0	58	5	360
	8	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	9	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	10	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	11	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	12	5	2	190	5	2	150	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	58	4	340
3	13	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	4	2	220	8	0	0	6	2	100	58	4	320
	14	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	15	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	16	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	17	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	18	7	1	70	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	63	1	70
4	19	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	20	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	21	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	5	2	150	8	0	0	8	0	0	61	2	150
	22	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	23	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	5	3	150	61	3	150
	24	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	6	2	100	62	2	100

Fuente: Elaboración propia



Tabla 61. Registro de datos: Disponibilidad en setiembre

Setiembre		AP-04-01			AP-04-02			AP-04-03			AP-04-04			AP-04-05			AP-04-06			AP-04-07			AP-04-08			TOTAL		
Semana	Días	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF (min)
1	1	8	0	0	8	0	0	6	6	90	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	62	6	90
	2	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	3	8	0	0	8	0	0	8	0	0	6	2	90	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	62	2	90
	4	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	5	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	6	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
2	7	8	0	0	8	0	0	5	2	160	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	61	2	160
	8	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	9	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	6	3	100	8	0	0	8	0	0	62	3	100
	10	8	0	0	8	0	0	8	0	0	7	2	70	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	63	2	70
	11	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	12	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
3	13	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	6	2	90	8	0	0	8	0	0	62	2	90
	14	8	0	0	8	0	0	8	0	0	6	2	100	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	62	2	100
	15	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	16	8	0	0	8	0	0	6	3	140	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	62	3	140
	17	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	18	8	0	0	8	0	0	8	0	0	6	2	110	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	62	2	110
4	19	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	20	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	7	1	80	8	0	0	8	0	0	63	1	80
	21	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	22	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	23	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	24	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0

Fuente: Elaboración propia





Tabla 62. Registro de datos: Disponibilidad en octubre


Octubre		AP-04-01			AP-04-02			AP-04-03			AP-04-04			AP-04-05			AP-04-06			AP-04-07			AP-04-08			TOTAL		
Semana	Días	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF	Horas	Fallas	TTF (min)
1	1	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	6	2	100	8	0	0	8	0	0	8	0	0	62	2	100
	2	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	3	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	4	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	6	3	100	8	0	0	8	0	0	8	0	0	62	3	100
	5	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	6	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
2	7	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	8	8	0	0	8	0	0	7	1	50	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	63	1	50
	9	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	10	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	11	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	12	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
3	13	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	14	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	15	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	16	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	17	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	18	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	6	3	100	8	0	0	8	0	0	8	0	0	62	3	100
4	19	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	7	1	50	8	0	0	8	0	0	8	0	0	63	1	50
	20	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	21	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	22	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	23	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0
	24	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	8	0	0	64	0	0

Fuente: Elaboración propia



## Anexo 26: Recolección de datos: Disponibilidad después

Tabla 63. Recolección de datos: Disponibilidad después

FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS - DISPONIBILIDAD							
				Fecha		02/07/2018	
				N°		Guía de observación	
				F-05		Fiabilidad-Mantenibilidad	
Semana	Fecha de inicio	NT Fallas	TTF(horas)	Mantenibilidad	Horas op.	Fiabilidad	Disponibilidad
1	02/07/2018	6	9.2	1.5	118	19.7	92.9%
2	09/07/2018	6	7.5	1.3	120	20.0	93.9%
3	16/07/2018	11	15.3	1.4	178	16.2	92.0%
4	23/07/2018	13	8.8	0.7	181	13.9	95.2%
5	30/07/2018	4	4.7	1.2	59	14.8	92.5%
6	06/08/2018	9	11.7	1.3	180	20.0	93.9%
7	13/08/2018	5	6.5	1.3	121	24.2	94.9%
8	20/08/2018	7	6.7	1.0	184	26.3	96.3%
9	27/08/2018	8	3.0	0.4	124	15.5	97.5%
10	03/09/2018	7	5.5	0.8	186	26.6	97.1%
11	10/09/2018	9	7.3	0.8	248	27.6	97.2%
12	17/09/2018	1	1.3	1.3	63	63.0	98.0%
13	24/09/2018	5	3.3	0.7	124	24.8	98.9%
14	01/10/2018	1	0.8	0.8	63	63.0	98.7%
15	08/10/2018	3	1.7	0.6	62	20.7	97.2%
16	15/10/2018	1	0.8	0.8	63	63.0	98.7%
PROMEDIO DE LA DISPONIBILIDAD							95.9%

