



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Implementación del mantenimiento preventivo para  
Incrementar la disponibilidad de equipos en la empresa Jardel  
Perú S.A.C. Lima 2020.**

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

**AUTORES:**

Ccoyllo Meza, Jhon Ronald (ORCID: 0000-0002-4587-599X)

Claudio Niño, Denil Marin (ORCID: 0000-0003-1095-4994)

**ASESOR:**

Dr. Díaz Dumont, Jorge Rafael (PhD) (ORCID 0000-0003-0921-338X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión empresarial y productiva

LIMA – PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

*Dedicado a Dios y a nuestras familias por ser la razón y el motivo de nuestra fortaleza para superar obstáculos y seguir adelante.*

### **Agradecimiento**

*A Dios por darnos la sabiduría y fortaleza necesaria para culminar este trabajo y a nuestras familias por guiarnos y apoyarnos en esta importante etapa de nuestras vidas.*

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	
Agradecimiento .....	
Índice de contenidos .....	ii
Índice de Tablas .....	iii
Índice de figuras .....	v
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	2
III. METODOLOGÍA.....	8
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	17
3.2. Variable y operacionalización.....	19
3.3. Población, muestra y muestreo .....	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	24
3.5. Procedimientos .....	25
3.6. Método de análisis de datos.....	66
3.7. Aspectos éticos .....	66
IV. RESULTADOS .....	68
V. DISCUSION.....	82
VI. CONCLUSIONES.....	87
VII. RECOMENDACIONES .....	89
REFERENCIAS.....	91
ANEXOS .....	101

## Índice de Tablas

Tabla 1. Matriz de frecuencia .....	4
Tabla 2. Estratificación de las áreas.....	5
Tabla 3. Matriz de toma de decisión.....	5
Tabla 4. Relación de validadores .....	24
Tabla 5. Datos generales de la empresa.....	27
Tabla 6. Equipos de la línea de inspección .....	31
Tabla 7. Equipos electrónicos .....	32
Tabla 8. Diagrama de Gantt .....	38
Tabla 9. Ficha de recolección de datos.....	39
Tabla 10. Disponibilidad esperada vs Disponibilidad real .....	39
Tabla 11. Cálculo de la Disponibilidad Julio – octubre 2020 .....	40
Tabla 12. Análisis descriptivo de la confiabilidad (MTBF) .....	41
Tabla 13. Análisis descriptivo de la mantenibilidad (MTTR).....	42
Tabla 14. Análisis descriptivo de la disponibilidad.....	43
Tabla 15. Herramientas, insumos, instrumentos y accesorios requeridas .....	46
Tabla 16. Diagrama de Gantt desarrollo de la mejora.....	51
Tabla 17. Disponibilidad esperada vs disponibilidad real post test.....	52
Tabla 18. Cálculo de la disponibilidad marzo a junio 2021 .....	53
Tabla 19. Análisis descriptivo de la confiabilidad (MTBF) .....	54
Tabla 20. Análisis descriptivo de la mantenibilidad (MTTR).....	55
Tabla 21. Análisis descriptivo de la disponibilidad.....	56
Tabla 22. Cálculo comparativo de disponibilidad Pre – Test y Post – test. ....	58
Tabla 23. Costo de la implementación del área .....	60
Tabla 24. Recursos destinados a la capacitación .....	60
Tabla 25. Resumen del Costo de inversión.....	61
Tabla 26. Datos generales .....	61

Tabla 27. Análisis económico Pre – Test .....	62
Tabla 28. Análisis económico Post – Test.....	62
Tabla 29. Flujo de caja.....	62
Tabla 30. Datos para el calculo del VAN y TIR .....	63
Tabla 30. Datos previos al cálculo del B/C .....	65
Tabla 31. Resumen análisis financiero.....	65
Tabla 32: Análisis descriptivo del pre test y post test .....	69
Tabla 33: Análisis descriptivo del pre test y post test.....	70
Tabla 34: Análisis descriptivo del pre test y post test .....	72
Tabla 35: Prueba de normalidad .....	75
Tabla 36: Estadístico descriptivo comparación de media .....	76
Tabla 37: Estadístico de prueba Z- Willcoxon .....	76
Tabla 38: Prueba de normalidad .....	77
Tabla 39: Estadístico descriptivo comparación de media .....	78
Tabla 40: Estadístico de prueba Z- Willcoxon .....	78
Tabla 41: Prueba de normalidad .....	79
Tabla 42: Estadístico descriptivo comparación de media .....	80
Tabla 43: Estadístico de prueba Z- Willcoxon .....	80

## Índice de figuras

Figura 1. El diagrama de Ishikawa o Diagrama de espina de pescado.....	3
Figura 2. Diagrama de Pareto .....	4
Figura 4. Oficina de la empresa JARDEL.....	26
Figura 5. Línea de inspección vehicular .....	27
Figura 6. Croquis de la ubicación de la empresa. ....	28
Figura 7. Organigrama de la empresa.....	29
Figura 8. Flujograma proceso de inspección.....	30
Figura 9. Línea de Inspección en funcionamiento.....	33
Figura 10. Arandela rota.....	33
Figura 11. Tornillo autorroscante desgastado .....	34
Figura 12. Manguera hidráulica con fuga .....	34
Figura 13. Fuente de alimentación inoperativo.....	34
Figura 14. Disponibilidad real vs disponibilidad esperada .....	40
Figura 15. Diagrama de caja y bigote (MTBF).....	42
Figura 16. Diagrama de caja y bigote (MTTR) .....	43
Figura 17. Diagrama de caja y bigote (Disponibilidad).....	44
Figura 18. Reunión con el supervisor de planta .....	45
Figura 19. Herramientas.....	47
Figura 20. Llave Allen e instrumento de medición.....	47
Figura 21. Taladro percutor y amoladora marca Dewalt .....	47
Figura 22. Realización del mantenimiento correctivo .....	48
Figura 23. Política de mantenimiento .....	49
Figura 24. Capacitación del especialista .....	50
Figura 25. Inspección estación 1 .....	50
Figura 26. Disponibilidad real vs disponibilidad esperada post test .....	52
Figura 26. Diagrama de caja y bigote (MTBF).....	54

Figura 27. Diagrama de caja y bigote (MTTR) .....	56
Figura 28. Diagrama de caja y bigote (Disponibilidad) .....	57
Figura 29: Comparación de la Disponibilidad pre test y post test.....	59
Figura 30. Análisis descriptivo del pre y post – test.....	70
Figura 31. Análisis descriptivo del pre y post – test MTTR.....	72
Figura 32. Análisis descriptivo del pre y post – test (MTBF) .....	74



## RESUMEN

La presente investigación titulada “Implementación del mantenimiento preventivo para Incrementar la disponibilidad de equipos en la empresa Jardel Perú S.A.C. Lima 2020.” Tiene como objetivo incrementar la disponibilidad, la confiabilidad y disminuir la mantenibilidad en la línea de inspección de la empresa. La investigación es del tipo aplicado, con un diseño cuasi-experimental, teniendo un enfoque cuantitativo y de nivel explicativo, el presente estudio de investigación nace por la necesidad de solucionar la baja disponibilidad de la línea de inspección por las constates fallas, lo cual ocasiona una pérdida económica por estos factores, entre las principales conclusiones que se desprenden luego de la implementación de la investigación se tiene que la disponibilidad se incrementó de una disponibilidad inicial de 86.82 % hasta una disponibilidad final de 98.88 %, así mismo se observa que la confiabilidad se incrementó de una media de 33.59 horas inicial hasta una media de 47.46 horas final y por último la mantenibilidad se redujo de una media de 4,53 horas inicial hasta una media de 0.53 horas final, la prueba de normalidad se realizó a través de Shapiro Wilk dando como resultado un comportamiento no paramétrico por lo cual se utilizó el estadígrafo z- Wilcoxon.

Palabras claves: Mantenimiento preventivo, disponibilidad, mantenibilidad, confiabilidad.

## **ABSTRACT**

This research entitled "Implementation of preventive maintenance to increase the availability of equipment in the company Jardel Perú S.A.C. Lima 2020. " Its objective is to increase availability, reliability and decrease maintainability in the company's inspection line. The research is of the applied type, with a quasi-experimental design, having a quantitative approach and an explanatory level, this research study arises from the need to solve the low availability of the inspection line due to the constant failures, which causes an economic loss due to these factors, among the main conclusions that emerge after the implementation of the research is that the availability increased from an initial availability of 87.64% to a final availability of 99.10%, likewise it is observed that the reliability increased from an initial mean of 32.77 hours to a final mean of 46.50 hours and finally maintainability decreased from an initial mean of 4.05 hours to a final mean of 0.50 hours, the normality test was performed through Shapiro Wilk, resulting in a non-parametric behavior, for which the z-Wilcoxon statistic was used.

Keywords: Preventive maintenance, availability, maintainability, reliability.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Desde la primera revolución industrial, hasta hoy en que vivimos en una era globalizada, las industrias tienen una relación estrecha con el departamento de mantenimiento, puesto que es la que garantiza la disponibilidad de las máquinas, equipos, instalaciones, etcétera. Todo esto con la finalidad de elevar la eficiencia de las empresas. Así mismo IMG (2020), indica que la industria en el mundo globalizado está regida por la competitividad y la calidad, por este motivo la Ingeniería de mantenimiento es clave en las empresas, esto con la finalidad de conservar los equipos, máquinas, herramientas y demás activos en condiciones operativas, para esto la ingeniería cuenta con un conjunto de técnicas que ayuda a incrementar el rendimiento y la disponibilidad. Por otro lado, la implementación del mantenimiento está limitado por el tamaño de la empresa, así como otra serie de factores. De acuerdo con el INEI (2019), el sector industrial del Perú estuvo conformado por micro empresas en un 80.4%, las pequeñas empresas en un 16.2%, las grandes y medianas empresas representan 3.4%, como se mencionó anteriormente la aplicación del mantenimiento varía dependiendo del tamaño de la empresa y el presupuesto que manejan, no es lo mismo la implementación de un Mantenimiento Productivo Total, en empresas medianas o grandes donde cuentan con los recursos necesarios, en comparación con una pequeña o micro empresa que cuentan con recursos escasos y consideran importante solo el mantenimiento correctivo, por generar una parada de emergencia, el cual es considerado como tiempo perdido donde no hubo producción y se paga al operario por la realización de funciones que no le correspondían, mientras el equipo estuvo inoperativo. La empresa Jardel Perú S.A.C, se dedica al servicio de certificaciones de revisión técnicas vehiculares, teniendo una producción de 48 inspecciones diarias, dicha empresa no contaba con un plan de mantenimiento preventivo, la empresa trabajaba con los equipos hasta el momento que se produjera la falla y por ellos tienen que detener las inspecciones. La empresa al ser una línea continua, si uno de los equipos fallaba en cualquiera de las estaciones de inspección, toda la línea se detenía provocando así la parada total de la línea de inspección, con la finalidad de mitigar las posibles paradas inesperadas se planteó la implementación del mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de los equipos en la empresa. Al iniciar el proyecto se realizó un análisis preliminar, tomando en cuenta todos los posibles factores que ocasionaban, las paradas de los equipos y por ende

la baja disponibilidad de las mismas. Para eso se elaboró el diagrama de Ishikawa el cual nos ayudó a identificar y delimitar las posibles causas raíz que generaron los problemas.

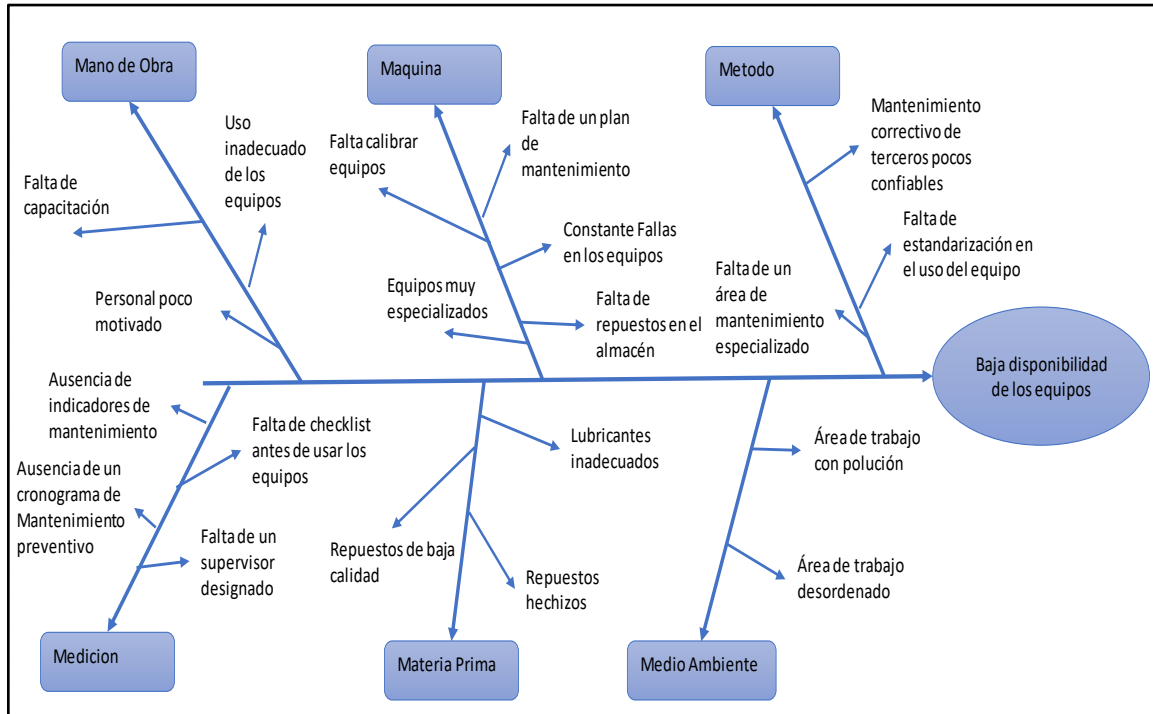


Figura 1. El diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pescado.

En la figura 1, se realizó la distribución de las posibles causales raíz que generan la baja disponibilidad de los equipos, la obtención de estas causas raíz se logró a través de la metodología de las 5 porque, el cual consistió en el análisis de uno de factores a las cuales se le aplico 5 preguntas consecutivas.

Estos valores cualitativos fueron manipulados en la matriz de correlación ver anexo 05, posteriormente la obtención de los datos cuantitativos se realizó a través de la tabulación de los datos en una matriz de frecuencias.

**Tabla 1. Matriz de frecuencia**

Nº	Causas que conllevan a la baja disponibilidad de los equipos	fi	Fi	hi(%)	Hi(%)
C7	Constante Fallas en los equipos	19	19	10,00%	10,00%
C18	Repuestos hechizos	16	35	8,42%	18,42%
C6	Falta de un plan de mantenimiento	15	50	7,89%	26,32%
C16	Repuestos de baja calidad	15	65	7,89%	34,21%
C1	Falta de capacitación	12	77	6,32%	40,53%
C11	Falta de estandarización en el uso del equipo	12	89	6,32%	46,84%
C13	Ausencia de un cronograma de Mantenimiento preventivo	12	101	6,32%	53,16%
C3	Uso inadecuado de los equipos	11	112	5,79%	58,95%
C15	Falta de checklist antes de usar los equipos	10	122	5,26%	64,21%
C8	Falta de repuestos en el almacén	9	131	4,74%	68,95%
C9	Falta de un área de mantenimiento especializado	9	140	4,74%	73,68%
C10	Mantenimiento correctivo de terceros pocos confiables	9	149	4,74%	78,42%
C17	Lubricantes inadecuados	8	157	4,21%	82,63%
C5	Falta calibrar equipos	7	164	3,68%	86,32%
C12	Ausencia de indicadores de mantenimiento	6	170	3,16%	89,47%
C14	Falta de un supervisor designado	5	175	2,63%	92,11%
C2	Personal poco motivado	4	179	2,11%	94,21%
C4	Equipos muy especializados	4	183	2,11%	96,32%
C20	Área de trabajo desordenado	4	187	2,11%	98,42%
C19	Área de trabajo con polución	3	190	1,58%	100,00%
Total		190		100,00%	

Fuente: elaboración propia.

Posteriormente los datos de frecuencias obtenidos fueron llevados al diagrama de Pareto donde se realizó el análisis de los factores más relevantes que generaron la baja disponibilidad de los equipos en la línea de inspección de la empresa.

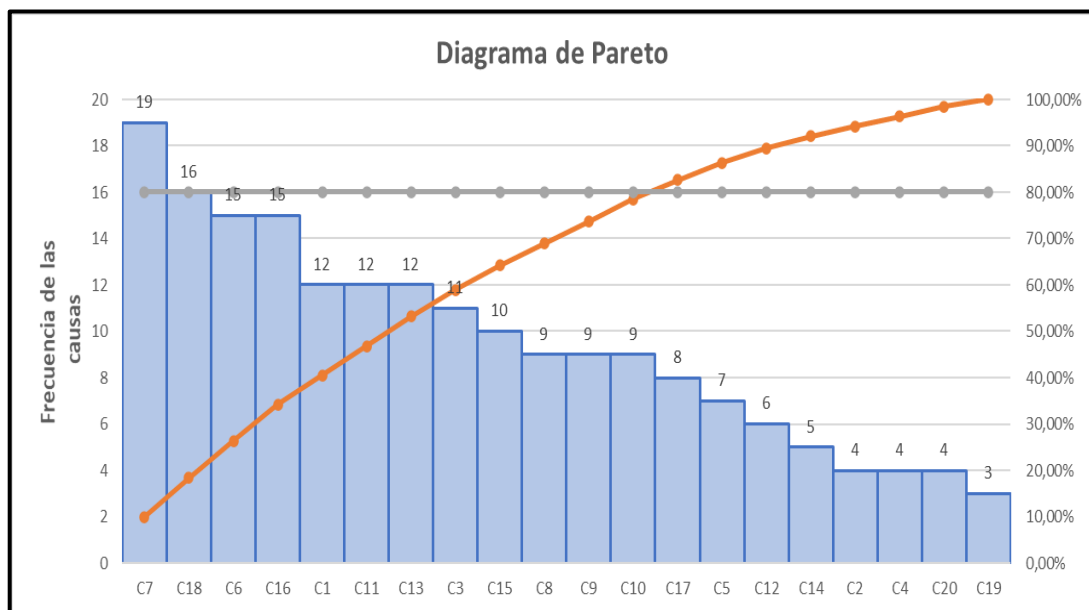


Figura 2. Diagrama de Pareto

Una vez identificado las causas que generan el problema en la línea de inspección, se realizó la estratificación de las áreas asignándoles las causales que correspondan a dicha área.

**Tabla 2.** Estratificación de las áreas

Estratificación	Frecuencia	% total
Mantenimiento	83	43,68%
Procesos	44	23,16%
Logística	33	17,37%
RRHH	21	11,05%
Gestión	9	4,74%
	190	100,00%

Fuente: elaboración propia

Del grafico anterior se observó que el mayor número de causas de problemas se encuentran a cargo del área de mantenimiento. Así también se realizó la matriz de priorización (anexo 5) en la cual se planteó las posibles metodologías para dar solución a estas causas. Por último, se realizó una matriz de toma de decisión para analizar cuál de las metodologías es recomendable aplicar en la empresa ahorrando tiempo, dinero y espacio.

**Tabla 3.** Matriz de toma de decisión

Criterio de Decisión					
0 = Bajo 1=Medio 3= Alto 4= Muy alto					
Alternativas	criterios				
	Solucion a la problemática	Costo de aplicación	Facilidad de aplicación	Tiempo de aplicación	Total
TPM	4	3	3	4	14
Gestion de Mantenimiento	4	3	3	3	13
M. Preventivo	3	3	1	1	8

Fuente: elaboración propia

Del grafico anterior se observó que la mejor opción para la empresa fue la aplicación del mantenimiento preventivo.