Fuente: Elaboración propia



## Anexo 27: Tasa de fallas antes y después

Tabla 64. *Tasa de fallas antes y después*

<b>Semana</b>	<b>Tasa de fallas Antes</b>	<b>Tasa de fallas Después</b>
<b>1</b>	68.8%	33.8%
<b>2</b>	72.5%	28.8%
<b>3</b>	72.5%	50.0%
<b>4</b>	71.3%	46.3%
<b>5</b>	66.3%	35.0%
<b>6</b>	71.3%	33.8%
<b>7</b>	65.0%	25.0%
<b>8</b>	77.5%	27.5%
<b>9</b>	77.5%	25.0%
<b>10</b>	68.8%	21.3%
<b>11</b>	62.5%	28.8%
<b>12</b>	50.0%	16.3%
<b>13</b>	78.8%	21.3%
<b>14</b>	72.5%	18.8%
<b>15</b>	77.5%	15.0%
<b>16</b>	85.0%	12.5%
<b>Promedio</b>	71.1%	27.4%

Fuente: Elaboración propia



## Anexo 28: Porcentaje de inspección antes y después

Tabla 65. *Porcentaje de inspección antes y después*

<b>Semana</b>	<b>% I Antes</b>	<b>% I Después</b>
1	53.1%	68.8%
2	51.6%	70.3%
3	54.7%	64.1%
4	50.0%	67.2%
5	50.0%	68.8%
6	56.3%	67.2%
7	53.1%	68.8%
8	51.6%	67.2%
9	50.0%	76.6%
10	48.4%	81.3%
11	51.6%	78.1%
12	54.7%	84.4%
13	46.9%	79.7%
14	56.3%	90.6%
15	57.8%	92.2%
16	53.1%	95.3%
Promedio	52.4%	76.3%

Fuente: Elaboración propia



## Anexo 29: Índice de mantenimiento programado antes y después

Tabla 66. Índice de mantenimiento programado antes y después

Semana	IMP Antes	IMP Después
1	0.0%	84.0%
2	0.0%	75.9%
3	0.0%	74.8%
4	0.0%	83.5%
5	0.0%	93.1%
6	0.0%	81.4%
7	0.0%	80.3%
8	0.0%	87.6%
9	0.0%	100.0%
10	0.0%	88.8%
11	0.0%	85.6%
12	0.0%	100.0%
13	0.0%	91.2%
14	0.0%	100.0%
15	0.0%	94.4%
16	0.0%	100.0%
Promedio	0.0%	88.8%

Fuente: Elaboración propia



### Anexo 30: Porcentaje de control del mantenimiento antes y después

Tabla 67. Porcentaje de control del mantenimiento antes y después

Semana	%CM Antes	%CM Después
1	60.0%	72.2%
2	61.5%	80.0%
3	64.9%	78.3%
4	57.9%	82.4%
5	55.2%	90.9%
6	54.5%	87.5%
7	52.7%	92.3%
8	57.7%	86.7%
9	54.3%	100.0%
10	54.3%	91.7%
11	50.0%	94.7%
12	47.9%	100.0%
13	49.0%	88.0%
14	50.0%	100.0%
15	55.2%	91.7%
16	51.1%	100.0%
Promedio	54.8%	89.8%

Fuente: Elaboración propia



### Anexo 31: Disponibilidad antes y después

Tabla 68. Disponibilidad antes y después

Semana	Disponibilidad Antes	Disponibilidad Después
1	78.9%	92.9%
2	72.5%	93.9%
3	76.5%	92.0%
4	67.6%	95.2%
5	78.0%	92.5%
6	73.4%	93.9%
7	65.7%	94.9%
8	77.0%	96.3%
9	78.9%	97.5%
10	74.3%	97.1%
11	68.3%	97.2%
12	79.1%	98.0%
13	71.4%	98.9%
14	81.0%	98.7%
15	82.2%	97.2%
16	66.7%	98.7%
Promedio	74.5%	95.9%

Fuente: Elaboración propia



## Anexo 32: Tiempo medio entre fallas antes y después

Tabla 69. *Tiempo medio entre fallas antes y después*

Semana	TMEF Antes	TMEF Después
1	11.2	19.7
2	6.6	20.0
3	6.5	16.2
4	4.8	13.9
5	7.1	14.8
6	4.7	20.0
7	4.4	24.2
8	6.7	26.3
9	7.1	15.5
10	5.5	26.6
11	4.1	27.6
12	7.2	63.0
13	5.0	24.8
14	6.4	63.0
15	8.3	20.7
16	4.2	63.0
Promedio	6.2	28.7