Luego de haber realizado el análisis del diagrama de Ishikawa en la figura 2, tenemos que las principales causas de la baja disponibilidad de la línea de

inspección fueron; las constantes fallas de los equipos, esto debido como se mencionó anteriormente no se contaba con un mantenimiento preventivo o predictivo que ayudara a minimizar estas fallas, repuestos hechizos, fueron los repuestos improvisados por parte de los técnicos para que el equipo siga en funcionamiento esto es una solución temporal que algunas veces solo duraban hasta el término del día, por último tenemos la falta de un plan de mantenimiento preventivo, esto como ya se explicó es el principal causal de las paradas y baja disponibilidad de los equipos, por esta razón se presenta el problema general: ¿De qué manera la implementación del mantenimiento preventivo incrementara la disponibilidad de equipos en la empresa Jardel Perú S.A.C. Lima 2020?. Como problemas específicos; ¿Como la implementación del mantenimiento preventivo incrementará la confiabilidad de los equipos en la empresa Jardel Perú S.A.C. Lima 2020? y ¿Como la implementación del mantenimiento preventivo disminuirá la mantenibilidad de los equipos en la empresa Jardel Perú S.A.C., Lima 2020? Por otro lado, el objetivo general es; determinar cómo la implementación del mantenimiento preventivo incrementará la disponibilidad de los equipos en la empresa Jardel Perú S.A.C, Lima 2020. Como objetivos específicos; determinar como la implementación del mantenimiento preventivo incrementa la confiabilidad de los equipos en la empresa Jardel Perú S.A.C, Lima 2020. Y determinar como la implementación del mantenimiento preventivo disminuirá la mantenibilidad de los equipos en la empresa Jardel Perú S.A.C, Lima 2020. Así mismo nuestra hipótesis general es; la implementación del mantenimiento preventivo incrementa la disponibilidad de los equipos en la empresa Jardel Perú S.A.C, Lima 2020.nuestras hipótesis específicas; la implementación del mantenimiento preventivo incrementa la confiabilidad de los equipos en la empresa Jardel Perú S.A.C, Lima 2020. Y La implementación del mantenimiento preventivo disminuye la mantenibilidad de los equipos en la empresa Jardel Perú S.A.C, Lima 2020. Así mismo tiene una justificación económica, al reducir los tiempos de parada inesperada se puede llegar a cumplir con la producción planificada evitando pérdidas por la no producción (hora hombre y hora máquina) así como los costos del mantenimiento correctivo y una justificación práctica, porque una vez implementada la metodología y capacitando a los técnicos, se reducirá en gran medida las paradas no planificadas, incrementando la disponibilidad de los equipos.



## **II. MARCO TEÓRICO**

De acuerdo con el autor ESPINOZA (2018) en su trabajo de investigación que lleva por título; “Mejora del plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de los buses de la empresa de transporte Allin Group Javier Prado S.A. Concesionaria de los corredores complementarios de la municipalidad de Lima”. En el presente estudio detalla cómo mejorar el plan de mantenimiento preventivo para los buses de la flota ALLIN GROUP con la finalidad de acrecentar la disponibilidad de los buses. Se hizo uso de herramientas de análisis para conocer el estado actual de la empresa y se creó actividades focalizadas en la criticidad de los equipos, se implementó el plan de mantenimiento periódico y el cumplimiento de los servicios programados para los vehículos con esto se logró la disponibilidad promedio de las unidades hasta mayo del 2018 en un 92 % y tuvo su punto máximo en el mismo mes de 94 %, el costo de los mantenimientos aumentó en un 24.14%. Así mismo HINOSTROZA (2019) en su investigación titulado; “Implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de las perforadoras diamantinas en la empresa Geotecnia Peruana S.R.L.” Este trabajo de investigación inicia con una descripción detallada de las actividades de la empresa que le permite identificar la baja disponibilidad de los equipos, se identifica el problema principal y se plantea las hipótesis. Luego se desarrolla la implementación del mantenimiento preventivo y con ello se consigue mejorar la disponibilidad en un 9.53% y se disminuye el tiempo medio de reparaciones. Para TALAVERA (2019) en su trabajo de investigación que lleva por título; “Implementación del mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de las máquinas críticas en Nuevo Mundo S.A.” Tiene como objetivo establecer como el mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de los equipos de la empresa. Se da el inicio con un análisis de criticidad para identificar el estado actual de las máquinas, luego se desarrolló el plan de mantenimiento para las máquinas halladas críticas, se realizó la programación con las fechas de mantenimiento y culmina con el seguimiento y control de los programas establecidos mediante indicadores de gestión como son disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad. El presente informe se desarrolló con el registro de horas reales de trabajo y paros por fallas en un periodo de 3 meses, se llegó a la conclusión que luego de implementar el mantenimiento preventivo, mejoró la disponibilidad de los equipos de la empresa de un 85.27% a 98.60%. Por otro lado, el autor RAMOS (2018) en el desarrollo de

su investigación titulado; “Aumento de la disponibilidad mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a las maquinarias de la empresa Atlanta Metal Drill S.A.C. ”. En el presente estudio especifica como la implementación de un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas y equipos que intervienen en el proceso de producción de la empresa, aseguran un crecimiento en la disponibilidad de operaciones del equipo. Para el cumplimiento de este objetivo se recopiló información acerca de las 23 máquinas con las que cuenta la empresa, se hallaron 5 máquinas con problemas de criticidad, se realizó el plan de mantenimiento preventivo con ello se logra acrecentar la disponibilidad de los equipos críticos en más de un 10 %, Se redujeron los costos por mantenimiento no planeados de S/. 99,471 a S/.38, 659 soles, ahorrando 60,812 soles. Así también VILLENA (2017) en su trabajo de investigación titulado; “Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento de equipos bajo las técnicas del TPM en una empresa constructora”. En el presente estudio realizado explica cómo a través del mantenimiento preventivo planificado se logra aumentar la disponibilidad de las máquinas, logrando con ello que los equipos usados en las labores cumplan un rol más eficiente y permitan finalizar los proyectos en los tiempos establecidos sin ocasionar gastos adicionales y dejando una buena imagen al cliente sobre el servicio brindado. Se desarrolló un plan para comparar los diferentes equipos y localizar aquellos equipos críticos de forma tal que los recursos se puedan direccionar y obtener mejores resultados. Se hizo uso de una matriz AMFE para anticiparse a los fallos y se desarrolló un patrón para calcular la disponibilidad y confiabilidad de los equipos, el plan piloto de mantenimiento aumentó la disponibilidad de los equipos en un 35 %, el área de mantenimiento actual solo cumple con un rendimiento del 47% se proyecta alcanzar con la aplicación del TPM un rendimiento del 65%, con este proyecto se espera reducir los gastos económicos por reparaciones correctivas. Por otra parte, el autor XIAOMENG (2018) en su trabajo de investigación “*Implementing a Total Productive Maintenance Approach into an Improvement At S Company*”, Explica como Bajo la aplicación del mantenimiento preventivo total se logró que el personal técnico sea lo suficientemente autónomo para involucrarse en las tareas de mantenimiento básicas como orden y limpieza con ello se logró reducir el tiempo de paros por averías menores y que cada grupo o diferentes áreas tengan conocimiento de las

averías y mantenimientos frecuentes para ello se llevó un registro de actividades y revisiones periódicas de cada equipo de trabajo con el fin de capacitar al personal y reducir los costos por mantenimientos correctivos, esto conllevó que aumentaran el tiempo real de funcionamiento de las máquinas. Como resultado, hubo un impacto positivo en la disponibilidad, así también dentro de sus conclusiones manifiesta; la disponibilidad de la maquina CNC #19 obtuvo un incremento de 83.6% a 87.9% luego de realizar mantenimientos básicos (inspección y limpieza). Así también un complemento ideal del mantenimiento preventivo es el predictivo que hace uso de instrumentos especializados para el pronosticar en qué periodo de tiempo podría fallar un parte de una máquina o equipo, conforme a esto el autor FORLAND (2018) en su investigación titulado "*A model to develop and implement a predictive maintenance programme complying with Industry 4.0*", Noruega Donde el modelo que propone desarrollar e implementar programas de mantenimiento predictivo a través de cuatro fases: Análisis de sistemas de los activos físicos, desarrollo de programas basados en arquitectura Industria 4.0, costo-beneficio análisis y desarrollo de la hoja de ruta para la implementación del programa a nivel organizacional. Se encontró que las fallas más comunes vienen asociadas al desgaste físico y fatigas de los equipos de este punto se logró reducir los costos fijos y variables producidos por reparaciones correctivas. Así también el autor MONTOYA (2017) en su tesis titulada: "Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa estructuras del Kafee Santiago", Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. El presente proyecto de estudio realizó un análisis del proceso de la empresa para identificar los equipos y planificar un orden para el correcto mantenimiento de los equipos con el fin de alcanzar la certificación ISO 9001. Se desarrollaron los planes de mantenimiento para los equipos más críticos, con una programación fácil y accesible con la finalidad de que cualquier operario pueda realizar una orden de trabajo para los mantenimientos, se llega a la conclusión que la empresa en cuestión tendrá más control en su sistema de producción siguiendo a detalle el plan de mantenimiento descrito en este estudio. Si hablamos de la diferencia de costos entre el mantenimiento preventivo y correctivo, podemos decir que el costo del mantenimiento preventivo es menor y a su vez incrementa la disponibilidad de los equipos como lo afirma el autor WIN (2017) en su trabajo de investigación titulado "*Preventive maintenance planning for*

*additive manufacturing systems*”. El estudio propone la implementación de un mantenimiento preventivo con el fin de mejorar la producción y reducción de gastos por fallas inesperadas, plantea la creación de políticas de mantenimiento y capacitación del personal de la empresa y elaborar cronogramas para los respectivos mantenimientos planificados se espera que el ahorro sea del 20,4% debido a la reducción de fallas por equipos, a su vez teniendo un incremento de la disponibilidad del 99%. Por otro lado, el autor VAARIO (2018) en su trabajo de investigación titulado “*Framework for availability based maintenance contracts: model for managing availability and calculating the effecting factors*”. El presente proyecto de investigación sugiere que el proveedor no vende mantenimiento si no disponibilidad para las máquinas de la empresa. Para la investigación se selecciona un estudio de caso como método de investigación, se basó en evaluaciones comparativas y entrevistas del ambiente del trabajo basado en estos datos se creó el marco para que la empresa gestione contratos basados en la disponibilidad de los equipos. Con base en el marco, se determinó un modelo de cálculo de disponibilidad adecuado, con el modelo de cálculo es posible examinar diferentes factores e influencias de costos en la disponibilidad. Además, los efectos de los cambios en la disponibilidad reflejan una reducción en los gastos totales de la empresa.

Respecto a las teorías relacionadas, sobre la variable dependiente e independiente, conforme a los autores CIANI et al. (2021) la producción industrial está impulsado por las competencias globales, para ello un objetivo principal es la reducción de los tiempos de inactividad mediante la optimización del mantenimiento. Así mismo De acuerdo con los autores WANG et al. (2020) el mantenimiento es esencial para garantizar una producción continua y a su vez mejora el uso de los equipos. En cuanto a la variable independiente el mantenimiento preventivo o mantenimiento conforme a lo expuesto a los autores MOKHTARI & ASADKHANI (2020) el programa de mantenimiento es una tarea vital en los procesos de producción con la finalidad de evitar paradas e interrupciones en la producción. Para lograr esto es necesario diseñar un plan de mantenimiento, conforme a los autores Khalid et al. (2020), un plan de mantenimiento es pre planificado teniendo las informaciones necesarias como son; frecuencias secuencias de actividades, tiempos, mano de obra, materiales y herramientas. Esto significa que a través de los antecedentes y

recursos con los cuales cuenta la empresa se desarrolla un plan de mantenimiento óptimo, sin embargo, de acuerdo con los autores CAO, LI & DUAN (2021) si la planificación del mantenimiento preventivo es poco razonable o no se toma a tiempo para detectar las posibles fallas de los equipos, estos terminaran generando problemas; mantenimiento excesivo o insuficiente, así como la elevación de los costos de producción. En cuanto a la importancia del mantenimiento preventivo conforme a los autores JIAWEN, et al. (2021) una planificación del PM es esencial para lograr obtener una confiabilidad y disponibilidad óptima de un sistema que se puede reparar. Según el autor GARCÍA (2003) se puede definir al mantenimiento como el conjunto de procedimientos acompañado de técnicas con la finalidad de conservar los equipos e instalaciones buscando la máxima disponibilidad y rendimiento. Así mismo de acuerdo con los autores SALSABILA & SISWANTO (2019) una estrategia de mantenimiento es un factor importante en las actividades de producción de la industria de procesos, ya que la industria de procesos continuos consta de muchos componentes y las fallas pueden ser variadas y complejas. Respecto al mantenimiento se tiene en consideración los tiempos de inactividad de acuerdo con los autores MARUGÁN, GARCÍA & PINAR (2016) el tiempo de inactividad se define como el tiempo requerido para realizar las correspondientes tareas de mantenimiento.

Por otro lado, los autores CHANTER y SWALLOW (2007) define al mantenimiento como la combinación de acciones para tener o restaurar un ítem en una condición aceptable.

Según el autor según MORA (2005) el mantenimiento está estructurado en 4 niveles; nivel instrumental, este nivel está comprendido todos los requerimientos para realizar el mantenimiento se considera; (herramientas, repuestos, documentación, personal, entre otros). Nivel operacional, en este nivel se realizan los distintos programas de mantenimiento dependiendo de la necesidad de la empresa (correctivo, preventivo, preventivo y de modificación) nivel táctico, este nivel está enfocado en cumplir los objetivos planteados por el área de mantenimiento siguiendo las normas, reglas entre otros. En este nivel aparecen el TPM, RCM, la combinación de ambos entre otros. Nivel estratégico, en este nivel se plantea la medición de lo planeado, a través de indicadores para ser comparados

con empresas similares a nivel local, nacional e internacional, se centran en los objetivos de LCC, CMD y costos.

Según el autor AGUSTIADY Y CUDNEY (2016) consiste en la realización de actividades de mantenimiento programadas para la restauración, prevenir el deterioro y la predicción de la vida útil de los equipos.

Así mismo para el autor USECHE, MONROY e IZQUIERDO (2013) el mantenimiento predictivo consiste en la identificación de fallas antes de que estos ocurran. Respecto al mantenimiento correctivo el autor manifiesta CIBSE (2008), el mantenimiento correctivo es aquel que se realiza en cuanto sucede la falla, con la finalidad de volver al estado de operacionizada de la planta. De acuerdo al autor GARCÍA (2003) el índice de mantenimiento preventivo es el porcentaje del tiempo invertido en realizar el MP sobre el tiempo total dedicada al mantenimiento.

Desde el punto de vista del autor GARCÍA (2003) el índice del cumplimiento es la proporción obtenida entre las órdenes realizadas sobre el total de órdenes programadas.

Variable dependiente la disponibilidad conforme a los autores JUFRI & SISWANTO (2020) la disponibilidad es la probabilidad que un sistema funcione de acuerdo con su función cuando sea requerido, así mismo siguiendo con la idea de los autores este manifiesta que el análisis de la disponibilidad se basa en la relación de la confiabilidad y mantenibilidad siendo esta una herramienta para la evaluación del rendimiento de los equipos. Por otro lado, los autores CHOUDHARY, TRIPATHI & SHANKAR (2019) manifiestan que la disponibilidad de una planta de cemento se puede mejorar evitando fallas, reduciendo el tiempo de mantenibilidad a través de la confiabilidad (TBF) y reduciendo el tiempo de reparación (TTR), siguiendo con la idea de los autores, mencionan que el estudio sirve para decidir los programas de mantenimiento preventivo de las plantas de cemento. Por otro lado, los autores SALSABILA & SISWANTO (2019) menciona que la disponibilidad, la confiabilidad y mantenibilidad son parámetros importantes para mantener el costo operativo y calidad de producción de una planta de proceso. Siguiendo con la misma idea del autor este manifiesta que el análisis de estos parámetros desencadena en una

posible mejora del rendimiento de la disponibilidad de los activos y en un ahorro de costos por mantenimiento de los equipos.

Según el autor SEAS (2012) la disponibilidad es la probabilidad de que un equipo, máquina o instalación estén funcionando correctamente sin presentar fallas. Así mismo de acuerdo con los autores USECHE, MONROY e IZQUIERDO (2013) la disponibilidad se define como la capacidad de un activo para funcionar correctamente por un periodo de tiempo, influenciados por requerimientos específicos y con un suministro externo constante de ser necesario.

Desde el punto de vista de los autores ZAMBRANO, PRIETO y CASTILLO (2015) manifiestan la disponibilidad es un valor entre 0 – 1, mientras más cerca del valor 1 se ubique este resultado, la disponibilidad será positivo en este sentido se logra incrementando la confiabilidad (incrementar el TPEF) o la mantenibilidad (reducir el TPDR). Desde el punto de vista del autor BORRIS (2006) la disponibilidad es la proporción de tiempo que un equipo está en funcionamiento respecto al tiempo que podría estar funcionando. Por otro lado, se realiza la diferencia entre la disponibilidad en general y la disponibilidad por averías. Según el autor MADARIAGA (2013) la disponibilidad es la relación entre el tiempo disponible con respecto al tiempo planificado, así mismo el presente autor indica que el tiempo disponible es igual a la diferencia del tiempo planificado con la no disponibilidad. Esto concuerda con lo presentado por los autores CAMPBELL y REYES (2016) señala la disponibilidad es una medida de la duración de la actividad, así como la duración en hora, está representado por tiempo de actividad programado menos el tiempo de inactividad sobre el tiempo de actividad programado.

Por otro lado, la disponibilidad por averías, según MORA (2005) define a la disponibilidad como la relación que existe entre la confiabilidad y mantenibilidad.

De acuerdo con LEVITT (2010), la no disponibilidad, es el tiempo que el equipo o máquina está detenida o genera falla de producción, indiferentemente de la causa que lo genere.

Conforme al autor CARRASCO (2014) la confiabilidad está determinada por las estrategias y la efectividad del mantenimiento, así mismo se representa por el indicador TMEF: tiempo medio entre fallas. Por otro lado, el autor TSAROUHAS



(2020) manifiesta la fiabilidad es la posibilidad de que una maquina funcione sin presentar averías en un tiempo determinado. Así mismo conforme a los autores SOLTANALI et al. (2020) la confiabilidad es la probabilidad de que un sistema funcione sin presentar fallas en un margen de tiempo establecido en condiciones de trabajo óptimo.

Según el autor SEAS (2012) la fiabilidad es la media de los tiempos de un activo en buen funcionamiento es decir funciona normalmente representado por MTBF, así mismo el autor define a la mantenibilidad como la medida media del tiempo técnico de reparación representado por MTTR. Por otro lado, de acuerdo con los autores ELUSAKIN & SHAFIEE (2020) el cálculo del MTBF se realiza dividiendo el tiempo total que el sistema se encuentra en funcionamiento entre el número de mantenimientos realizados.

Desde el punto de vista del autor CARRASCO (2014) la mantenibilidad es la probabilidad de reparación de un equipo hasta estar en operatividad en un tiempo predeterminado, depende de la confiabilidad inherente, se representa por el indicador TMPR: tiempo medio para reparar. De acuerdo con los autores CORVARO, et al. (2017) el tiempo para evaluar el tiempo de reparación del equipo no funcional, se debe tener en consideración no mezclar el tiempo de aislamiento y de movilización, en el caso del MTTR el tiempo en considerar es el tiempo propiamente de reparación y de arranque del equipo, sin considerar las demás. Así mismo el autor TSAROUHAS (2020) indica que la mantenibilidad se define como la medida de la facilidad con que se mantener o reparar un equipo o máquina.

### **III. METODOLOGÍA**

### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

De acuerdo con el autor BERNAL (2010) existen diversos tipos de investigaciones o clasificaciones, pero esta clasificación está restringida por el investigador o grupo de investigación, pues el tipo de investigación estará ligado al problema de investigación y la formulación de la hipótesis de la misma. En este sentido el autor hace la siguiente clasificación de los tipos de investigación; histórica, documental, descriptiva, correlacional, explicativa o causal, estudio de caso, experimental entre otros.

Así mismo el autor DÍAZ (2009) manifiesta que el tipo de investigación se diferencia de los demás, por el procedimiento en la recolección de datos, el proceso de investigación, tipos de muestreo entre otras características propios de cada tipo de investigación. El presente autor usa la clasificación de la siguiente manera; estudios exploratorios, descriptivos, correlacionales y explicativos.

Por otra parte, los autores HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ y BAPTISTA (2014) clasifica el diseño de la investigación en solo dos grupos; investigaciones no experimentales e investigaciones experimentales.

#### **Tipo de investigación**

De acuerdo a lo anteriormente mencionado por los autores, basándonos en las dos clasificaciones, el trabajo de investigación fue del tipo experimental y aplicada, fue del tipo aplicada porque se estudió un fenómeno real y haciendo uso del método científico se propuso las posibles soluciones.

#### **Diseño de investigación**

De acuerdo a los autores HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ y BAPTISTA (2014) el experimento de diseño cuasi experimental es aquellos donde los ítems de experimentación están seleccionados desde antes de comenzar el proyecto, así mismo se le llama cuasi experimental porque se piensa manipular la variable independiente para observar los efectos que este tiene sobre la variable dependiente.

BERNAL (2010) respecto al diseño cuasi experimental que estos se diferencian de los experimentos puro por el grado de control, ya que en el cuasi experimental el control es escaso o nulo. También menciona que el diseño cuasi experimental es

para grupos ya constituidos, un ejemplo de este diseño es el que se basa en la recolección de tiempos antes y después en grupos establecidos.

Por lo anteriormente mencionado por los autores el proyecto tubo un diseño cuasi experimental porque, se manipulo la variable independiente y se observó cómo afecto a la variable dependiente en el tiempo programado.

Según HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ y BAPTISTA (2014) cuando se quiere recolectar cambios observados en un periodo de tiempo, para luego ser constatados con los datos iniciales, hablamos de un diseño longitudinal.

Según HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ y BAPTISTA (2014) si lo que se quiere es realizar mediciones a grupos preestablecidos en un periodo de tiempo limitado, estamos hablando del diseño longitudinal del tipo panel, este es llamado así, porque se realizarán mediciones al grupo en diferentes instantes durante un margen de tiempo.

Así mismo la investigación fue de un diseño longitudinal, porque se observó el fenómeno a lo largo del tiempo preestablecido. Así mismo fue del tipo panel, porque las mediciones u observaciones realizadas, se ejecutaron sobre el mismo grupo de estudio a lo largo del tiempo.

### **Nivel de investigación**

Así mismo por el nivel de investigación el estudio fue del tipo descriptivo y explicativo. Fue Descriptivo porque estudio un problema, analizando sus causales, así como definiendo conceptos para desarrollarlos. De acuerdo a los autores HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ y BAPTISTA (2014) la investigación descriptiva busca reconocer las características y propiedades de cualquier fenómeno describiendo su comportamiento.

Por otra parte, fue explicativo porque se buscó el porqué del problema, cuáles fueron las causales que lo generaron, se estructuraron conceptos y se dieron a conocer. De acuerdo a los autores HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ y BAPTISTA (2014) la investigación explicativa es aquella investigación que analiza un problema tratando de encontrar las causas que generan dicho fenómeno.

### **Enfoque de investigación**

Según los autores HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ y BAPTISTA (2014) definen la investigación cuantitativa, como aquella que hace uso de la recolección de datos numéricos para constatar hipótesis, ser analizados estadísticamente y poder probar teorías.

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo puesto que se valió de datos medibles para analizar la problemática que se estudió.

### **3.2. Variable y operacionalización**

Variable independiente (Mantenimiento Preventivo)

$$\text{Mantenimiento Preventivo} = IMP \times ICP$$

Donde:

**IMP:** índice del mantenimiento preventivo

**ICP:** índice del cumplimiento de la planificación

De acuerdo con los autores DRENT, KAPODISTRIA & RESING (2019) el mantenimiento preventivo o planificado tiene como objetivo el garantizar el correcto funcionamiento de los activos evitando fallas y paradas no planificadas del activo.

$$\text{Productividad} = \text{Eficiencia} \times \text{Eficacia} \cong IMP \times ICP$$

### **Dimensión 1 (Horas totales del mantenimiento)**

$$\text{índice del MP} = \frac{\text{Horas dedicadas a MP}}{\text{Hora Totales dedicadas al Mantenimiento}}$$

De acuerdo al autor GARCÍA (2003), el índice de mantenimiento preventivo es el porcentaje del tiempo invertido en realizar el MP sobre el tiempo total dedicado al mantenimiento.

En el presente proyecto se realizará el control del mantenimiento preventivo a través de las horas invertidas en el mantenimiento preventivo, esto con la finalidad de observar la variación del índice del MP a lo largo de un periodo de tiempo, mientras este valor más se acerque al 1, significará que tenemos menos

mantenimientos correctivos. Estos datos serán registrados en la ficha de recolección de datos durante el tiempo que dure el proyecto de la pre y post test.

## **Dimensión 2 (Cumplimiento)**

$$\text{índice de cumplimiento de la planificación} = \frac{N^{\circ} \text{ Ordenes realizadas}}{N^{\circ} \text{ de Ordenes Totales}}$$

Desde el punto de vista del autor GARCÍA (2003), el índice del cumplimiento es la proporción obtenida entre las órdenes realizadas sobre el total de ordenes programadas.

El índice de cumplimiento, servirá para medir cuanto del mantenimiento planificado se ha cumplido con respecto a todas las órdenes de trabajo de mantenimiento, al igual que en el indicador anterior mientras este valor más cerca se encuentre del 1, significará que las órdenes del mantenimiento correctivo han disminuido. Estos datos serán registrados en la ficha de recolección de datos durante el tiempo que dure el proyecto del pre y post test.

## **Variable Dependiente (Disponibilidad de equipos)**

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Confiabilidad}}{\text{Confiabilidad} + \text{Mantenibilidad}}$$

De acuerdo con el autor MORA (2005), define la disponibilidad inherente como la relación que existe entre la confiabilidad y mantenibilidad, no contempla los mantenimientos planeados o predictivos. Así el autor plantea la siguiente representación matemática:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

MTBF: Tiempo medio entre fallas

MTTR: Tiempo medio de reparación

Por otro lado, MADARIAGA (2013) define al *Uptime* como el aprovechamiento del tiempo programado donde el equipo se encuentra operativo, el resultado es porcentual, donde se descuenta el tiempo de averías.

Se debe tener en cuenta que esta disponibilidad no toma en consideración los mantenimientos del tipo preventivo y predictivo.

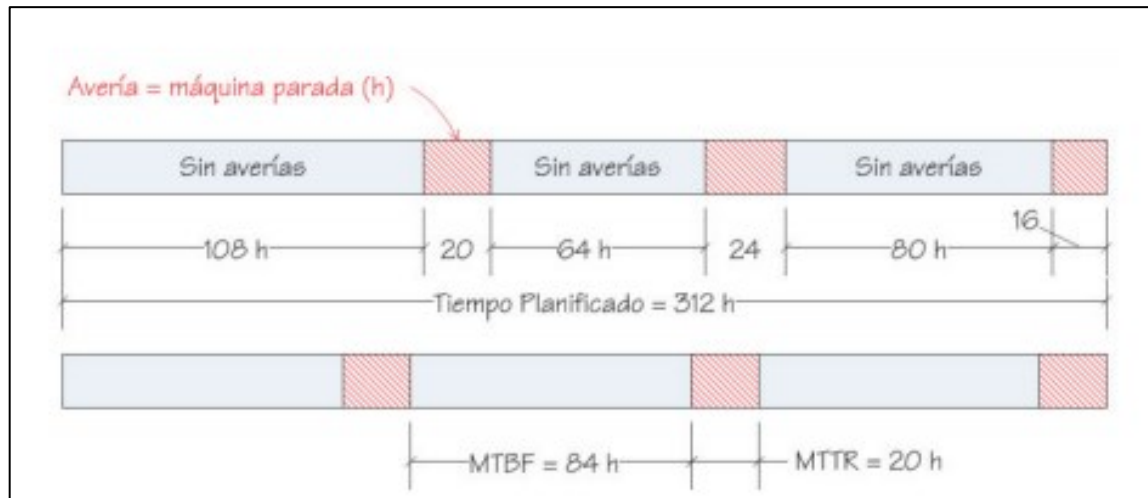


Figura 3. Interpretación del MTBF y MTTR.

Así mismo los autores HANUMANT et al (2021) menciona que la disponibilidad de un sistema se estima mediante la relación entre la tasa de fallas y la tasa de reparación, representado por la siguiente formula:

$$Availability (Av) = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

De acuerdo con los autores GRZEGORZ, et al. (2021), la disponibilidad es un indicador particularmente importante que permite estimar el impacto de diferentes estrategias de mantenimiento sobre el tiempo total de inactividad a través de los TFF y TTR.

### Dimensión 1 (Mantenibilidad)

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de inactividad}}{N\# \text{ de fallas}}$$

Desde el punto de vista del autor SAES (2012) se define a la mantenibilidad como la media de los tiempos que se requieren para que un técnico repare un equipo hasta dejarlo en estado de funcionamiento (MTTR).

Conforme a los autores CAMPBELL y REYES (2016), la mantenibilidad es la media del tiempo de reparación.

De acuerdo con los autores GRZEGORZ, et al. (2021) la disponibilidad se incrementará conforme la mantenibilidad disminuye, así mismo la mantenibilidad se calcula a través de la siguiente fórmula.

$$MTTR = \frac{\sum_{i=1}^n r_i}{n}$$

Donde;

$r_i$ : the duration time of “i” renewal

n – the total number of renewals.

En el presente proyecto la mantenibilidad o tiempo medio de reparación solo hace referencia al mantenimiento correctivo, estos datos serán registrados en la ficha de recolección de datos durante el tiempo que dure el trabajo de investigación de la pre y post test.

### **Dimensión 2 (Confiabilidad)**

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total de funcionamiento}}{N\# \text{ de fallas}}$$

De acuerdo con los autores GRZEGORZ, et al. (2021) el MTBF se calcula en función del tiempo total de operaciones y del número de fallas.

$$MTBF = \frac{TT}{Nf}$$

Donde;

MTBF: Mean time between failures

TT<sub>0</sub>: total time of operation

NF: number of failures

Así mismo Como plantea el autor SEAS (2012) la fiabilidad es la media del tiempo del correcto funcionamiento de un equipo, esto quiere decir el funcionamiento del equipo hasta que aparezcan las fallas. (MTBF).

De acuerdo con los autores CAMPBELL y REYES (2016) la confiabilidad es la medida de la frecuencia entre fallas.



Se considera a la confiabilidad o tiempo medio entre fallas como el funcionamiento del equipo durante un periodo de tiempo hasta que se presente la falla, esta dimensión no considera los tiempos de fallas.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

La población Según los autores SALAZAR Y DEL CASTILLO (2018) la población es el conjunto que engloba todos los elementos que deseamos investigar; expresado de otra manera, es el colectivo del que se espera definir conclusiones. Por sus dimensiones, las poblaciones son finitas o infinitas.

En la presente investigación la población fue igual a las horas disponibles (horas operativas o en funcionamiento) de la línea de inspección, realizadas en un periodo de tiempo igual a 15 semanas luego de realizar el plan de mantenimiento preventivo anexo 06.

Criterio de inclusión del presente proyecto estará comprendida por la única línea de inspección de la empresa JARDEL PERU S.A.C. LIMA 2020, el cual está conformada por un conjunto de equipos en cada estación. El periodo de recolección de datos para el presente trabajo fue de 15 semanas, de lunes a sábado con 8 horas de trabajos diarios desde las 8:00 am hasta las 4:00 pm.

Criterio de exclusión en el trabajo no se consideró los turnos de la tarde de 4:00 pm a 9:00pm, Tampoco se tomó en cuenta los trabajos realizados los días domingos.

La muestra desde el punto de vista de los autores SALAZAR Y DEL CASTILLO (2018) es una proporción de elementos seleccionada de una población a través de acciones establecidas anticipadamente, con el fin de recabar resultados que puedan describir a toda la población.

En el presente trabajo de investigación la muestra fue igual a la población.

El muestreo conforme a los autores SALAZAR Y DEL CASTILLO (2018) son técnicas que nos permiten elegir muestras específicas de una población en estudio, el muestreo nos conduce al resultado de una muestra que representa a la población de donde procede, y que a la vez cada elemento del conjunto tiene la posibilidad de formar parte de la muestra.

Como se mencionó anteriormente, el presente trabajo de investigación no cuenta con muestra ni muestreo, porque se tomaron en su totalidad las observaciones diarias realizadas durante las 15 semanas anteriormente mencionadas que dura las observaciones.

En el presente trabajo la unidad de análisis, será igual a la disponibilidad de la línea de inspección en un día de trabajo de 8 horas.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Técnica de recolección de datos desde el punto de vista de NIÑO (2011) No es suficiente el diseñar, elaborar y aplicar los instrumentos, sino que hace falta la correcta recolección de datos, para ser utilizadas en el momento que sea necesario. Para esto el autor recomienda seguir alguna de las siguientes tres técnicas de registro de información; observación, encuesta o entrevista.

La técnica desde el punto de vista del autor VALDERRAMA (2015) Los elementos de recolección de datos tiene por objetivo adjuntar información de las variables empleadas en el estudio. Dicho de otro modo, son herramientas que nos ofrecen efectuar una observación de los hechos a investigar.

El presente proyecto la recolección de datos se realizará utilizando la técnica de la observación directa, ya que el investigador realizó la recolección manual, en la línea de inspección, haciendo uso del instrumento ficha de registro donde se apuntaron los distintos tiempos necesarios, para su posterior análisis.

La validez, según el autor DÍAZ (2009) se refiere a la veracidad de un planteamiento, el argumento es plausible, justificable y está bien fundamentado. Por otro lado, el autor NIÑO (2011) señala la validez de un instrumento está fundamentada en que esta sirve para medir la variable para la cual fue diseñada en forma precisa.

En el presente trabajo de investigación la validación del instrumento se llevó a cabo a través del juicio de expertos, los cuales estuvieron a cargo de los profesionales pertinentes los cuales son docentes de la facultad de ingeniería industrial de la Universidad Cesar Vallejo.

**Tabla 4.** Relación de validadores

<b>Validador</b>	<b>Grado</b>	<b>Especialidad</b>	<b>Resultado</b>
Delgado Montes, Mary Laura	Magíster	Procesos Y Gestión De Operaciones	Aplicable
Díaz Dumont, Jorge Rafael	Doctor	Ingeniería industrial	Aplicable
Malpartida Gutierrez, Jorge Nelson	Doctor	Ingeniería industrial	Aplicable

Fuente: elaboración propia

La confiabilidad, según el autor NIÑO (2011) es la exigencia básica las cuales garantizan la exactitud y veracidad de los datos, así mismo las medidas deben ser iguales en diferentes periodos de tiempos, así se garantiza la confiabilidad de los instrumentos.

En la presente investigación para realizar la toma de tiempos se utilizó el instrumento de medición, un cronometro digital marca Casio modelo HS-70W ver anexo 15.

### **3.5. Procedimientos**

En la presente investigación la información se recopiló por medio de las fichas de registro, luego de la implementación del Mantenimiento Preventivo en la línea de inspección técnica en la empresa Jardel Perú S.A.C.

La información recibida favoreció en la manipulación de las variables. Para el manejo de la variable mantenimiento preventivo se realizó a través del cumplimiento de metas como indicadores, luego de haber realizado las capacitaciones del personal, coordinar con el administrador la política de mantenimiento, la habilitación del área de mantenimiento, la adquisición básica de herramientas y equipos, con la que se realizó el mantenimiento rutinario, mantenimiento programado. Así mismo la contratación de un técnico recién egresado de la carrera de mantenimiento mecánico, el cual se encargó del mantenimiento programado y el mantenimiento correctivo en la línea de inspección en la empresa Jardel Perú S.A.C.

Para la manipulación de la variable disponibilidad se utilizó la ficha de registro, donde se estable las horas de funcionamiento de la línea, así como el tiempo en la

que se mantuvo detenida por causa del algún imprevisto y el número de veces que la línea se descompuso en el transcurso de 15 semanas, estos datos fueron de gran relevancia para la investigación dado que se realizó el análisis inferencial de estos datos para la contrastación de la hipótesis. Ver anexo 6,7,8,9.

## Situación actual



*Figura 4. Oficina de la empresa JARDEL.*

JARDEL Perú es una empresa que nace a raíz de una necesidad del sector automotriz, la empresa se dedica al rubro de certificación de los autos que hayan pasado satisfactoriamente las inspecciones técnicas que brinda cada una de sus estaciones, la empresa realiza inspecciones tanto autos privados como públicos como son; taxi, camiones livianos y pesados, combis, cisternas, custer, etcétera.

Jardel Perú cuenta con una línea de inspección continua dividida en 2 estaciones de trabajo donde se realizan las siguientes inspecciones; prueba de alineamiento, prueba de frenos, prueba de suspensión, inspección de luces y chasis, analizador de gases y prueba de holgura.

En cada una de las estaciones se realizan una o dos pruebas con los equipos adecuados, los datos obtenidos son comparados con los datos estandarizados del sistema para verificar que el automóvil haya pasado la inspección satisfactoriamente, y sea acreedora de su certificación.

La empresa tiene como fecha de inicio de actividades el 1 de diciembre del 2017 hasta la actualidad, tiene como objetivo posicionarse como una de las empresas más reconocidas en su rubro brindando servicios de calidad hacia los clientes y sus vehículos.



Figura 5. Línea de inspección vehicular

### Misión

Proporcionar el mejor servicio en inspecciones automotrices a nivel nacional, garantizando el correcto funcionamiento de los vehículos, reduciendo las emisiones contaminantes del parque automotor, mejorando continuamente como empresa para brindar un servicio de garantía y confianza.

### Visión

Llegar a ser una empresa líder y confiable en servicios de inspecciones vehiculares a nivel nacional en los próximos 5 años brindando servicios de calidad, así mismo mantenernos a la vanguardia adquiriendo equipos modernos para seguir brindando el mejor servicio siendo reconocido por nuestra calidad, honestidad y precio justo.

### Valores

Seguridad en nuestras instalaciones.

Atención calificada.

Honestidad.

Confianza.

Responsabilidad

### Base legal

Tabla 5. Datos generales de la empresa

<b>Razón social:</b>	Centro De Inspecciones Técnicas Vehiculares Jardel Perú S.A.C.
<b>RUC:</b>	20566481783

<b>Actividad económica:</b>	Ensayos y Análisis Técnicos
<b>Dirección:</b>	Av. Ramón Vargas Machuca Cdra. 2, San Juan de Miraflores 15801
<b>Página Facebook:</b>	<a href="https://www.facebook.com/jardelperusacsjm">https://www.facebook.com/jardelperusacsjm</a>

Fuente: elaboración propia



Figura 6. Croquis de la ubicación de la empresa.

## Organigrama

La empresa JARDEL Perú S.A.C del distrito de San Juan De Miraflores presenta la siguiente estructura jerárquica de su organización.