Fuente: Elaboración propia





### Anexo 33: Tiempo medio de reparación antes y después

Tabla 70. *Tiempo medio de reparación antes y después*


Semana	TPMR Antes	TPMR Después
1	3.0	1.5
2	2.6	1.3
3	2.0	1.4
4	2.3	0.7
5	2.0	1.2
6	1.7	1.3
7	2.3	1.3
8	2.0	1.0
9	1.9	0.4
10	1.9	0.8
11	1.9	0.8
12	1.9	1.3
13	2.0	0.7
14	1.5	0.8
15	1.8	0.6
16	2.1	0.8
Promedio	2.05	0.98

Fuente: Elaboración propia



**Anexo 34: Check List para los compresores**

Figura 4. *Formato de Check List para los compresores*


<b>CHECK LIST</b>			
MAQUINA:		MODELO:	
OPERARIO:		FECHA:	
<p>Marcar con check (✓) para dar conformidad o con una aspa (X) para reportar defectos</p>			
	VALVULAS DE SUCCION Y DESCARGA LUBRICADAS		
	LIMPIEZA DE COMPRESOR		
	VERIFICAR LA PRESIÓN DE AGUA		
	VERIFICAR EL NIVEL DE TEMPERATURA		
	VERIFICAR EL FILTRO DE AIRE (SAN JORGE)		
	VERIFICAR EL FILTRO DE ACEITE FLEETGUARD LF 3313		
	CAMBIO ACEITE DEL CARTER (MERAK 100-REPSOL)		
	MANTENIMIENTO DE LAS VALVULAS DE SUCCION Y DESCARGA		
<p><b>OBSERVACIONES:</b></p> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 5px;"/>			

Fuente: Elaboración propia



## Anexo 35: Orden de trabajo



Figura 5. Formato de orden de trabajo

	<b>ENVASES DE VIDRIO S.A.C</b> <b>ENVISAC</b>	<b>Orden de Trabajo</b>		
Orden de Trabajo N°:	<input type="text"/>	Fecha:	<input type="text"/>	
Turno	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	
Área solicitante:	<input type="text"/>			
Tipo de actividad:	<input type="checkbox"/> Emergencia	<input type="checkbox"/> Urgente	<input type="checkbox"/> Correctivo	<input type="checkbox"/> Preventivo
Máquina: N°	Descripción general del trabajo: <input type="text"/>			
Especialidad principal:	<input type="checkbox"/> Técnico	<input type="checkbox"/> Inspector	<input type="checkbox"/> Oficial	<input type="checkbox"/> Operario
Cantidad:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Herramientas Utilizadas:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Cantidad:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Descripción detallada del trabajo:	<input type="text"/>			

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 36: Ficha técnica para los compresores

Figura 6. Formato de Ficha técnica

FICHA TÉCNICA DE COMPRESOR		
LOCALIZACIÓN:	Sala de compresores	
NOMBRE	Compresor 150 HP	
CÓDIGO DE MAQUINA	AP-04-01	
MARCA:	Ingersol Rand	
MODELO:	AP-04-01	
CAPACIDAD:	240 CFM	
AÑO DE ADQUISICIÓN:	2014	
AÑO DE FABRICACIÓN:	2006	
<b>ESPECIFICACIÓN DEL EQUIPO</b>		
Flujo volumétrico (CAUDAL)	240 cfm	
Presion de trabajo	100 psi	
Marca motor	Komatsu	
Modelo motor	4IRI8N	
Potencia a plena carga	32.5 kw	
Velocidad plena de carga	2500 rpm	
Capacidad de tanque combustible	102 Ltr	
Peso en operación	1054 kgs	
Nivel de presión acústica	69 dB(A)	
<b>CONDICIONES GENERALES</b>		
Años de servicio	4 años	
Criticidad		
Situación actual	operativa	

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 37: Certificado de validez de contenido del instrumento 1



#### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DE MATENIMIENTO PREVENTIVO

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
<b>DIMENSIÓN 1: Identificación de fallas</b>								
1	Tasa de fallas $TF(\%) = \frac{\text{Número de fallos}}{\text{Número de unidades probadas}} \times 100\%$	✓		✓		✓		
<b>DIMENSIÓN 2: Inspección de Máquinas</b>								
2	Porcentaje de inspección $\%I = \frac{\text{Inspecciones realizadas}}{\text{Inspecciones planificadas}} \times 100$	✓		✓		✓		
<b>DIMENSIÓN 3: Programación del Mantenimiento</b>								
3	Índice de mantenimiento programado $IMP = \frac{\text{Horas de mantenimiento preventivo}}{\text{Horas totales de mantenimiento}} \times 100$	✓		✓		✓		
<b>DIMENSIÓN 4: Control del Mantenimiento</b>								
4	Porcentaje de control del mantenimiento $\%CCI = \frac{\text{Mantenimientos Realizados}}{\text{Mantenimientos Planificados}} \times 100$	✓		✓		✓		

#### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DE DISPONIBILIDAD

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
<b>DIMENSIÓN 1: Fiabilidad</b>								
5	Tiempo medio entre fallas $TMEF = \frac{HROP}{\Sigma \text{ENTFALLAS}}$	✓		✓		✓		
<b>DIMENSIÓN 2: Mantenibilidad</b>								
6	Tiempo medio de reparación $TPMR = \frac{TTF}{\Sigma \text{ENTFALLAS}}$	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay Suficiencia

Opinión de aplicabilidad:    Aplicable     Aplicable después de corregir [ ]    No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg: Panta Salazar Javier Francisco    DNI: 02626381

Especialidad del validador: Ing. Industrial

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la

...12...de...10...del 201...

Firma del Experto Informante.

## Anexo 38: Certificado de validez de contenido del instrumento 2

### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
DIMENSIÓN 1: Identificación de fallas								
1	Tasa de fallas $TF(\%) = \frac{\text{Número de fallas}}{\text{Número de unidades probadas}} \times 100\%$	✓		✓		✓		
DIMENSIÓN 2: Inspección de Máquinas								
2	Porcentaje de inspección $\%I = \frac{\text{Inspecciones realizadas}}{\text{Inspecciones planificadas}} \times 100$	✓		✓		✓		
DIMENSIÓN 3: Programación del Mantenimiento								
3	Índice de mantenimiento programado $IM = \frac{\text{Horas de mantenimiento preventivo}}{\text{Horas totales de mantenimiento}} \times 100$	✓		✓		✓		
DIMENSIÓN 4: Control del Mantenimiento								
4	Porcentaje de control del mantenimiento $\%CM = \frac{\text{Mantenimientos Realizados}}{\text{Mantenimientos Planificados}} \times 100$	✓		✓		✓		

### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DE DISPONIBILIDAD

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
DIMENSIÓN 1: Fiabilidad								
5	Tiempo medio entre fallas $TMEF = \frac{HROP}{ENTFALLAS}$	✓		✓		✓		
DIMENSIÓN 2: Mantenibilidad								
6	Tiempo medio de reparación $TPMR = \frac{TTF}{ENTFALLAS}$	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:    Aplicable     Aplicable después de corregir [ ]    No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador, Dr. Mg: Constanza Rivera Rosales DNI: 09961475

Especialidad del validador: Ing. Industrial

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la

13 de 11 del 2018

Firma del Experto Informante.

### Anexo 39: Certificado de validez de contenido del instrumento 3

#### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DE MATENIMIENTO PREVENTIVO

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
<b>DIMENSIÓN 1: Identificación de fallas</b>								
1	Tasa de fallas $TF(\%) = \frac{\text{Número de fallos}}{\text{Número de unidades probadas}} \times 100\%$	X		X		X		
<b>DIMENSIÓN 2: Inspección de Máquinas</b>								
2	Porcentaje de inspección $\%I = \frac{\text{Inspecciones realizadas}}{\text{Inspecciones planificadas}} \times 100$	X		X		X		
<b>DIMENSIÓN 3: Programación del Mantenimiento</b>								
3	Índice de mantenimiento programado $IMP = \frac{\text{Horas de mantenimiento preventivo}}{\text{Horas totales de mantenimiento}} \times 100$	X		X		X		
<b>DIMENSIÓN 4: Control del Mantenimiento</b>								
4	Porcentaje de control del mantenimiento $\%C\%I = \frac{\text{Mantenimientos Realizados}}{\text{Mantenimientos Planificados}} \times 100$	X		X		X		

#### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DE DISPONIBILIDAD

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
<b>DIMENSIÓN 1: Fiabilidad</b>								
5	Tiempo medio entre fallas $TMEF = \frac{HROP}{\Sigma \text{ENTFALLAS}}$	X		X		X		
<b>DIMENSIÓN 2: Mantenibilidad</b>								
6	Tiempo medio de reparación $TPMR = \frac{TTF}{\Sigma \text{ENTFALLAS}}$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad:    Aplicable     Aplicable después de corregir     No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg: Bazan Jbboles (Juan) Dono    DNI: 41091024