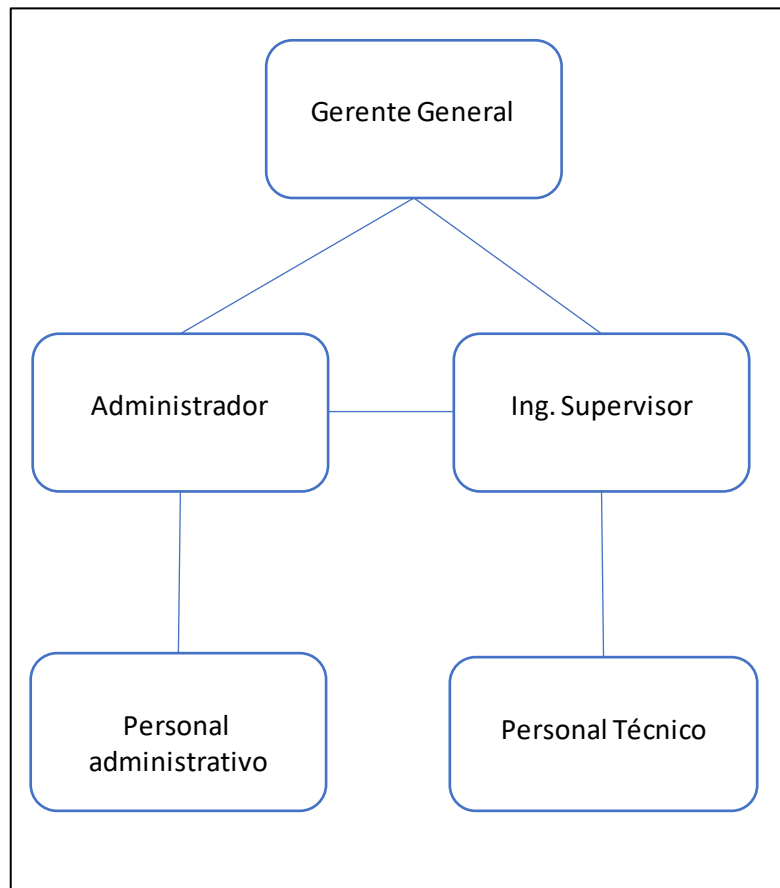


Figura 7. Organigrama de la empresa

### **Flujo grama del proceso de inspección.**

El siguiente diagrama de flujo se muestra los procesos normales que siguen el cliente al momento de que su vehículo pasa la revisión técnica en las estaciones y pruebas correspondientes para la obtención del certificado vehicular. Si el vehículo no pasa los estándares establecidos por el ministerio de transporte se niega el certificado y se le explica al propietario que tiene que levantar las observaciones y volver a realizar la inspección si desean contar con el certificado correspondiente.

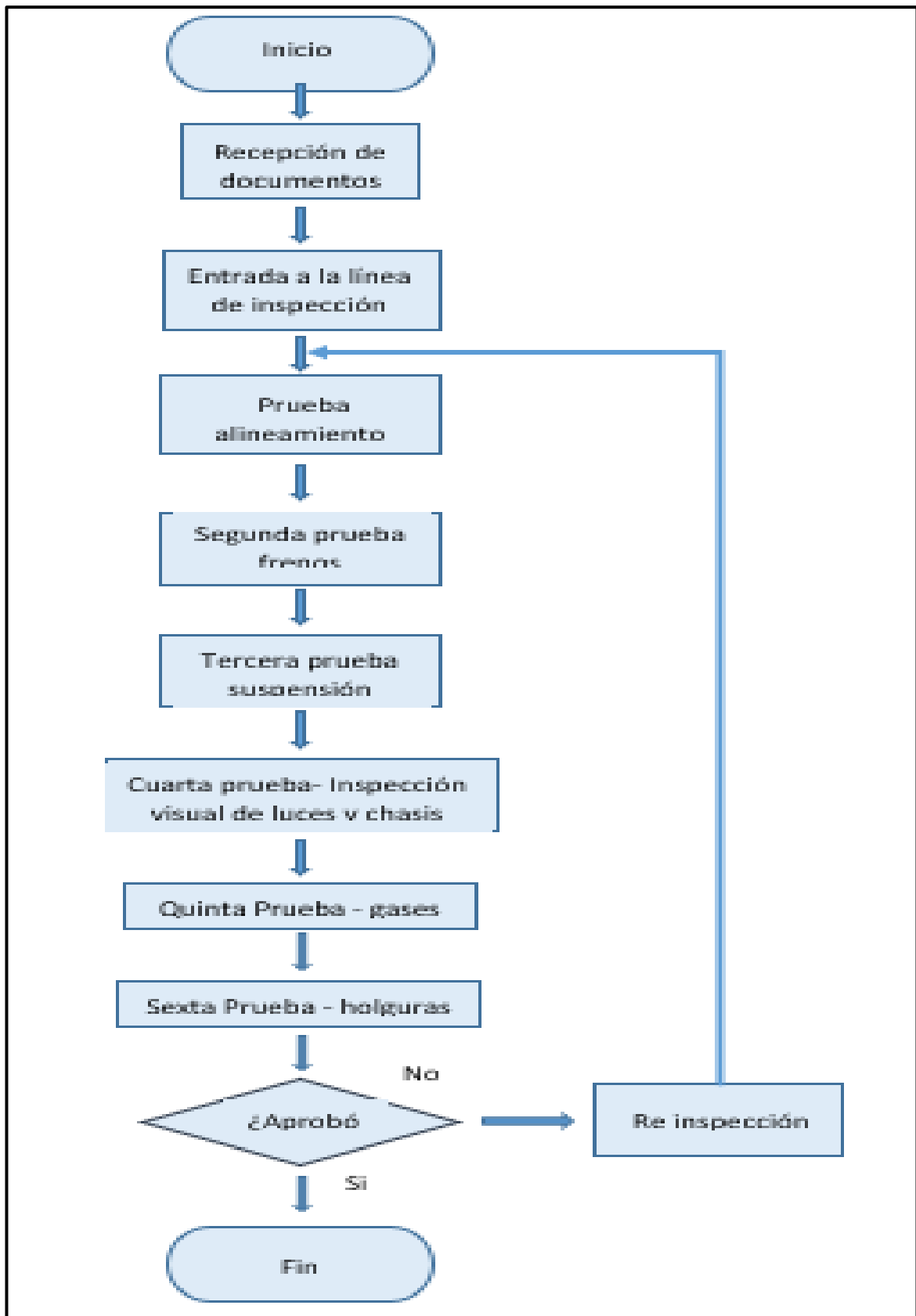





Figura 8. Flujograma proceso de inspección



**Tabla 6.** Equipos de la línea de inspección

	<p><b>Banco alineador al paso</b></p>
	<p><b>Frenómetro</b></p>
	<p><b>Banco de suspensión</b></p>
	<p><b>Banco de holguras</b></p>

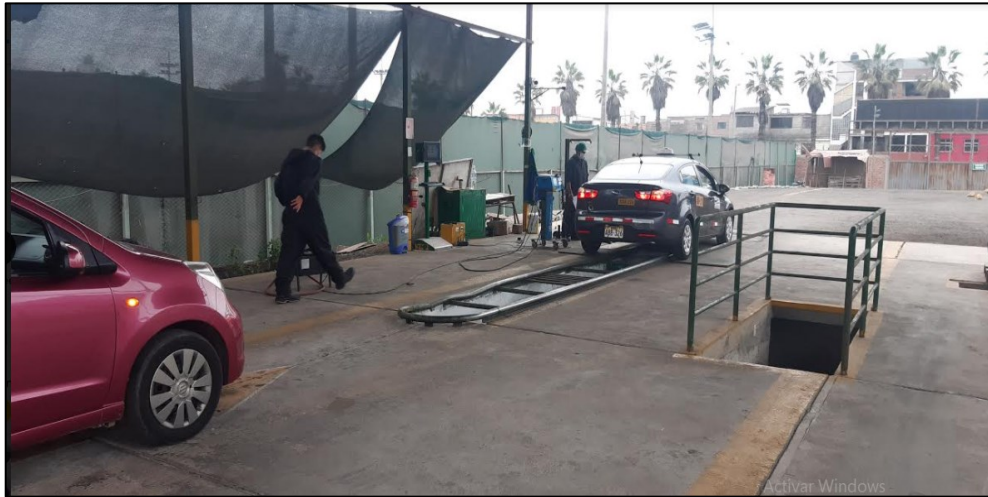
Fuente: elaboración propia

**Tabla 7.** Equipos electrónicos

	<p><b>Luxómetro</b></p>
	<p><b>Analizador de gases</b></p>
	<p><b>Sonómetro</b></p>
	<p><b>Opacímetro</b></p>

Fuente: elaboración propia





*Figura 9. Línea de Inspección en funcionamiento*

La línea de inspección es un conjunto de equipos tanto mecánicos como electrónicos, entre las paradas de algunos de los equipos encontraron los siguientes motivos; pernos rotos, arandelas de presión deformados, fusibles de equipos electrónicos quemados, pulsadores de tablero de control dañados, sensor de gases sin medir o mediciones erróneas etcétera.



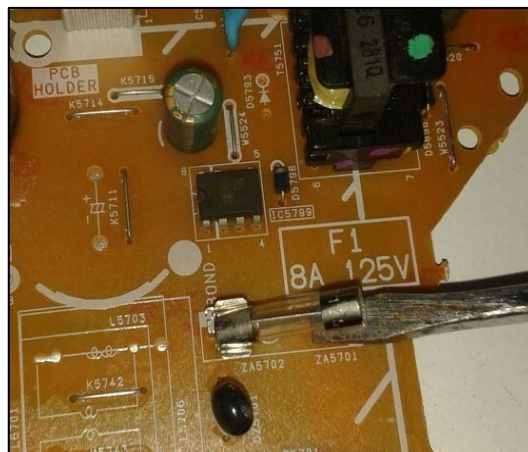
*Figura 10. Arandela rota*



*Figura 11. Tornillo autorroscante desgastado*



*Figura 12. Manguera hidráulica con fuga*



*Figura 13. Fuente de alimentación inoperativo*

### **Propuesta de mejora**

La propuesta de mejora consistió en la aplicación del mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de los equipos, esto debido a que la empresa no contaba con un programa de mantenimiento preventivo, y solo realizan el

mantenimiento correctivo una vez que el equipo se detiene o marca datos equivocados por falta de calibración.

Para realizar la investigación se comenzó con el levantamiento de los datos para realizar un control sistemático antes, durante y después de la ejecución del proyecto, para esto la utilización de las fichas de registros aceptados por la empresa serán de gran ayuda, puesto que en ellos se recolectaron los tiempos que los equipos estuvieron en funcionamiento antes de que sufra un desperfecto por distintos motivos, esto se realiza a través del cálculo de la confiabilidad MTBF ver anexo 6.

Otra de las fichas que también se utilizaron fue el formato del tiempo de reparación o MTTR, estos formatos son claves para lograr el levantamiento del estado de las disponibilidades de los equipos, mientras que la ficha anterior nos indicase cuanto tiempo estuvo el equipo en funcionamiento antes que fallaran o se detuvieran, el siguiente formato nos indicara cuanto fue el tiempo invertido para la realización del mantenimiento correctivo ver anexo 10, 11,12 y 13.

Así mismo la última ficha que se utilizo fue la ficha del cálculo de la disponibilidad, esta ficha es de suma importancia, pues es la que nos indicara el estado actual de la línea de inspección de la empresa, en termino de aprovechamiento es decir la disponibilidad que se tiene de las mismas antes de que sufran una avería ver anexo 10, 11,12 y 13. Posteriormente del levantamiento de información se realizó la propuesta de implementación del mantenimiento preventivo el cual consistirá de las siguientes fases o pasos.

### **Planificación**

- En esta primera parte del proceso, se llevó a cabo reuniones preliminares donde participo el administrador, supervisor de línea y los investigadores con el fin de concientizar la importancia de la implementación del mantenimiento preventivo como mejora para la empresa.
- Una vez logrado el objetivo se realizó la reunión preliminar entre el administrador, supervisor de línea, los investigadores y el especialista en mantenimiento preventivo, donde se definirán las bases en cuanto a las capacitaciones y la política a seguir en la empresa.
- Se presentó la propuesta de contratación de un técnico de mantenimiento, para que lleve a cabo las inspecciones planificadas.

- Las capacitaciones brindadas por parte del especialista serán 3 veces por semana de una hora luego del horario de trabajo, durante 2 semanas.
- El mantenimiento correctivo de los equipos fue llevado a cabo en forma programada para no interrumpir el trabajo normal.

### **Ejecución**

- En esta segunda fase del trabajo se presentó las políticas mantenimiento preventivo que se realizaron como parte de mejora del proyecto:

#### **Política de Mantenimiento**

1. Los colaboradores a cargo de una estación de trabajo realizarán la limpieza de sus equipos al terminar su jornada de trabajo.
  2. Antes de comenzar la jornada de trabajo, los colaboradores realizarán un checklist de los equipos que se encuentren en su estación de trabajo.
  3. Los colaboradores realizarán una inspección visual a las partes móviles de los equipos, realizando el mantenimiento rutinario (engrase, ajuste y limpieza).
  4. Dentro de las inspecciones visuales los colaboradores verificarán la limpieza y calibración de los equipos de ser equipos electrónicos.
  5. Es responsabilidad de los colaboradores informar los fenómenos que se presentasen durante su jornada de trabajo a su jefe inmediato o supervisor de línea.
  6. Es responsabilidad del supervisor de la línea el generar la orden de trabajo y coordinar con el personal de mantenimiento para programar un mantenimiento correctivo.
  7. El supervisor a cargo está en la responsabilidad de que estas políticas sean cumplidas en su cabalidad.
- Se coordinó con el especialista, para realizar las capacitaciones de los colaboradores de la línea durante una hora por tres días (lunes, miércoles, viernes de 5:30 a 6:30) el horario estará establecido de tal forma que no interfiera con el trabajo de los colaboradores.
  - Se coordinó con el administrador indicando la importancia de contar con un técnico de mantenimiento, que sea el encargado de velar por los mantenimientos programados.

- Se crearon dos indicadores, con lo cual se garantiza el cumplimiento del mantenimiento preventivo. Índice del mantenimiento programado y cumplimiento del mantenimiento programado.
- Se diseñó y delimita el mantenimiento rutinario, el cual estará a cargo de los colaboradores.
- Se diseñó y se dio a conocer la programación de los días que se realizan los mantenimientos planificados por parte del técnico del área de mantenimiento.

### **Verificación**

- En esta tercera parte, se realizó el control de los cumplimientos del mantenimiento rutinario por parte de los colaboradores, así como el mantenimiento programado por parte del área de mantenimiento, siendo supervisado por el superviso de línea, así como el informe que se le presentará al administrador.
- Se realizaron el registro de los checklist que se usaron para el mantenimiento rutinario de los equipos, así mismo se contabilizara las ordenes de trabajo que estuvieron destinadas al mantenimiento preventivo y al mantenimiento correctivo.
- Se realizaron el levantamiento de la data y el registrado en los indicadores previamente creados.

### **Revisión**

- En esta última parte de la investigación se analizaron los nuevos datos obtenidos luego de la implementación del mantenimiento preventivo y como está afecta a la disponibilidad de los equipos, para esto se realizó la comparación entre la data reciente y la data histórica.
- Por último, se presentaron los resultados a la parte administrativa con la finalidad de realizar modificaciones según sea la disposición de la empresa, quienes serán los beneficiados del presente trabajo.

**Tabla 8. Diagrama de Gantt**

Actividades	Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Establecer estructura, coordinación y elegir tema de investigación	■	■																		
Formulación del problema de investigación			■	■																
Desarrollo del marco teórico					■	■	■	■												
Desarrollo de la justificación y formulación de hipótesis									■	■										
Definir el diseño y tipo de investigación											■	■								
Desarrollo de la matriz de operacionalización de variables y diseño metodológico													■	■						
1ra jornada de sustentación													■	■	■	■				
Definición de la población y muestra, selección de la técnica e instrumentos, método de análisis																	■			
Desarrollo de aspectos económicos																	■	■		
Presentación del proyecto de investigación																	■	■		
Revisión del proyecto																		■	■	
Presentar observaciones levantadas																			■	
Sustentación final																				■

Fuente: Elaboración propia



En el presente trabajo se realizó la recolección de datos a través de los datos históricos proporcionados por la empresa, para el análisis de la disponibilidad durante las últimas 15 semanas.

**Tabla 9.** Ficha de recolección de datos

	Tiempo medio entre fallas	Tiempo medio de reparación	Disponibilidad
Semanas	$MTBF = \frac{TTF}{NF}$ MTBF = Tiempo medio entre fallas TTF= Tiempo total de funcionamiento NF= Numero de Fallas	$MTTR = \frac{TTPA}{NF}$ MTTR = Tiempo medio para reparación TTPA= Tiempo total de parada por averías NF= Numero de Fallas	$D = \frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)} \times 100$
Semana 1			
semana 2			
semana 3			
semana 4			
semana 5			
semana 6			
semana 7			
semana 8			
semana 9			
semana 10			
semana 11			
semana 12			
semana 13			
semana 14			
semana 15			

Fuente: Elaboración propia

La tabla 9 muestra la ficha utilizada para la recolección de datos de la disponibilidad en la línea de inspección vehicular de la empresa Jardel, sintetizado en 15 semanas calendario que equivalen a los 4 meses comprendidos de julio – octubre del 2020, los datos detallados se encuentran en el anexo 6,7,8 y 9 del presente trabajo de investigación.