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

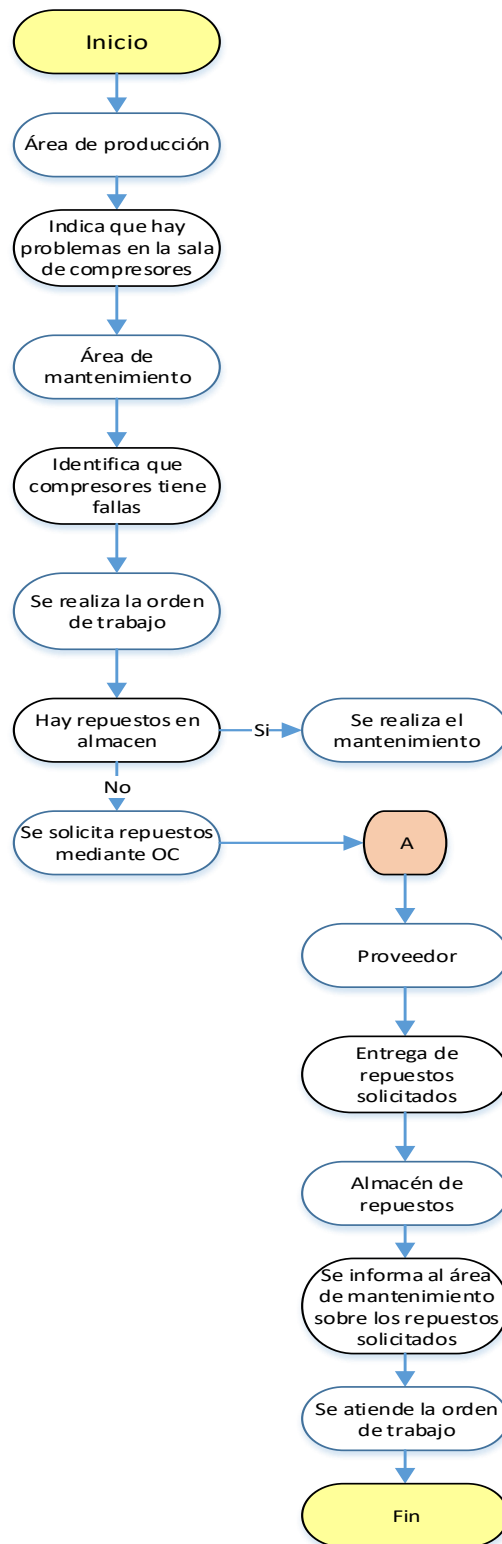
Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la

.....de.....del 201.....

[Firma]  
Firma del Experto Informante.

## Anexo 40: Diagrama de flujo del mantenimiento realizado antes

Gráfico 17. Diagrama de flujo del mantenimiento realizado antes

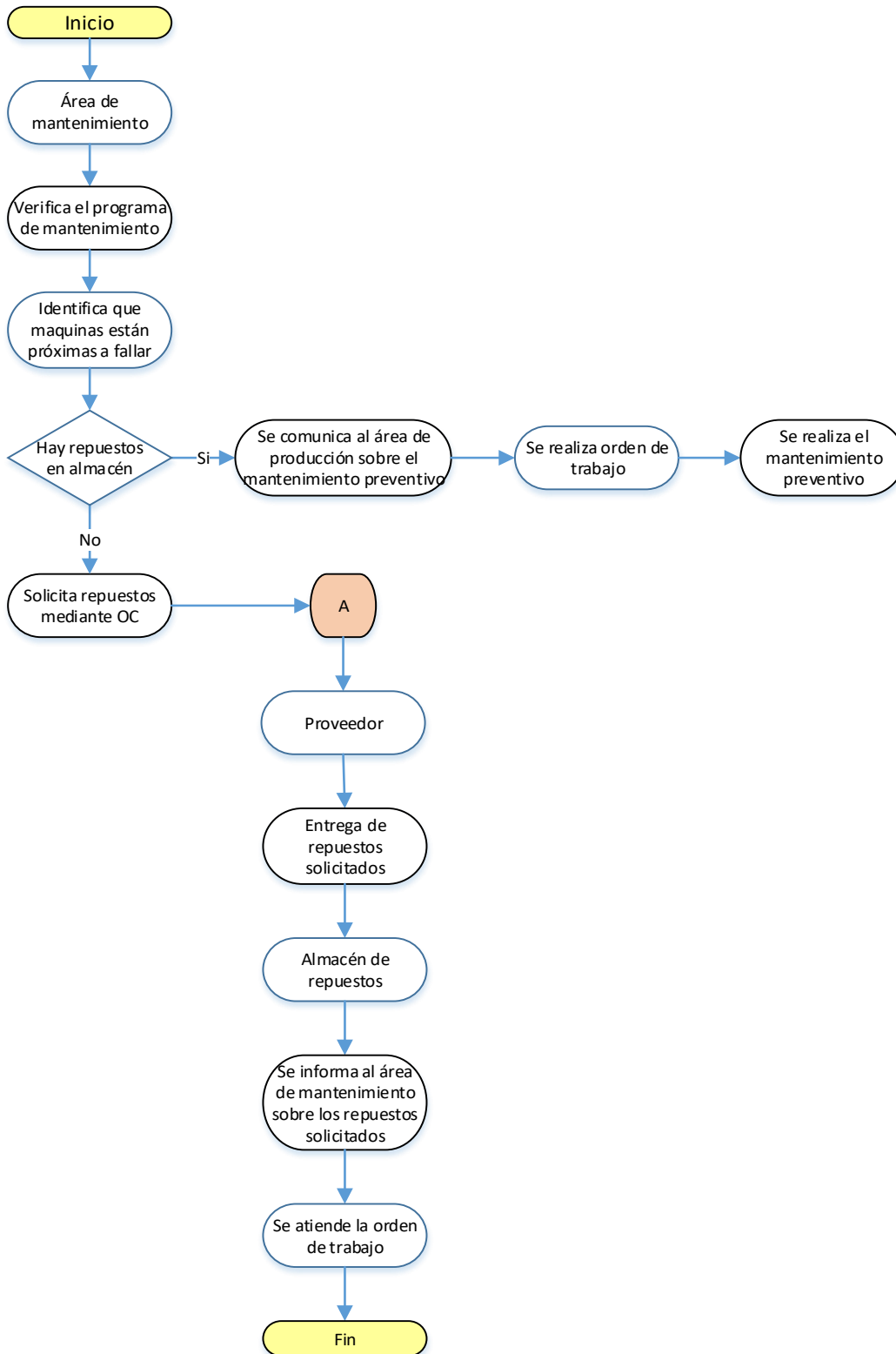


Fuente: Elaboración propia



## Anexo 41: Diagrama de flujo del mantenimiento realizado después

Gráfico 18. Diagrama de flujo del mantenimiento realizado después



Fuente: Elaboración propia

## Anexo 42: Cuadro de actividades a realizar

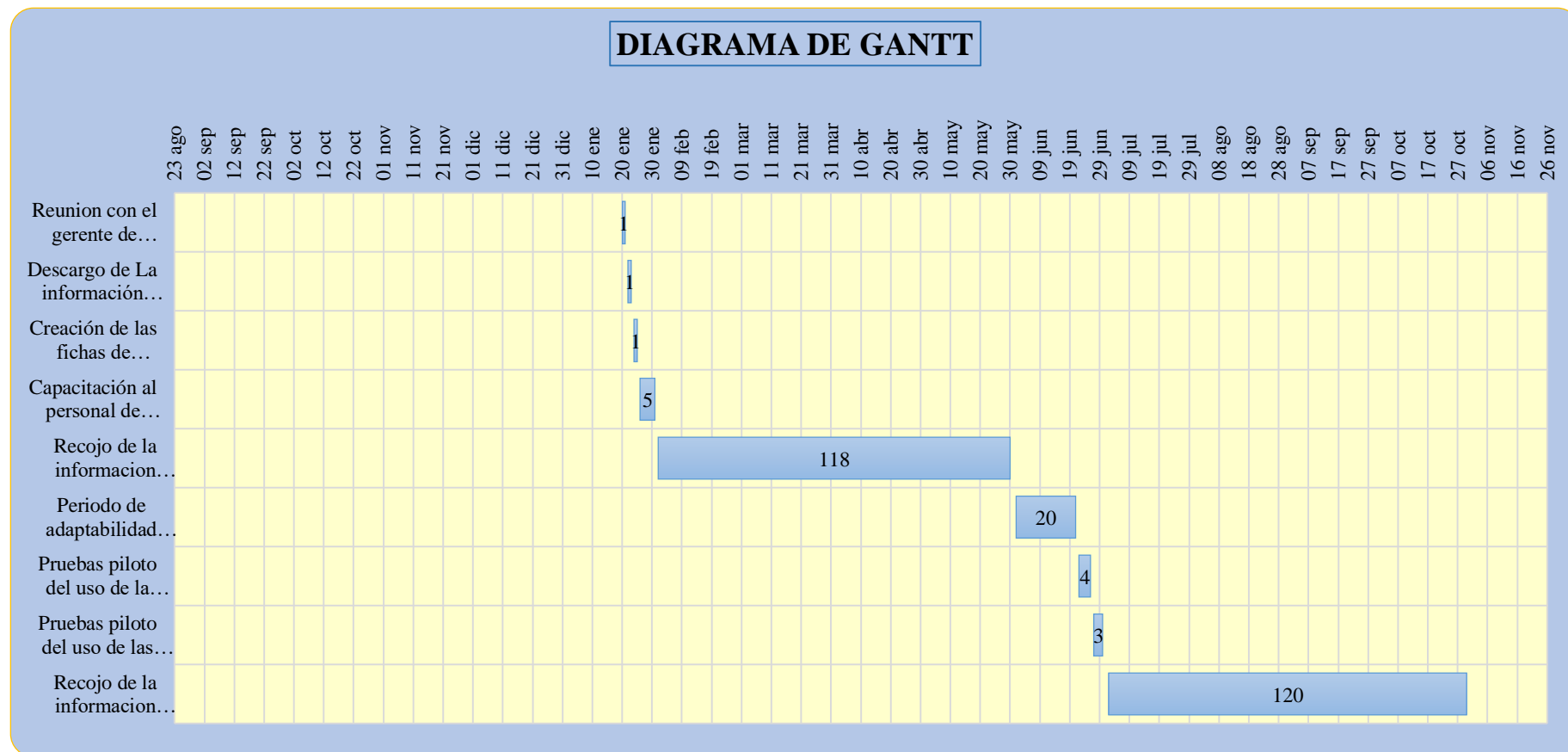
Tabla 71. *Actividades a realizar*

<b>Actividad</b>	<b>Inicio</b>	<b>Días</b>	<b>Final</b>
Reunión con el gerente de Envases de Vidrio S.A.C sobre la mejora a realizarse.	20/01/2018	1	21/01/2018
Descargo de La información de la base de datos de la sala de compresores del Excel	22/01/2018	1	23/01/2018
Creación de las fichas de recolección de datos para cada indicador y como subir la información al Excel	24/01/2018	1	25/01/2018
Capacitación al personal de mantenimiento sobre el uso de las fichas de recolección de datos	26/01/2018	5	31/01/2018
Recojo de la información obtenida con las fichas de recolección de datos cada sábado	01/02/2018	118	30/05/2018
Periodo de adaptabilidad para la nueva forma de trabajo en mantenimiento	01/06/2018	20	21/06/2018
Pruebas piloto del uso de la plantilla del análisis de criticidad para cada compresor	22/06/2018	4	26/06/2018
Pruebas piloto del uso de las ordenes de trabajo y fichas técnicas actualizadas	27/06/2018	3	30/06/2018
Recojo de la información obtenida con las fichas de recolección de datos cada sábado	02/07/2018	120	30/10/2018