**Tabla 10.** Disponibilidad esperada vs Disponibilidad real

Semanas	Disponibilidad Real	Disponibilidad Esperada
Semana 1	81,25%	100,00%
semana 2	75,00%	100,00%

semana 3	81,25%	100,00%
semana 4	91,67%	100,00%
semana 5	100,00%	100,00%
semana 6	93,75%	100,00%
semana 7	95,83%	100,00%
semana 8	75,00%	100,00%
semana 9	100,00%	100,00%
semana 10	100,00%	100,00%
semana 11	79,38%	100,00%
semana 12	79,17%	100,00%
semana 13	75,00%	100,00%
semana 14	97,92%	100,00%
semana 15	77,08%	100,00%

Fuente: elaboración propia

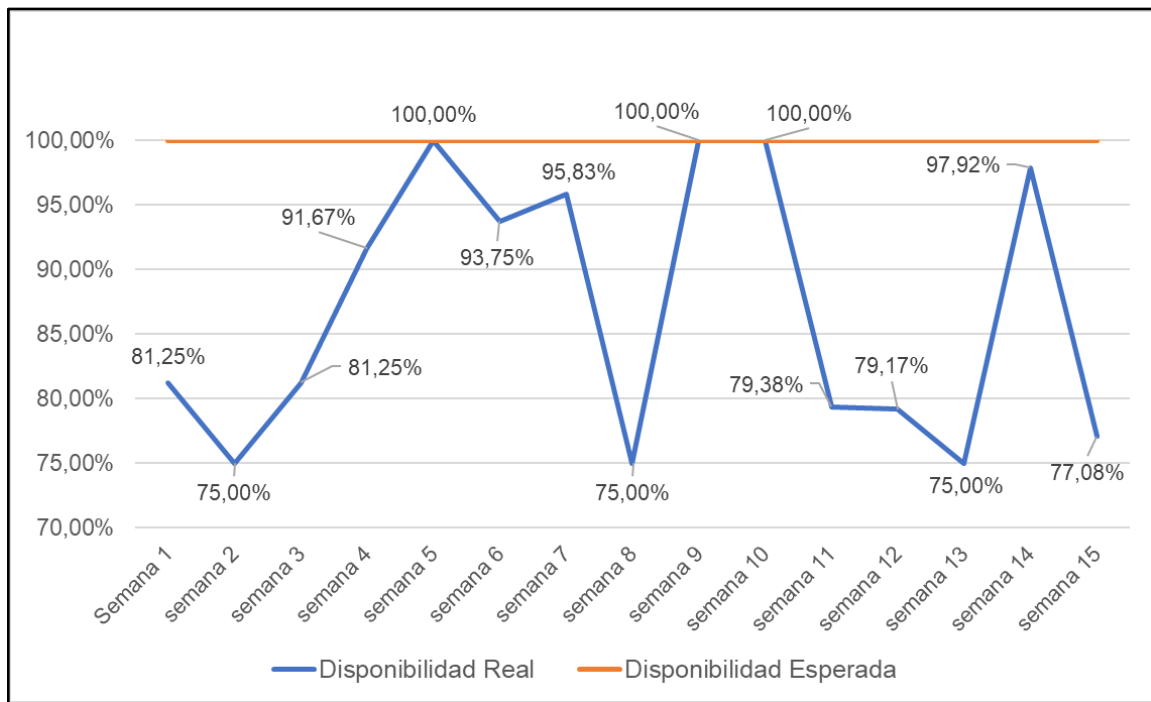


Figura 14. Disponibilidad real vs disponibilidad esperada

### Pre Test de disponibilidad

Tabla 11. Cálculo de la Disponibilidad Julio – octubre 2020

Semanas	Tiempo medio entre fallas	Tiempo medio de reparación	Disponibilidad
	$MTBF = \frac{TTF}{NF}$ MTBF = Tiempo medio entre fallas TTF= Tiempo total de funcionamiento NF= Numero de Fallas	$MTTR = \frac{TTPA}{NF}$ MTTR = Tiempo medio para reparación TTPA= Tiempo total de parada por averías NF= Numero de Fallas	$D = \frac{MTBF}{(MTBF+MTTR)} \times 100$
Semana 1	9,75	2,25	81,25%
semana 2	36,00	12,00	75,00%
semana 3	13,00	3,00	81,25%
semana 4	22,00	2,00	91,67%
semana 5	0,00	0,00	100,00%
semana 6	45,00	3,00	93,75%
semana 7	46,00	2,00	95,83%
semana 8	36,00	12,00	75,00%
semana 9	0,00	0,00	100,00%
semana 10	0,00	0,00	100,00%
semana 11	12,70	3,30	79,38%
semana 12	38,00	10,00	79,17%
semana 13	36,00	12,00	75,00%
semana 14	47,00	1,00	97,92%
semana 15	18,50	5,50	77,08%

Fuente: elaboración propia

## Análisis descriptivo confiabilidad

**Tabla 12.** Análisis descriptivo de la confiabilidad (MTBF)

Confiabilidad. Pre - Test	
N	15
Rango	38,25
Mínimo	9,75
Máximo	48,00
Media	33,5967
Desv. Desviación	14,42855
Asimetría	-,591
Curtosis	-1,319

Fuente: elaboración propia

En relación a la Tabla 12, se observa que la media del tiempo de funcionamiento de línea de inspección sin que este deje de funcionar es de 33 horas y 35 minutos semanales, teniendo un tiempo máximo de funcionamiento de 48 horas y un mínimo de 9 horas y 45 minutos, al valor de la asimetría se observa que es un valor negativo lo que nos representa una predisposición de los datos a la izquierda tomando valores pequeños de la variable. Respecto a la curtosis vemos que al ser negativo

presenta una curtosis del tipo platicúrtica, esto quiere decir que los datos se encuentran más dispersos lo que significa una baja concentración de los datos respecto a la media.

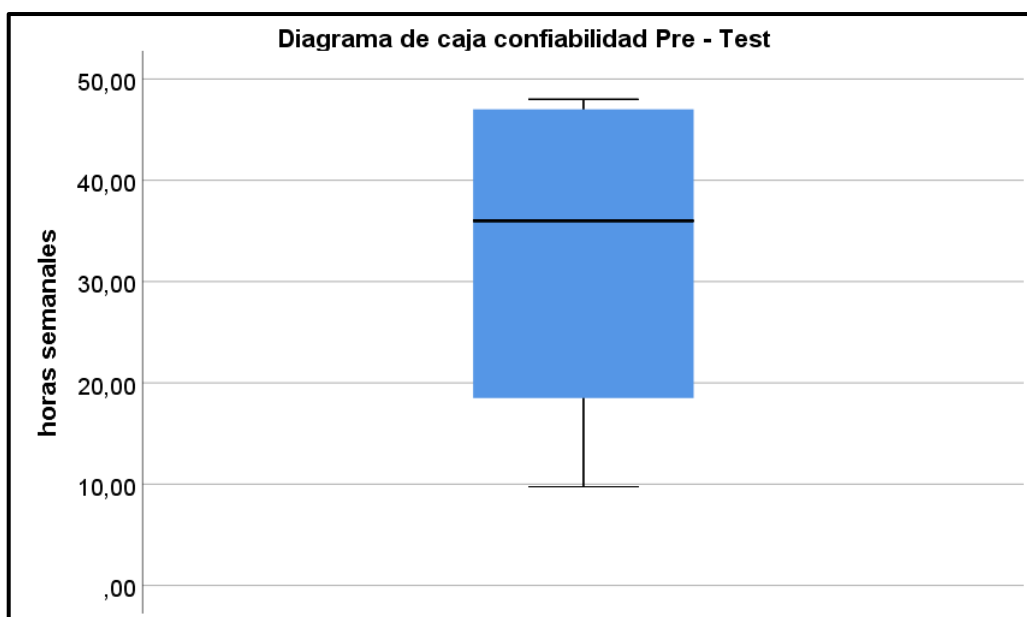


Figura 15. Diagrama de caja y bigote (MTBF)

Respecto al figura 15 podemos identificar la línea que representa la media de los datos, la mayor cantidad de datos se encuentran ubicados en la parte inferior, lo que demuestra una predisposición de los datos a valores pequeños, tal y como lo demuestra la tabla 12 del análisis descriptivo, así mismo se encuentra en una media aproximada de 36 horas respecto a la media según el grafico 15.

### **Análisis descriptivo mantenibilidad**

**Tabla 13.** *Análisis descriptivo de la mantenibilidad (MTTR)*

Mantenibilidad Pre - Test	
N	15
Rango	12,00
Mínimo	,00
Máximo	12,00
Media	4,5367
Desv. Desviación	4,60188
Asimetría	,874
Curtosis	-,890

Fuente: elaboración propia

En relación a la Tabla 13, se observa que la media del tiempo de reparación de línea de inspección desde que presenta un desperfecto hasta que vuelve a estar en funcionamiento es de 4 horas y 30 minutos, teniendo un tiempo máximo de reparación de 12 horas y un mínimo de 0 horas, esto se debió a que en cierta semanas la línea funciono sin presentar problema alguno, así mismo en una de las semanas la línea estuvo inoperatividad por 12 horas desde que se presentó el desperfecto hasta que volvió a estar en funcionamiento, así mismo con respecto al valor de la asimetría se observa que es un valor positivo lo que nos representa una predisposición de los datos a la derecha tomando valores grandes de la variable, respecto a la curtosis vemos que al ser negativo presenta una curtosis del tipo platicúrtica, esto quiere decir que los datos se encuentran más dispersos lo que significa una baja concentración de los datos respecto a la media.

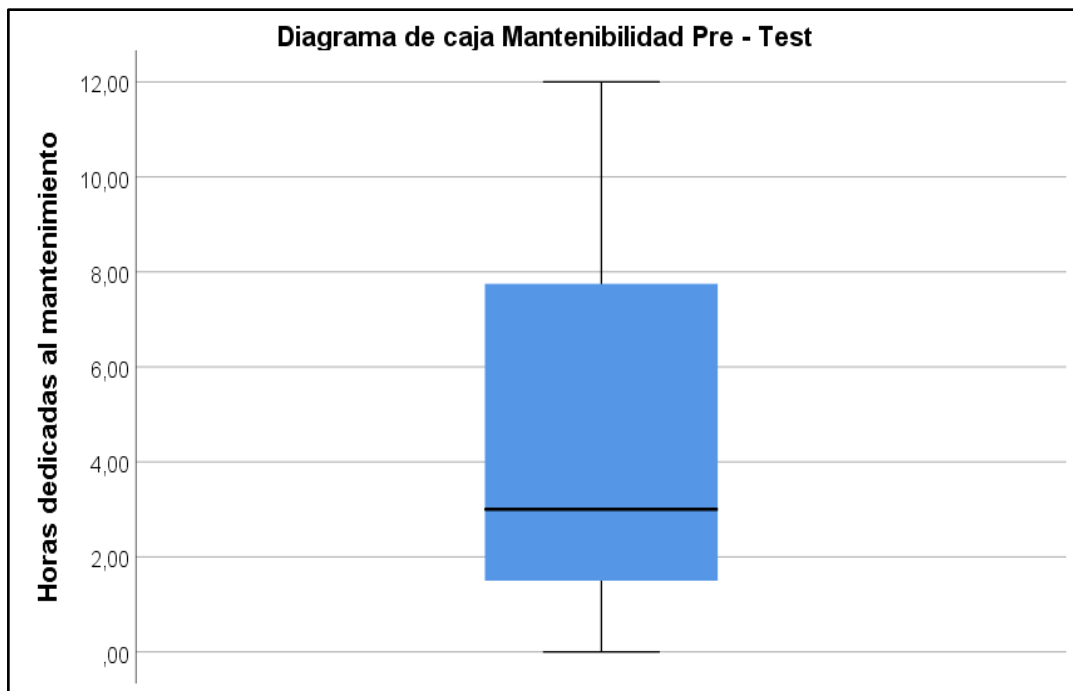


Figura 16. Diagrama de caja y bigote (MTTR)

Respecto al figura 16 podemos identificar la línea que representa la media de los datos, la mayor cantidad de datos se encuentran ubicados en la parte superior, lo que demuestra una predisposición de los datos a valores grandes, tal y como lo demuestra la tabla 13 del análisis descriptivo, así mismo se encuentra en una media de 2.5 horas aproximado respecto el grafico 16.

### **Análisis descriptivo disponibilidad**

**Tabla 14.** *Análisis descriptivo de la disponibilidad*

Disponibilidad Pre – Test	
N	15
Rango	25,00
Mínimo	75,00
Máximo	100,00
Media	86,8200
Desv. Desviación	10,30605
Asimetría	,176
Curtosis	-1,907

Fuente: elaboración propia

En relación a la Tabla 14, se observa que la media de la disponibilidad de la línea de inspección a la semana es 86.82 %, con una disponibilidad mínima de 75%, esto nos indica que la empresa pierde un 13.18% en disponibilidad esperada, por lo cual se percibe un menor ingreso económico de lo que se programó originalmente, así mismo con respecto al valor de la asimetría se observa que es un valor positivo lo que nos representa una predisposición de los datos a la derecha tomando valores grandes de la variable, respecto a la curtosis vemos que al ser negativo presenta una curtosis del tipo platicúrtica, esto quiere decir que los datos se encuentran más dispersos lo que significa una baja concentración de los datos respecto a la media.

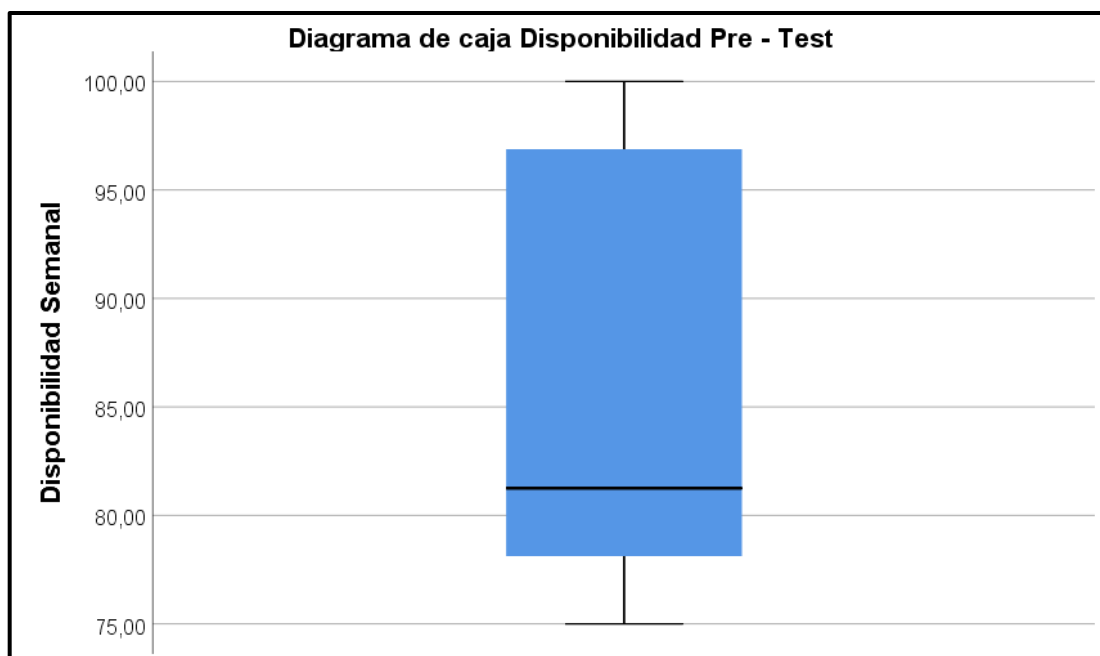


Figura 17. Diagrama de caja y bigote (Disponibilidad)

Respecto al figura 17 podemos identificar la línea que representa la media de los datos, la mayor cantidad de datos se encuentran ubicados en la parte superior, lo

que demuestra una predisposición de los datos a valores grandes, tal y como lo demuestra la tabla 14 del análisis descriptivo, así mismo se encuentra en una media de 87% aproximado respecto el grafico 17.

### **Desarrollo de la propuesta.**

El desarrollo de la propuesta inicio en las dos últimas semanas del mes de diciembre con la presentación de la aprobación del proyecto por parte de la universidad al administrador de la empresa.

Así mismo se hizo hincapié en la importancia del acondicionamiento del área de mantenimiento y la adquisición de herramientas básicas para realizar dicha función, así como la importancia de la contratación de un técnico mecánico de mantenimiento cualificado como mínimo tenía que ser egresado de SENATI, esto debido a que su malla curricular le permite no solo la inspección de partes mecánicas sino parte eléctrica y electrónica.

Para la primera semana de enero del 2021 se coordinó reuniones preliminares con el encargado del área administrativa de la empresa Jardel Perú S.A.C y el encargado del área técnica, con el fin de evaluar la situación actual de los equipos de la empresa y buscar una mejora. Estas reuniones se dieron dentro del marco para la implementación de la mejora desarrollada por los autores del trabajo de investigación.



*Figura 18.* Reunión con el supervisor de planta

Mientras ocurrió las coordinaciones en simultáneo se inició con la adecuación del espacio del área de mantenimiento destinado a resolver los desperfectos de los equipos.

Una vez se aprobó la cotización de las herramientas en la tercera semana de enero, el administrador emitió el dinero requerido para la compra de herramientas, el cual se había cotizado con antelación en puntos estratégicos y se evaluó el costo total para la implementación básica del área de mantenimiento, teniendo como objetivo brindar un servicio de mantenimiento permanente y la línea de inspección no se detenga.

**Tabla 15.** *Herramientas, insumos, instrumentos y accesorios requeridas*

<b>Cantidad</b>	<b>Herramientas, equipos e insumos</b>	<b>Tienda</b>	<b>Marca</b>
1	Juego de llaves en milímetro y pulgadas	Sodimac	Stanley
1	Juego de dados y extensiones en milímetro	Sodimac	Stanley
1	Juego de dados y extensiones en pulgadas	Sodimac	Stanley
1	Juego de llave Allen en milímetro	Sodimac	Stanley
1	Juego de llave Allen en pulgadas	Sodimac	Stanley
1	Llave rache	Sodimac	Stanley
1	Juego de destornilladores	Sodimac	Stanley
1	Amoladora portátil	Sodimac	Dewalt
1	Juego de brocas	Sodimac	Bosh
1	Taladro percutor	Sodimac	Dewalt
1	Máquina de soldar arco eléctrico	Sodimac	Furius
1	Electrodos 5kg.	Sodimac	Indura
1	Careta	Sodimac	Furius
1	Guante de cuero	Sodimac	Furius
1	Mandil de cuero	Sodimac	Ropa Ann
1	Cautín	Sodimac	Asaki
1	Pasta de soldar	Sodimac	Major
1	Estaño	Sodimac	Miyaco
1	Grasera tipo palanca	Sodimac	Stanley
1	Aceitera con gatillo	Sodimac	Major
1	Multímetro digital	Promart	Prasek
1	Compresora	Sodimac	Pitbull
1	Aspiradora	Sodimac	Thomas

Fuente: elaboración propia





Figura 19. Herramientas



Figura 20. Llave Allen e instrumento de medición

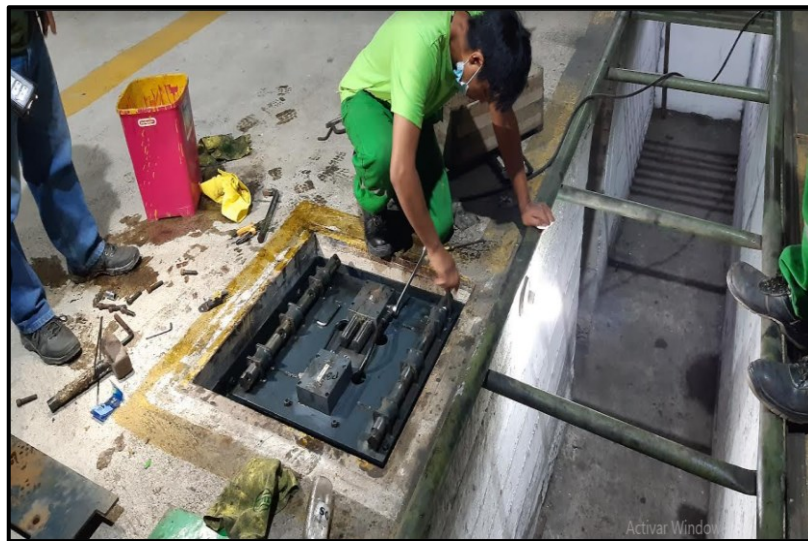


Figura 21. Taladro percutor y amoladora marca Dewalt

Así mismo para la última semana del mes de enero se concretó la contratación del técnico por parte del administrador de la planta con la finalidad de reducir los tiempos en reparación y realizar las programaciones de mantenimiento para los equipos según ficha técnica o manual del fabricante.

Se crean dos indicadores en función del cumplimiento de metas, con lo cual se garantiza el cumplimiento del mantenimiento preventivo. Índice del mantenimiento programado y cumplimiento del mantenimiento programado.

Con la contratación de un especialista de mantenimiento, se cumplió con las actividades relacionadas en asegurar el correcto funcionamiento de los equipos y de esta manera llevar un control actual y certero de los equipos con el que cuenta el área técnica. El resultado se verá con el incremento de la disponibilidad de los equipos, el cumplimiento de los mantenimientos preventivos y la reducción de mantenimientos correctivos.




*Figura 22. Realización del mantenimiento correctivo*

Así mismo en la primera semana de febrero, se invita al técnico de mantenimiento a la reunión que se lleva a cabo con el administrador, supervisor de línea y los investigadores para definir los pasos a seguir e implementar las políticas de mantenimiento preventivo, involucrando y concientizando a todo el personal para la ejecución, verificación y revisión del cumplimiento de actividades correspondientes.

La política de mantenimiento son los lineamientos que seguirán tanto los técnicos que trabajan en la línea de inspección como el técnico encargado del

mantenimiento. El cumplimiento de estas políticas estuvo a cargo de la supervisión tanto del Administrador como del supervisor de planta.