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 43: Diagrama Gantt

Gráfico 19. Gantt



Fuente: Elaboración propia

**Anexo 44: Fotos de la empresa**





## Anexo 45: Carta de aceptación de la empresa



Lima, 04 de Diciembre de 2018

Señor: Robert Contreras Rivera

Escuela de Ingeniería Industrial

Apreciado,

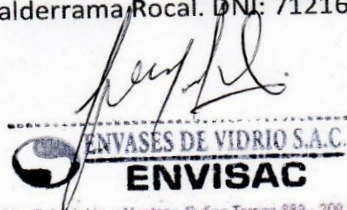
Yo Angel Valderrama Roncal, identificado con DNI 71216264, en mi calidad de representante legal de la empresa Envases de Vidrio S.A.C. Autorizo a Jean Franco Joel Espinoza Barrantes estudiante de la Universidad César Vallejo, a utilizar información confidencial de la empresa para el proyecto denominado **“Aplicación de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C, 2018”**. Como condiciones contractuales, el estudiante se obliga a (1) no divulgar ni usar para fines personales la información (documentos, expedientes, escritos, artículos, contratos, estados de cuenta y demás materiales) que, con objeto de la relación de trabajo, le **fue** suministrada; (2) no proporcionar a terceras personas, verbalmente o por escrito, **directa** o indirectamente, información alguna de las actividades y/o procesos de cualquier clase que fuesen observadas en la empresa durante la duración del proyecto y (3) no utilizar completa o parcialmente ninguno de los productos (documentos, metodología, procesos y demás) relacionados con el proyecto. El estudiante asume que toda información y el resultado del proyecto serán de uso exclusivamente académico.