Para la segunda semana de febrero se aprobó las políticas de mantenimientos que se seguirá en la planta, esto con la finalidad de llevar un control más sistemático de los tiempos de funcionamiento, paradas previstas e imprevistas.




**JARDEL PERÚ SAC**  
REVISIONES TÉCNICAS VEHICULARES

**POLÍTICA DE MANTENIMIENTO**

1. Los colaboradores a cargo de una estación de trabajo realizarán la limpieza de sus equipos al terminar su jornada de trabajo.
2. Antes de comenzar la jornada de trabajo, los colaboradores realizarán un checklist de los equipos que se encuentren en su estación de trabajo.
3. Los colaboradores realizarán una inspección visual a las partes móviles de los equipos, realizando el mantenimiento rutinario (engrase, ajuste y limpieza).
4. Dentro de las inspecciones visuales los colaboradores verificarán la limpieza y calibración de los equipos de ser equipos electrónicos.
5. Es responsabilidad de los colaboradores informar los fenómenos que se presentasen durante su jornada de trabajo a su jefe inmediato o supervisor de línea.
6. Es responsabilidad del supervisor de la línea el generar la orden de trabajo y coordinar con el personal de mantenimiento para programar un mantenimiento correctivo.
7. El supervisor a cargo está en la responsabilidad de que estas políticas sean cumplidas en su cabalidad.

Se expide el presente documento como POLITICAS DE MANTENIMIENTO con el fin de regular y mejorar nuestras actividades dentro de la empresa Jardel Perú S.A.C.

Sede San Juan de Miraflores 14 de febrero 2021



JULIO C. BAMMERGER TASILLA  
DNI 06417429  
C.I.T.V. JARDEL PERU S.A.C.  
ADMINISTRADOR  
C. 011

Figura 23. Política de mantenimiento



En cuanto a la capacitación del personal técnico esta se realizó a través de la contratación de un especialista, para concientizar y dar el alcance necesario acerca de los mantenimientos sugeridos para cada equipo, se establecieron los pasos a seguir en caso de que se presentaran alguna avería o fallo para mitigar las posibles eventualidades. La capacitación tuvo una duración de 6 horas divididas en dos semanas y estas se llevaron a cabo en las dos últimas semanas del mes de febrero del presente año.



*Figura 24. Capacitación del especialista*

La auditoría llevada a cabo por el supervisor de planta y los investigadores se realizó a lo largo del desarrollo del presente trabajo.



*Figura 25. Inspección estación 1*

**Tabla 16. Diagrama de Gantt desarrollo de la mejora**

Actividades	Diciembre			Enero				Febrero			
	Semana3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana1	semana 2	Semana3	Semana 4	
Presentación del Proyecto culminado y aprobado al administrador de la empresa	█										
Acondicionamiento del área de mantenimiento		█	█								
Presentación de la preforma de las herramientas	█										
Proponer la contratación de un técnico de mantenimiento	█										
Reunión con administrador, supervisor de línea, para comenzar con la implementación del Proyecto		█									
Creación del área de mantenimiento			█								
Compra de herramientas					█						
Contratación de técnico mecánico de mantenimiento						█					
Creación de la política de mantenimiento							█				
Aprobación de la política de mantenimiento								█			
Capacitación del personal por un especialista en mantenimiento									█		
Mantenimiento correctivo de todas las estaciones									█		
Auditorías			█					█		█	

Fuente: elaboración propia

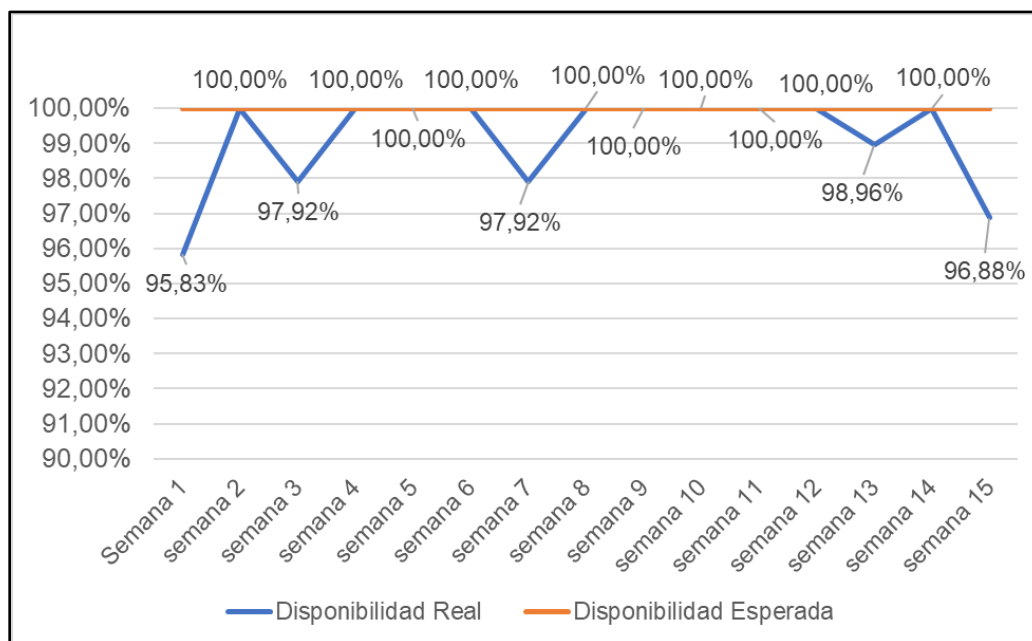
## Análisis del Post Test

En el análisis del post test se tomaron en consideración el levantamiento de los datos del mes de marzo hasta junio del 2021 ver anexo 9.

**Tabla 17.** Disponibilidad esperada vs disponibilidad real post test

Semanas	Disponibilidad Real	Disponibilidad Esperada
Semana 1	95,83%	100%
semana 2	100,00%	100%
semana 3	97,92%	100%
semana 4	100,00%	100%
semana 5	100,00%	100%
semana 6	100,00%	100%
semana 7	97,92%	100%
semana 8	100,00%	100%
semana 9	100,00%	100%
semana 10	100,00%	100%
semana 11	100,00%	100%
semana 12	100,00%	100%
semana 13	98,96%	100%
semana 14	100,00%	100%
semana 15	96,88%	100%

Fuente: elaboración propia



**Figura 26.** Disponibilidad real vs disponibilidad esperada post test

De la figura 26 se puede notar que existen dos etapas bien marcadas, las primeras 6 semanas donde los técnicos de la línea de inspección se vienen acoplado a esta nueva forma de trabajo en el cual consiste en realizar mantenimientos rutinarios donde ellos pueden identificar posibles inconvenientes que podrían presentarse y lo informan antes de que este se produzca. Por otro lado, se denota que en las últimas semanas la línea se mantuvo funcionando casi continuamente sin presentar desperfectos considerables, esto gracias a la colaboración de los técnicos que cumplen con el mantenimiento rutinario y la supervisión constante del jefe de línea.

### Post Test de disponibilidad

**Tabla 18.** Cálculo de la disponibilidad marzo a junio 2021

Semanas	Tiempo medio entre fallas	Tiempo medio de reparación	Disponibilidad
	$MTBF = \frac{TTF}{NF}$ MTBF = Tiempo medio entre fallas TTF= Tiempo total de funcionamiento NF= Numero de Fallas	$MTTR = \frac{TTPA}{NF}$ MTTR = Tiempo medio para reparación TTPA= Tiempo total de parada por averías NF= Numero de Fallas	$D = \frac{MTBF}{(MTBF+MTTR)} \times 100$
Semana 1	46	2	95,83%
semana 2	48	0	100,00%
semana 3	47	1	97,92%
semana 4	48	0	100,00%
semana 5	46	2	95,83%
semana 6	48	0	100,00%
semana 7	47	1	97,92%
semana 8	48	0	100,00%
semana 9	48	0	100,00%
semana 10	48	0	100,00%
semana 11	48	0	100,00%
semana 12	48	0	100,00%
semana 13	47,5	0,5	98,96%
semana 14	48	0	100,00%
semana 15	46,5	1,5	96,88%

Fuente: elaboración propia

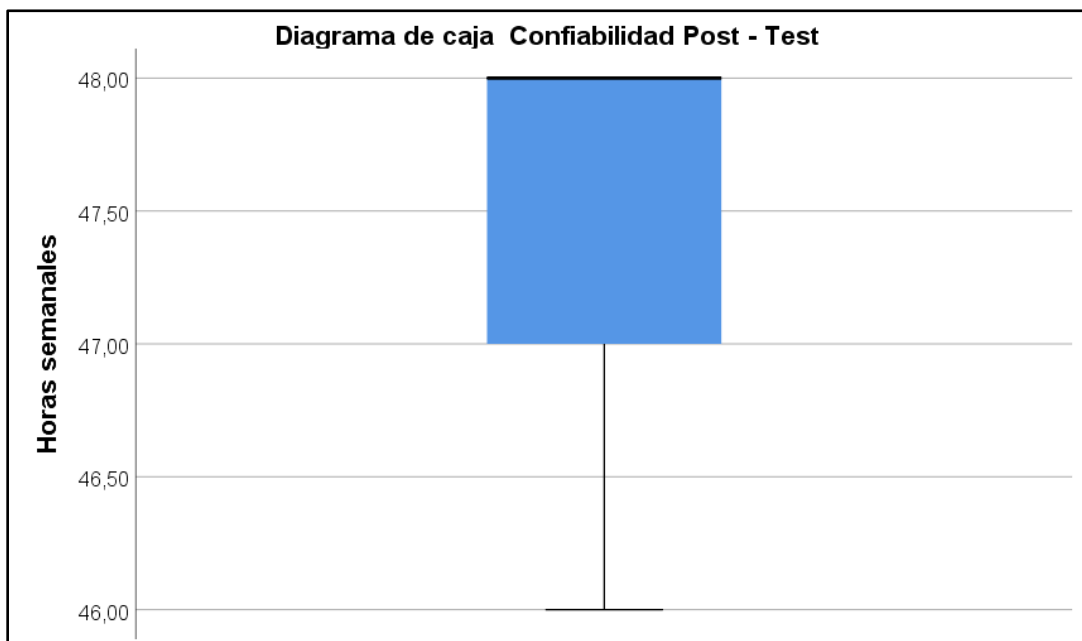
## Análisis descriptivo confiabilidad Post test

**Tabla 19.** Análisis descriptivo de la confiabilidad (MTBF)

Confiabilidad Post - Test	
N	15
Rango	2,00
Mínimo	46,00
Máximo	48,00
Media	47,4667
Desv. Desviación	,76687
Asimetría	-1,106
Curtosis	-,290

Fuente: elaboración propia

En relación a la Tabla 19, se observa que la media del tiempo de funcionamiento de línea de inspección sin que este deje de funcionar es de 47 horas y 27 minutos semanales, teniendo un tiempo máximo de funcionamiento de 48 horas y un mínimo de 46 horas, al valor de la asimetría se observa que es un valor negativo lo que nos representa una predisposición de los datos a la izquierda tomando valores pequeños de la variable. Respeto a la curtosis vemos que al ser un valor negativo presenta una curtosis del tipo platicúrtica, esto quiere decir que los datos se encuentran más dispersos lo que significa una baja concentración de los datos respecto a la media.



*Figura 26.* Diagrama de caja y bigote (MTBF)



Respecto de la figura 26 se distingue un tiempo de funcionamiento máximo de 48 horas y un mínimo de 46 horas, así mismo se denota que la media según el grafico tiende a las 48 horas semanales, lo que significa que en promedio la línea se encuentra operativa casi al 100% durante la semana. También se observa una dispersión de datos con relación a la media presentado en la figura 26. Por otro lado, se observa que los datos están más compactados entre los rangos de 47 y 48 horas, lo que nos indica una disponibilidad mayor respecto al pre – test.

### **Análisis descriptivo mantenibilidad**

**Tabla 20.** *Análisis descriptivo de la mantenibilidad (MTTR)*

Mantenibilidad Post - Test	
N	15
Rango	2,00
Mínimo	,00
Máximo	2,00
Media	,5333
Desv. Desviación	,76687
Asimetría	1,106
Curtosis	-,290

Fuente: elaboración propia

En relación a la tabla 20, se observa que la media del tiempo de reparación de línea de inspección desde que presenta un desperfecto hasta que vuelve a estar en funcionamiento es de 32 minutos, teniendo un tiempo máximo de reparación de 2 horas y un mínimo de 0 horas, esto se debió a que en ciertas semanas la línea funcione sin presentar problema alguno, así mismo con respecto al valor de la asimetría se observa que es un valor positivo lo que nos representa una predisposición de los datos a la derecha tomando valores grandes de la variable. Respecto a la curtosis vemos que al ser un valor negativo presenta una curtosis del tipo platicúrtica, esto quiere decir que los datos se encuentran más dispersos lo que significa una baja concentración de los datos respecto a la media.

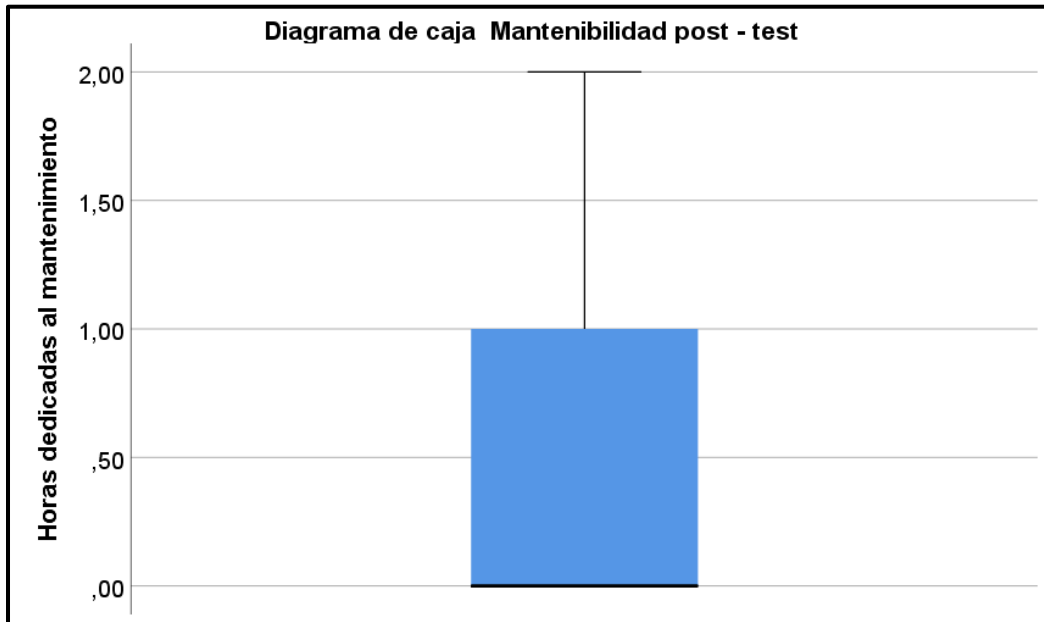


Figura 27. Diagrama de caja y bigote (MTTR)

En el gráfico 27 se observa que el tiempo máximo que demora la línea en volver a estar operativo fue 2 horas, así mismo podemos observar que la mayor concentración de datos se encuentra en el rango de 0 a 1 hora aproximadamente, que es el tiempo en el cual oscila las reparaciones para que la línea de inspección vuelva a estar operativa.

### Análisis descriptivo disponibilidad

Tabla 21. Análisis descriptivo de la disponibilidad

Disponibilidad Post - Test	
N	15
Rango	4,17
Mínimo	95,83
Máximo	100,00
Media	98,8893
Desv. Desviación	1,59783
Asimetría	-1,109
Curtosis	-,280

Fuente: elaboración propia

En relación a la tabla 21, se observa que la media de la disponibilidad de la línea de inspección a la semana es 98.88 %, con una disponibilidad mínima del 95.83% esto nos indica que la empresa pierde ahora un 1.12% en disponibilidad esperada,

esto nos indica que respecto a la disponibilidad del post – test, se tiene un incremento considerable. Así mismo con respecto al valor de la asimetría se observa que es un valor negativo lo que nos representa una predisposición de los datos a la izquierda tomando valores pequeños de la variable, respecto a la curtosis se observa que al ser un valor negativo presenta una curtosis del tipo platicúrtica, esto quiere decir que los datos se encuentran más dispersos lo que significa una baja concentración de los datos respecto a la media.

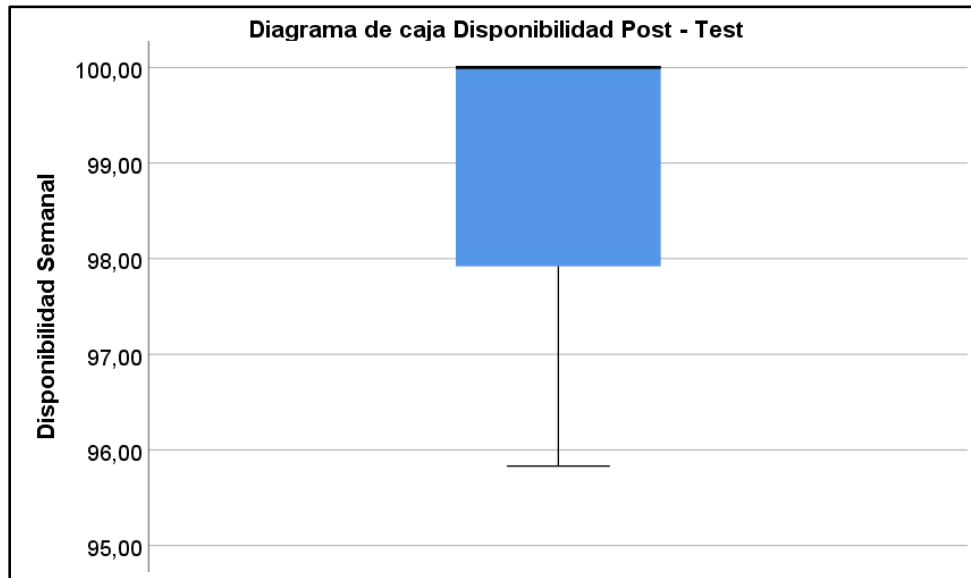


Figura 28. Diagrama de caja y bigote (Disponibilidad)

Respecto al figura 28, se observa que la mayor cantidad de datos se encuentran ubicados entre el rango 98% y 100% respecto a la media, lo que significa que la implementación del mantenimiento preventivo fue de gran ayuda mejorando la disponibilidad con respecto a la media de la disponibilidad inicial.

### **Análisis Comparativo**

Respecto a la tabla 22, se observa el resumen de la disponibilidad tanto de la pre y post – test, descrito al detalle anteriormente, la importancia de este cuadro resumen radica en lograr una explicación grafica precisa, en la cual se manifieste el incremento de la disponibilidad de la línea de inspección luego de la implementación del mantenimiento preventivo en la empresa Jardel Perú S.A.C.

Los datos mostrados a continuación están trabajados en semanas, sin embargo, las observaciones se hacen diariamente, el motivo del porque se engloban los datos de esta forma es porque nuestras variables se centran en los tiempos de parada y

número de veces que falla la línea, es por esta razón que los datos están configurados de esta manera.