El material suministrado por la empresa será la base para la construcción de un estudio de caso. La información y resultado que se obtenga del mismo podrían llegar a convertirse en una herramienta didáctica que apoye la formación de los estudiantes de la Escuela de Administración.

En caso de que alguna(s) de las condiciones anteriores sea(n) infringida(s), el estudiante queda sujeto a la responsabilidad civil por daños y perjuicios que cause a la empresa así como a las sanciones de carácter penal o legal a que se hiciere acreedor.


Atentamente,

Angel Valderrama Rocal. DNI: 71216264



Administración, Exhibición y Ventas: Rufino Torrico 889 - 209, Lima 1 - Perú - Telefax: (511) 330-1300 / 425-0945, email: [administracion@envasesdevidriosac.com](mailto:administracion@envasesdevidriosac.com)  
Fabrica: Av. Lurigancho N° 1124 - San Juan de Lurigancho - Telf. 375-2044, email: [produccion@envasesdevidriopianta.com](mailto:produccion@envasesdevidriopianta.com)

## Anexo 46: Acta de aprobación de originalidad de tesis

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, **Romel Bazán Robles**, docente de la Facultad de Ingeniería y carrera Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo campus Lima Este, revisor (a) de la tesis titulada:

**"Aplicación de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C., 2018"**, del estudiante **Espinoza Barrantes Jean Franco Joel**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **27 %** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito(a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

San Juan de Lurigancho, 22 de febrero de 2020




Mg. Ing. Romel Bazán Robles

DNI: .....4109027

 Ejecutor	 Dirección de Investigación	Revisó	 Vicerector de Investigación	
---	---	--------	--	---

teedack STUDIO Aplicación de mantenimiento preventivo para mejorar la disp... /U 49 de 129

Pulsa **F11** para salir del modo de pantalla completa



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

"Aplicación de **mantenimiento preventivo** para mejorar la disponibilidad de la sala de compresores en la empresa **Envases de Vidrio S.A.C.**, 2018"

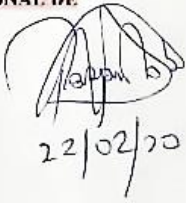
**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.**

**AUTOR:**  
Jean Franco Joel Espinoza Durantes

**ASESOR:**  
Dr. Javier Francisco Panto Salazar

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
Gestión empresarial y productiva

LIMA - PERÚ  
2018



**Resumen de coincidencias**

**27 %**

< Se están viendo fuentes estándar


Ver fuentes en inglés (Beta)

**Coincidencias**

<b>27</b>	<b>1</b> Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<b>10 %</b>
	<b>2</b> repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<b>9 %</b>
	<b>3</b> repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<b>2 %</b>
	<b>4</b> Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<b>1 %</b>
	<b>5</b> Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<b>1 %</b>
	<b>6</b> Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<b>1 %</b>
	<b>7</b> creativecommons.org Fuente de Internet	<b>1 %</b>



## Anexo 47: Autorización de publicación de tesis

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo **Jean Franco Joel Espinoza Barrantes**, identificado con DNI N° **48398879**, egresado(a) de la Carrera Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, Autorizo (**X**), No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "**Aplicación de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C, 2018**"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

  
.....  
**Jean Franco Joel Espinoza Barrantes**

DNI: **48398879**

Fecha: **21/01/2019**

 DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES	 Dirección de Investigación	Revisó	 Ejecutivo del IGC	 VICERECTORADO DE INVESTIGACIONES TRUJILLO	 Vicerector de Investigación
---	---	--------	--	--	--

## Anexo 48: Autorización de la versión final del trabajo de investigación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

**Mg. Óscar Alvarado Rodríguez**

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

**Jean Franco Joel Espinoza Barrantes**

INFORME TITULADO:

**“Aplicación de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C, 2018”**

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

---

**Ingeniero Industrial**

SUSTENTADO EN FECHA: 12/12/2018

NOTA O MENCIÓN: 13 (trece)



---

Mg. Óscar Francisco Alvarado Rodríguez



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

### **Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, ESPINOZA BARRANTES JEAN FRANCO JOEL estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Aplicación de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la sala de compresores en la empresa Envases de Vidrio S.A.C., 2018", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
ESPINOZA BARRANTES JEAN FRANCO JOEL <b>DNI:</b> 48398879 <b>ORCID</b> 0000-0002-0901-7496	Firmado digitalmente por: JESPINOZAB11 el 17-07- 2021 17:26:56

Código documento Trilce: INV - 0259219