**Tabla 22.** *Cálculo comparativo de disponibilidad Pre – Test y Post – test.*

Semanas	Disponibilidad Pre-Test	Disponibilidad Post- Test
Semana 1	81,25%	95,83%
semana 2	75,00%	100,00%
semana 3	81,25%	97,92%
semana 4	91,67%	100,00%
semana 5	100,00%	100,00%
semana 6	93,75%	100,00%
semana 7	95,83%	97,92%
semana 8	75,00%	100,00%
semana 9	100,00%	100,00%
semana 10	100,00%	100,00%
semana 11	79,38%	100,00%
semana 12	79,17%	100,00%
semana 13	75,00%	98,96%
semana 14	97,92%	100,00%
semana 15	77,08%	96,88%

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los datos obtenidos y plasmados en la tabla 22, se observa que la disponibilidad de la línea al momento del pre – test, la disponibilidad más baja registrada es en la semana 2, 8 y 13 con un valor igual a 75% siendo la mayor disponibilidad del 100% en la semana 5, 9 y 10. Así mismo podemos mencionar una media de 87.64% (tabla 14), en un levantamiento de información diario durante 15 semanas calendarios, por otro lado el valor inferior de la disponibilidad del post – test es igual a 95.83% registrado en la semana 1 así mismo registra una media 98,88% (tabla 21), en un registro diario durante 15 semanas calendario. Como resultado podemos observar que la disponibilidad de la línea después del post - test mejoro debido a las actividades realizadas con la implementación del mantenimiento preventivo, ejecución y verificación del mismo.

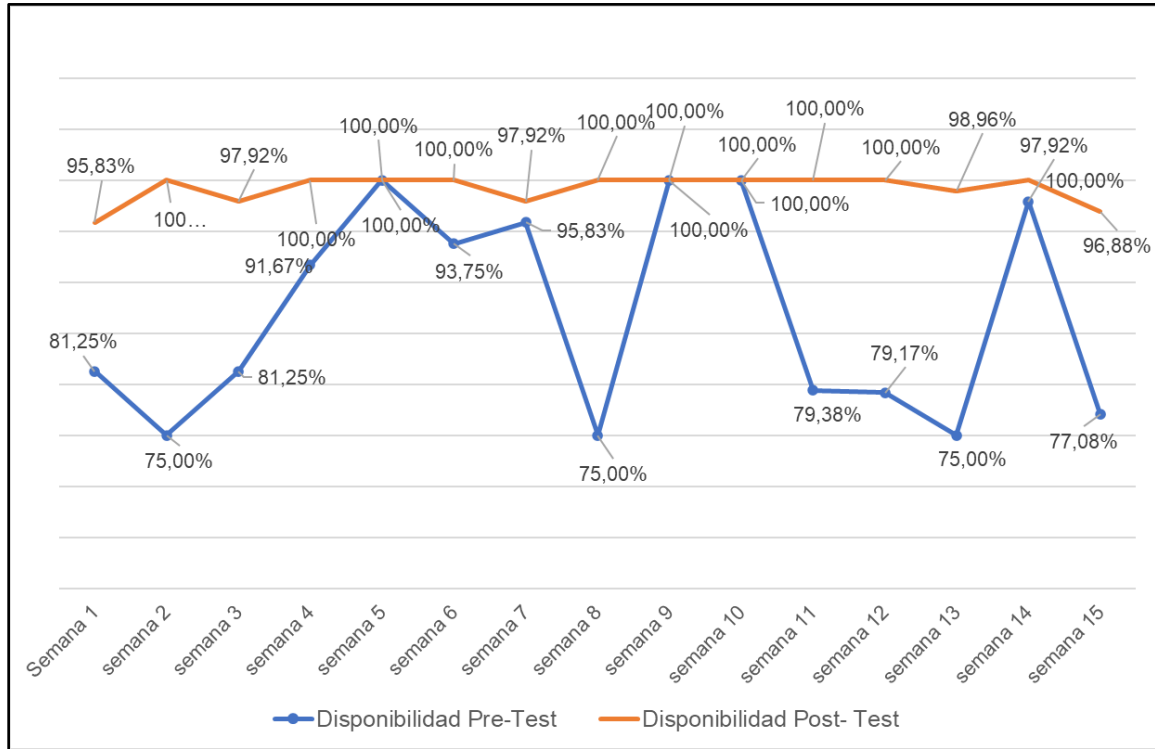


Figura 29: Comparación de la Disponibilidad pre test y post test

### **Análisis económico financiero**

El análisis económico financiero se realizará a través del cálculo beneficio/costo, el cual sirvió como indicador para demostrar la rentabilidad de la presente investigación.

Así mismo se debe tener en cuenta que el monto de la inversión será proporcionado por la empresa en su totalidad.

En cuanto a la tasa de retorno de la inversión, esta fue proporcionada por el administrador de la empresa, el cual indica que por el monto desembolsado espera un retorno mínimo del 25% dentro de los siguientes 12 meses.

### **Costos de los recursos de materiales utilizados**

Para la implementación y desarrollo de la investigación se requirió la compra de los siguientes recursos básico para la implementación del área de mantenimiento de la empresa.

**Tabla 23. Costo de la implementación del área**

Cantidad	Herramientas, equipos e insumos	Tienda	Marca	Precio unitario
1	Juego de llaves en milímetro y pulgadas	Sodimac	Stanley	S/136,90
1	Juego de dados y extensiones en milímetro	Sodimac	Stanley	S/129,90
1	Juego de dados y extensiones en pulgadas	Sodimac	Stanley	S/129,90
1	Juego de llave Allen en milímetro	Sodimac	Stanley	S/77,90
1	Juego de llave Allen en pulgadas	Sodimac	Stanley	S/77,90
1	Llave rache	Sodimac	Stanley	S/42,90
1	Juego de destornilladores	Sodimac	Stanley	S/39,90
1	Amoladora portátil	Sodimac	Dewalt	S/490,00
1	Juego de brocas	Sodimac	Bosh	S/53,90
1	Taladro percutor	Sodimac	Dewalt	S/200,00
1	Máquina de soldar arco eléctrico	Sodimac	Furius	S/899,00
1	Electrodos 5kg.	Sodimac	Indura	S/69,00
1	Careta	Sodimac	Furius	S/119,00
1	Guante de cuero	Sodimac	Furius	S/20,90
1	Mandil de cuero	Sodimac	Ropa Ann	S/44,90
1	Cautín	Sodimac	Asaki	S/10,00
1	Pasta de soldar	Sodimac	Major	S/10,90
1	Estaño	Sodimac	Miyaco	S/34,90
1	Grasera tipo palanca	Sodimac	Stanley	S/99,90
1	Aceitera con gatillo	Sodimac	Major	S/14,00
1	Multímetro digital	Promart	Prasek	S/52,99
1	Compresora	Sodimac	Pitbull	S/279,90
1	Aspiradora	Sodimac	Thomas	S/749,00
Total				S/3.783,59

Fuente: elaboración propia

De la tabla anterior se observa, que la inversión requerida para la compra de equipos, herramienta, instrumento y accesorio asciende a un monto de S/ 3 783.59 nuevos soles.

**Tabla 24. Recursos destinados a la capacitación**

Descripción	Cantidad	Encargado	Valor unitario (S/.)	Valor total (S/.)	Fuente De Inversión
Capacitación al personal	6	Professional	S/100,00	S/600,00	Jardel Perú S.A.C
Contratación Técnico	1	Administrador	S/1.200,00	S/1.200,00	Jardel Perú S.A.C
Laptop Notebook HP	1	Administrador	S/1.599,00	S/1.599,00	Jardel Perú S.A.C
Escritorio de oficina	1	Administrador	S/399,00	S/399,00	Jardel Perú S.A.C
Silla de escritorio con respaldo	1	Administrador	S/129,90	S/129,90	Jardel Perú S.A.C
Total				S/3.927,90	

Fuente: elaboración propia

De la tabla anterior se observa que los costos destinados como son; la capacitación del personal, contratación de técnicos, compras de laptops entre otros asciende a un monto de S/ 3 927.90 nuevos soles.

**Tabla 25.** *Resumen del Costo de inversión.*

Descripción	Monto
Compra de herramienta	S/1.379,20
Compra de instrumento	S/1.927,90
compra de accesorios	S/298,70
Compra de insumos	S/177,79
Compra de artículo de oficina	S/2.127,90
Costo por capacitación	S/600,00
Costo por contratación	S/1.200,00
total	S/7.711,49

Fuente: elaboración propia

De tabla 25 se observa que la inversión requerida para la implementación de la presente investigación fue S/ 7 711.49 nuevos soles.

### **Análisis Beneficio/Costo**

Para el análisis del beneficio/ costo en primer lugar se tomó en consideración todos los datos necesarios para lograr una mejor explicación del procedimiento.

**Tabla 26.** *Datos generales*

Datos Generales	
Inspecciones diarias	48 unid.
Ingreso por inspección	S/ 85,00
Horas diarias	8 h
Minutos al día	480 min
Minutos por inspección	10 min
Inspección por hora	6 unid.
Ingreso hora	S/ 510,00
Ingreso diario	S/ 4.080,00

Fuente: elaboración propia

Respecto al análisis económico pre y post – test este cuadro se encuentra detallado en el anexo 15, del cual se desprende el siguiente cuadro de resumen. Tabla 27.

**Tabla 27. Análisis económico Pre – Test**

Análisis Pre - Test			
Tiempo de funcionamiento	tiempo inoperativo	Ingreso por funcionamiento	Perdida por inoperatividad
612 h	108 h	S/312.120,00	S/ 55.080,00

Fuente: elaboración propia

**Tabla 28. Análisis económico Post – Test**

Análisis Post - Test			
Tiempo de funcionamiento	tiempo inoperativo	Ingreso por funcionamiento	Perdida por inoperatividad
704 h	8 h	S/ 359.040,00	S/ 4.080,00

Fuente: elaboración propia

Respecto a las tablas 27 y 28 se observa que el tiempo de funcionamiento o disponibilidad se incrementó, teniendo como consecuencia el incremento de los ingresos y del mismo modo el tiempo de inoperatividad se redujo en gran medida. Estos resultados solo son hasta el momento de estudio, ya que para cumplir con el COK (costo de oportunidad), presentado por la parte administrativa se otorgó una viabilidad de 12 meses (52 semanas).

**Tabla 29. Flujo de caja**

Flujo de caja semanal				
Semanas	inversión	ingresos	egresos	flujo de caja
0	S/ 7.711,49	S/ -	S/ -	-S/ 7.711,49
1		S/ 3.570,00	S/ 1.020,00	S/ 2.550,00
2		S/ 6.120,00	S/ -	S/ 6.120,00
3		S/ 4.080,00	S/ 510,00	S/ 3.570,00
4		S/ 2.040,00	S/ -	S/ 2.040,00
5		S/ 510,00	S/ 1.020,00	-S/ 510,00
6		S/ 1.020,00	S/ -	S/ 1.020,00
7		S/ 6.120,00	S/ -	S/ 6.120,00
8		-S/ 510,00	S/ 510,00	-S/ 1.020,00
9		S/ 4.080,00	S/ -	S/ 4.080,00
10		S/ 2.040,00	S/ -	S/ 2.040,00



11		S/ -	S/ -	S/ -
12		S/ 6.630,00	S/ -	S/ .630,00
13		S/ 5.865,00	S/ 255,00	S/ 5.610,00
14		S/ 510,00	S/ -	S/ 510,00
15		S/ 4.845,00	S/ 765,00	S/ 4.080,00

Fuente: elaboración propia

De la tabla 29, el ingreso fue calculado respecto a la diferencia entre los ingresos pre y post – test, respecto a los egresos se calculó con la multiplicación del tiempo inoperativo de la línea (post – test) con respecto al ingreso por hora que se percibirían si la línea funcionara correctamente. Estos datos se encuentran en detalle en el anexo 15.

### **Cálculo del Valor actual neto (VAN) y Tasa interna de retorno (TIR)**

Para el cálculo tanto del VAN y TIR los cuales nos sirvieron como indicadores para asegurar que el trabajo de investigación fue viable, tuvimos que tener en consideración los siguientes datos, así como la interpretación para la toma de decisión.

**Tabla 30.** Datos para el calculo del VAN y TIR

Resumen	
COK Anual	25%
COK Semanal	0,43%
Tiempo estimado	12 meses
Tiempo estimado	52 semana

Fuente: elaboración propia

Respeto a la tabla 30, el primer dato el costo de oportunidad (COK), es el costo que asume el inversionista al proporcionar el dinero para que el trabajo se realice, en este caso es una Tasa efectiva anual (TEA) del 25%, este porcentaje es lo que espera ganar el inversionista por proporcionar el capital.

Así mismo, para el cálculo de nuestro VAN y TIR no podemos trabajar con una TEA anual puesto que nuestro flujo de caja tabla 29, está desarrollado semanalmente, por tal motivo se realiza la siguiente conversión.

$$TESem. = \left( (1 + TEA)^{\frac{1}{52}} - 1 \right)$$

De la formula anterior se tiene:

$$TESem. = \left( (1 + 0.25)^{\frac{1}{52}} - 1 \right)$$

Respecto al desarrollo de la formulas anteriormente mencionada tenemos una TESem. de 0.43%, se considera para el año 2021 un tiempo de 52 semanas equivalente a 12 meses que fue el tiempo previsto proporcionado por el inversionista.

### **Reglas de decisión:**

Respecto a la regla de decisión tenemos que considerar los siguientes escenarios posibles que podrían presentarse.

#### *Respecto al VAN*

Si  $VAN < 0$ , Se rechaza el proyecto por generar perdidas

Si  $VAN = 0$ , No se recomienda la inversión por estar en equilibrio sin ganancia ni perdidas

Si  $VAN > 0$ , La inversión es recomendable y generara ganancias

#### *Respecto a B/C*

Si  $B/C < 0$ , Se rechaza el proyecto por generar perdidas

Si  $B/C = 0$ , No se recomienda la inversión por estar en equilibrio sin ganancia ni perdidas

Si  $B/C > 0$ , La inversión es recomendable y generara ganancias

### **Análisis del VAN.**

Para el cálculo del VAN hicimos uso de del software Excel 2016, con la función VAN

$$= VAN(tasa; valor1; [valor2]; [valor3]; \dots)$$

Los valor1; valor2;..., son los valores que se desprenden de los resultados del flujo de caja figura 29 menos el costo de la inversión, mientras que el valor de la tasa es la tasa efectiva semanal que se calculó previamente, dándonos como resultado un VAN= S/ 33.661,63

### Análisis del TIR.

Para el cálculo del TIR, al igual que el caso anterior se hizo uso del software Excel 2016, con la función TIR

$$= TIR(Valores; [estimar])$$

Respecto a los valores requeridos por la formula, son todos los resultados del flujo de caja semanales figura 29, dándonos un resultado de 41% en 15 de las 52 semanas previstas.

### Análisis del B/C.

**Tabla 30.** Datos previos al cálculo del B/C

Datos	
Suma ingresos	S/ 45.341,83
Suma egresos	S/ 3.951,73
Costo - inversión	S/ 11.663,22

Fuente: elaboración propia

Respecto al análisis del Beneficio/Costo, el cálculo se llevó a cabo teniendo el valor del dividendo como la suma de todos los ingresos y el divisor igual a la suma de egresos más la inversión dando como resultado 3.25; lo que significa que por 1 sol que invirtieron se gana 3.25 soles.

**Tabla 31.** Resumen análisis financiero

Resumen	
COK Anual	25%
COK Semanal	0,43%
Tiempo estimado	12 meses
Tiempo estimado	52 semana
Van	S/ 33.661,63
Tir	41%
B/C	3,89

Fuente: elaboración propia

### **3.6. Método de análisis de datos**

De acuerdo con el autor (CADENA et al., 2017) en una investigación es el investigador el que basándose en conocimientos teóricos desarrolla el análisis de los datos obtenidos, para contrastar la hipótesis.

El análisis estadístico descriptivo desde el punto de vista de los autores RENDÓN, VILLASÍS Y MIRANDA (2016) un análisis descriptivo es el poder transformar los datos obtenidos y ordenados coherentemente de tal forma que pueden ser representadas a través de gráficos de tablas o cuadros para su interpretación clara y sencilla por parte de los lectores u otros investigadores.

En concordancia con la descripción de los autores, los resultados que serán obtenidos en la investigación serán representados a través de gráficos y tablas aplicando la estadística descriptiva, para dar a conocer la disponibilidad que tienen los equipos y como estos fueron influenciados por la implementación del mantenimiento preventivo.

El análisis estadístico inferencial conforme a los autores FLORES, MIRANDA y VILLASÍS (2017) solo es utilizado cuando se quiere hacer comparaciones entre dos o más grupos de investigación, también es usado cuando se restablecen cambios en el mismo grupo luego de intervenir sobre ella. Así mismo el termino inferencia como tal significa; llegar a conclusiones luego de realizar las pruebas obtenidas de los datos de la población.

Conforme a lo expuesto por los autores anteriormente mencionados, el presente proyecto de investigación, se realizará la inferencia comparando los datos de muestras obtenidas durante el estudio, luego de realizar previamente la prueba de normalidad y observar el tipo de comportamiento que estos poseen.

### **3.7. Aspectos éticos**

Conforme a lo expuesto por la autora HIRSCH (2003), todo lo relacionado con la ética profesional es un tema muy sensible en la sociedad por la falta de moralidad de la vida pública y ejercicios profesionales. Respecto a lo anteriormente mencionado SILVA (2002) menciona respecto a la profesión la ética está relacionado con la calidad moral al desarrollar un trabajo u proyecto, es decir nuestra vocación, responsabilidad y honestidad intelectual. Completando este

concepto la autora IBARRA (2007), la ética profesional es una ética afirmativa porque da la posibilidad al profesional para demostrar sus principios y detrás encontramos los valores propios.

Así mismo completado el concepto de la ética conforme a lo expuesto al autor DIAZ (2018) los trabajos de baja calidad presentado por alumnos se deben a la poca ética de los mismos al copiar y pegar trabajos sin realizar la cita correspondiente, violando los derechos de autoría sin tener presente que estos llevan a sanciones legales.

Para el desarrollo de la investigación, el autor se compromete acatar la veracidad de los resultados obtenidos, cumpliendo con aspectos como la moral, ética profesional y la transparencia al analizar los datos obtenidos y planificar soluciones a problemas revelados en el presente trabajo de investigación.

De manera que se comprometen a proteger la reputación y confiabilidad de la empresa Jardel Perú S.A.C. quien brindo la información necesaria para el desarrollo de la implementación de un plan de mantenimiento preventivo.

## **IV. RESULTADOS**

## Análisis descriptivo

Este análisis se desarrolló con ayuda del software SPSS versión 25, este programa nos ayudó a los cálculos de la confiabilidad y mantenibilidad para ver cómo se comporta la variable dependiente, así mismo se pudo lograr la contrastación de la hipótesis general e hipótesis específicas.

## Comparación descriptiva de la disponibilidad

**Tabla 32:** Análisis descriptivo del pre test y post test

	Disponibilidad Pre - Test	Disponibilidad Post - Test
N	15	15
Rango	25,00	4,17
Mínimo	75,00	95,83
Máximo	100,00	100,00
Media	86,8200	98,8893
Desv. Desviación	10,30605	1,59783
Asimetría	,176	-1,109
Curtosis	-1,907	-,280

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 32 se desprende que luego de la implementación del mantenimiento preventivo en la línea de inspección vehicular de la empresa Jardel Perú S.A.C la media de la disponibilidad se incrementó de un 86.82% pre – test hasta una media de 98.88% post – test, así mismo podemos decir que los datos de la desviación estándar disminuyeron de 10.30 pre – test hasta un 1.59 post – test, lo que nos indica que los datos se agruparon luego de la implementación. Por otro lado, respecto a la disponibilidad máxima registrada de la línea tanto en la pre y post – test son del 100%, esto debido en que en ciertos punto en la pre - test la línea alcanzó su funcionamiento máximo sin presentar fallas en algunas semanas sin embargo donde podemos notar variación es en el registro mínimo de la disponibilidad la cual se incrementó pasando de una disponibilidad del 75% pre - test, hasta una disponibilidad del 95.83%, respecto a la asimetría se observa que paso de un valor positivo a negativo, lo que significa que los datos tienen una predisposición a la izquierda tomando valores pequeños de la variable, así mismo

respecto a la curtosis se observa que pasa de un valor negativo de -1.907 a un valor -0.280 se observa que al ser valores negativo presenta una curtosis del tipo platicúrtica, esto quiere decir que los datos se encuentran más dispersos lo que significa una baja concentración de los datos respecto a la media por otro lado, como la negatividad se redujo de la pre – test con respecto a la post - test significa que los datos se aproximaron un poco más al valor de la media.

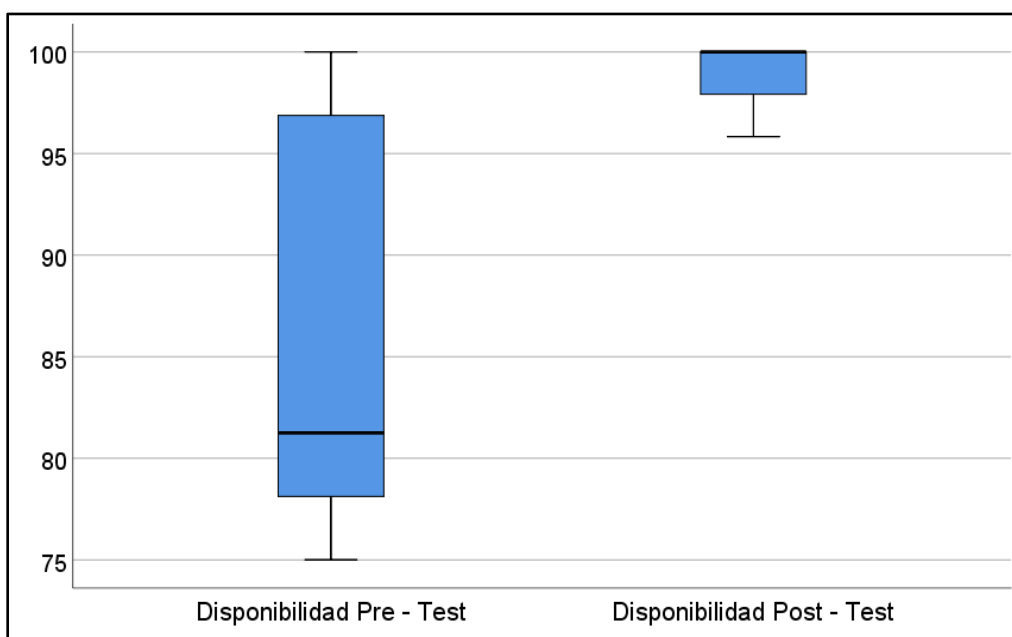


Figura 30. Análisis descriptivo del pre y post – test

Respecto a la figura 30, se observa que la disponibilidad de la línea de inspección vehicular de la empresa Jardel Perú se incrementó considerablemente, con respecto al análisis del pre – test, de acuerdo con el grafico se tiene una mínima disponibilidad del 75%, mientras que el post - test se encuentra una mínima disponibilidad de 96%, vemos que la disponibilidad semanal se incrementó en 21%, respecto a la figura 30.

### Comparación descriptiva de la Mantenibilidad

Tabla 33: Análisis descriptivo del pre test y post test

	Mantenibilidad Pre - Test	Mantenibilidad Post - Test
N	15	15
Rango	12,00	2,00
Mínimo	,00	,00



Máximo	12,00	2,00
Media	4,5367	,5333
Desv. Desviación	4,60188	,76687
Asimetría	,874	1,106
Curtosis	-,890	-,290

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 33 se desprende que luego de la implementación del mantenimiento preventivo en la línea de inspección vehicular de la empresa Jardel Perú S.A.C. la media del tiempo medio de reparación (MTTR), disminuyó de 4 horas y 32 minutos pre – Test hasta una media de 32 minutos post – test, así mismo podemos decir que los datos de la desviación estándar disminuyeron de 4.60 pre – test hasta 0.76 post – test, lo que nos indica que los datos se agruparon luego de la implementación por otro lado, respecto al tiempo máximo de reparación registrado disminuyó de 12 horas pre - test hasta un tiempo máximo de reparación de 2 horas post – test mientras que el tiempo mínimo de reparación es igual a 0 horas esto debido a que hubo semanas que funcionaron correctamente sin presentar falla alguna, respecto a la asimetría se observa que es un valor positivo tanto en la pre – test como en la post – test lo que significa que los datos tienen una predisposición a la derecha tomando valores grande respecto a la variable, respecto a la curtosis se observa que pasa de un valor negativo de -0.890 a un valor -0.290 se observa que al ser valores negativo presenta una curtosis del tipo platicúrtica, esto quiere decir que los datos se encuentran más dispersos lo que significa una baja concentración de los datos respecto a la media. Por otro lado, como la negatividad se redujo del pre – test con respecto al post - test significa que los datos se aproximaron un poco más al valor de la media.

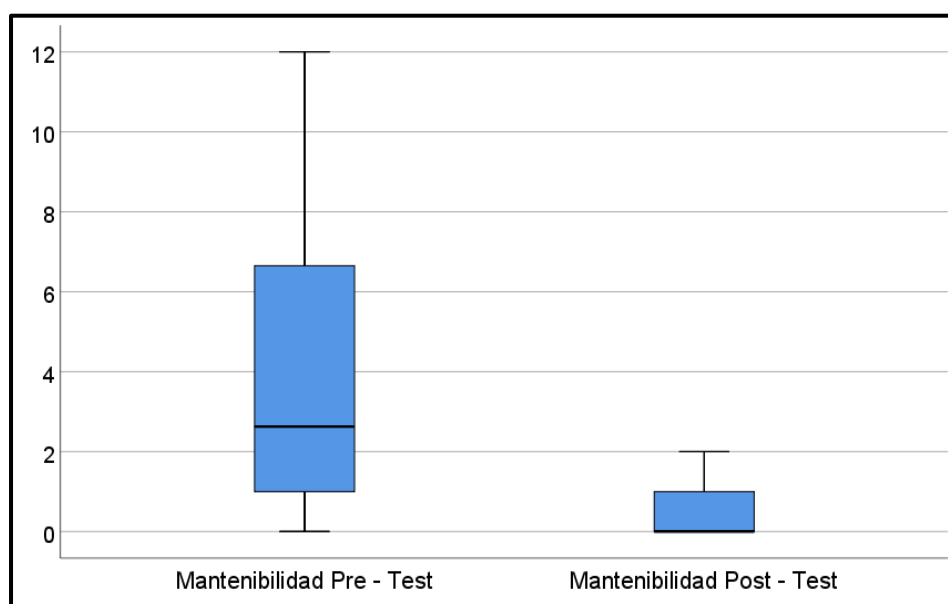


Figura 31. Análisis descriptivo del pre y post – test MTTR

Respecto a la figura 31, se observa que la mantenibilidad de la línea de inspección vehicular de la empresa Jardel Perú S.A.C. se redujo de una máxima de 12 horas pre – test hasta una máxima de 2 horas con respecto al post – test. Por otro lado, se observa que los datos se encuentran en un rango de 7 horas a 1 hora en el pre – test, mientras que en el post – test se encuentran compactados entre el rango de 1 hora a 0 horas del tiempo de reparación del post – test, esto nos indica que luego de la implementación del mantenimiento preventivo, el tiempo de reparación se redujo considerablemente, aun sin tomar el valor atípico de las 12 horas. De acuerdo al grafico se tiene una media de 2 horas aproximadamente, mientras que el post – test se tiene una media en minutos, el cual no llega ni a la hora de reparación.

### Comparación descriptiva de la Confiabilidad

Tabla 34: Análisis descriptivo del pre test y post test

	Confiabilidad Pre - Test	Confiabilidad Post - Test
N	15	15
Rango	38,25	2,00
Mínimo	9,75	46,00
Máximo	48,00	48,00
Media	33,5967	47,4667
Desv. Desviación	14,42855	,76687

Asimetría	-,591	-1,106
Curtosis	-1,319	-,290

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 34, se desprende que luego de la implementación del mantenimiento preventivo en la línea de inspección vehicular de la empresa Jardel Perú S.A.C la media de la confiabilidad se incrementó de un tiempo aproximado de 33 horas y 30 minutos pre – test hasta una media aproximada de 47 horas y 27 minutos post – test, así mismo podemos decir que los datos de la desviación estándar disminuyeron de 14.42 pre – test hasta un 0.76 post – test, lo que nos indica que los datos se agruparon mejor luego de la implementación. Por otro lado, respecto a la confiabilidad máxima registrada de la línea es de 48 horas tanto en la pre y post – test, esto debido a que hubo semanas en que la línea trabajo sin presentar problemas, donde se nota una variación es en el registro mínimo de la confiabilidad la cual se incrementó pasando de una confiabilidad de 9.75 horas pre – test hasta 46 horas post test, esto indica el tiempo mínimo de operatividad de la líneas antes de presentar alguna fallas. Respecto a la asimetría se observa que tienes valor negativos siendo en la pre – test -0.591 hasta -1.106 post – test, lo que nos indica en ambos casos que lo datos tienen una predisposición a la izquierda tomando valores pequeños, así mismo respecto a la curtosis se observa que pasa de un valor negativo de -1.319 a un valor -0.290 se observa que al ser valores negativo presenta una curtosis del tipo platicúrtica, esto quiere decir que los datos se encuentran más dispersos lo que significa una baja concentración de los datos respecto a la media. Por otro lado, como la negatividad se redujo de la pre – test con respecto a la post - test significa que los datos se aproximaron un poco más al valor de la media.

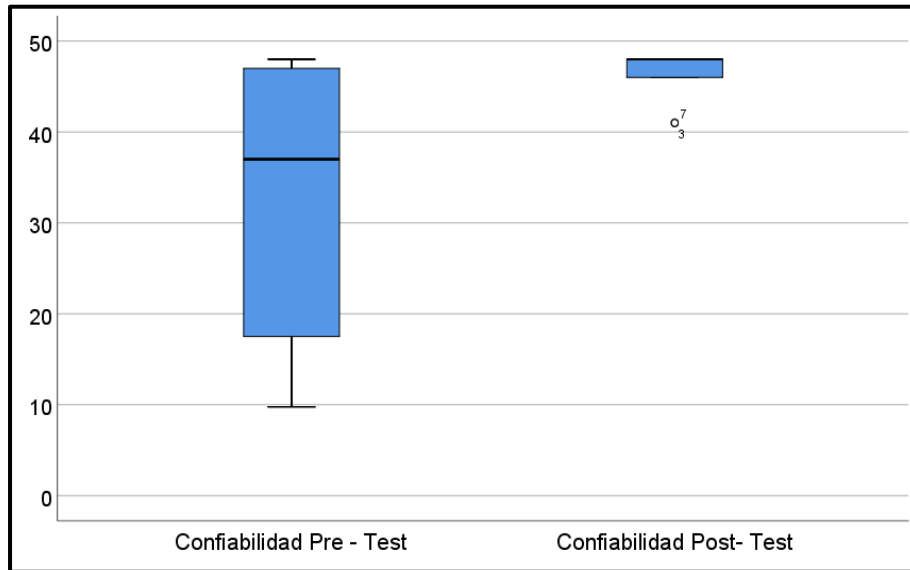


Figura 32. Análisis descriptivo del pre y post – test (MTBF)

Respecto a la figura 32, se observa que la confiabilidad se incrementó de 10 horas del pre – test a 46 horas con respecto al post – test, aproximadamente. Respecto a la figura, así mismo se observa que los valores están más compactos con respecto a la media, centrando a la confiabilidad en un rango de 45 a 48 horas en el post – test.

### Análisis inferencial

Posteriormente a la realización de los análisis descriptivos, realizamos el análisis inferencial, este análisis consiste en la comparación de medias, para esto primero se tiene que estudiar el comportamiento de los datos recolectados previamente, para ver si tienen un comportamiento paramétrico o no paramétrico, para esto nos valemos de la prueba de normalidad de Shapiro Wilk (si los datos son menores de 30) , si los datos son mayores a 30 se utiliza la prueba de normalidad de Kolmogorov – Sminov, una vez reconocido el tipo de comportamiento que tiene la muestra, en nuestro caso la población, pasaremos la contrastación de la hipótesis para la aprobación o desaprobación de la hipótesis planteada por el investigador.

Regla de decisión:

$n \leq 30$ : Se utiliza la prueba de normalidad de Shapiro - Wilk

$n > 30$ : Se utiliza la prueba de normalidad de Kolmogorov - Smirnov

Nivel de significancia  $> 0.05 =$  Paramétrica

Si;

$V_i (P) \wedge V_d (P) =$  Es Paramétrica

$V_i (no P) \wedge V_d (P) =$  No es Paramétrica

$V_i (no P) \wedge V_d (no P) =$  No es Paramétrica

Estadígrafos

*Paramétrica (P)* = T- Student

*No Paramétrica (no P)* = Z- Willcoxon

### **Análisis de la hipótesis general**

**Ho:** La implementación del mantenimiento preventivo no incrementa la disponibilidad de los equipos en la empresa Jardel Perú S.A.C, Lima 2020.

**Ha:** La implementación del mantenimiento preventivo incrementa la disponibilidad de los equipos en la empresa Jardel Perú S.A.C, Lima 2020.

Para lograr el análisis inferencial de la hipótesis general, se tuvo que realizar la prueba de normalidad para observar el comportamiento de los datos, para esto nos basamos en la regla de decisión anteriormente mencionado, Si bien los datos observados fueron diariamente, se tiene en consideración que por la cantidad de datos que se manipula se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro – Wilk.

#### **Regla de decisión:**

Si  $P \text{ valor} \leq 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento no Paramétrico.

Si  $P \text{ valor} > 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

**Tabla 35:** Prueba de normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Disponibilidad Pre - Test	,836	15	,011
Disponibilidad Post - Test	,719	15	,000

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 35, se observa que los datos de la disponibilidad del pre – test es 0.011 < 0.05, entonces los datos tienen un comportamiento no paramétrico por otro lado los datos del post – test es 0.000 < 0.05 por lo tanto también tiene un comportamiento no paramétrico.

Entonces de lo anteriormente mencionado concluimos que los datos tanto del pre – test como del post – test, tienen un comportamiento no paramétrico, por lo tanto, se realiza la comparación de medias a través del estadígrafo la Z- Willcoxon.

### Contrastación de la hipótesis general

**Tabla 36:** Estadístico descriptivo comparación de media

	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
Disponibilidad Pre - Test	15	86,8200	10,30605	75,00	100,00
Disponibilidad Post - Test	15	98,8893	1,59783	95,83	100,00

Fuente: Elaboración propia

*Regla de decisión:*

$$H_0: \mu Pa \geq \mu Pd$$

$$H_a: \mu Pa < \mu Pd$$

De la tabla 36 se observa que la media de la disponibilidad pre – test tiene un valor 86.82% mientras que el valor de la media post – test tiene un valor 98.88% por lo tanto de acuerdo con la regla de decisión anteriormente mencionada  $\mu Pa < \mu Pd$ , se acepta la hipótesis del investigador.

**Tabla 37:** Estadístico de prueba Z- Willcoxon

	Disponibilidad Post – Test Disponibilidad Pre – Test
Z	-2,971 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,003

Fuente: Elaboración propia

*Regla de decisión:*

$$Sig. (bilateral) > \alpha = H_0$$

$$\text{Sig. (bilateral)} < \alpha = H_a$$

$$\alpha = 5\% = 0.05$$

En tabla 37, se observa que  $P_{sig}$ . Tiene valor de  $0.003 < 0.05$  esto quiere decir que si existe diferencias significativas entre el pre – test y post – test, así mismo basándonos en la regla de decisión anteriormente mencionada, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna o hipótesis del investigador que dice: La implementación del mantenimiento preventivo incrementa la disponibilidad de los equipos en la empresa Jardel Perú S.A.C, Lima 2020.

### **Análisis de la hipótesis específico 1**

**Ho:** La implementación del mantenimiento preventivo no incrementa la confiabilidad de los equipos en la empresa Jardel Perú S.A.C, Lima 2020.

**Ha:** La implementación del mantenimiento preventivo incrementa la confiabilidad de los equipos en la empresa Jardel Perú S.A.C, Lima 2020.

Para lograr el análisis inferencial de la hipótesis específico 1, se tuvo que realizar la prueba de normalidad para observar el comportamiento de los datos, para esto nos basamos en la regla de decisión anteriormente mencionado. Si bien los datos observados fueron diariamente, se tiene en consideración que por la cantidad de datos que se manipula se utilizó la prueba da normalidad de Shapiro – Wilk.

### **Regla de decisión:**

Si  $P$  valor  $\leq 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si  $P$  valor  $> 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

**Tabla 38:** Prueba de normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Confiabilidad Pre – Test	,843	15	,014
Confiabilidad Post – Test	,719	15	,000

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 38, se observa que los datos de la confiabilidad del pre – test es  $0.014 < 0.05$ , entonces los datos tienen un comportamiento no paramétrico por otro lado

los datos del post – test es  $0.000 < 0.05$  por lo tanto también tiene un comportamiento no paramétrico.

Entonces de lo anteriormente mencionado concluimos que los datos tanto del pre – test como del post – test, tienen un comportamiento no paramétrico, por lo tanto, se realiza la comparación de medias a través del estadígrafo de la Z- Willcoxon.

### Contrastación de la hipótesis específica 1

**Tabla 39:** Estadístico descriptivo comparacion de media

	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
Confiabilidad Pre – Test	15	33,5967	14,42855	9,75	48,00
Confiabilidad Post - Test	15	47,4667	,76687	46,00	48,00

Fuente: Elaboración propia

*Regla de decisión:*

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

De la tabla 39, se observa que la media de la confiabilidad pre – test tiene un valor 33.59 mientras que el valor de la media post – test tiene un valor 47.46 por lo tanto de acuerdo con la regla de decisión anteriormente mencionada  $\mu_{Pa} < \mu_{Pd}$ , se acepta la hipótesis del investigador.

**Tabla 40:** Estadístico de prueba Z- Willcoxon

	Confiabilidad Post – Test Confiabilidad Pre - Test
Z	-2,972 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,003

Fuente: Elaboración propia

*Regla de decisión:*

$$Sig. (bilateral) > \alpha = H_0$$

$$Sig. (bilateral) < \alpha = H_a$$



$$\alpha = 5\% = 0.05$$

En tabla 40, se observa que  $P_{sig}$ . Tiene valor de  $0.003 < 0.05$ , esto quiere decir que si existe diferencias significativas entre el pre – test y post – test, así mismo basándonos en la regla de decisión anteriormente mencionada, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna o hipótesis del investigador que dice: La implementación del mantenimiento preventivo incrementa la confiabilidad de los equipos en la empresa Jardel Perú S.A.C, Lima 2020.

### **Análisis de la hipótesis específica 2**

**Ho:** La implementación del mantenimiento preventivo no disminuye la mantenibilidad de los equipos en la empresa Jardel Perú S.A.C, Lima 2020

**Ha:** La implementación del mantenimiento preventivo disminuye la mantenibilidad de los equipos en la empresa Jardel Perú S.A.C, Lima 2020

Para lograr el análisis inferencial de la hipótesis específica 2, se tuvo que realizar la prueba de normalidad para observar el comportamiento de los datos, para esto nos basamos en la regla de decisión anteriormente mencionado. Si bien los datos observados fueron diariamente, se tiene en consideración que por la cantidad de datos que se manipula se utilizó la prueba da normalidad de Shapiro – Wilk.

### **Regla de decisión:**

Si  $P \text{ valor} \leq 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si  $P \text{ valor} > 0.05$ , los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

**Tabla 41:** Prueba de normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Mantenibilidad Pre – Test	,805	15	,004
Mantenibilidad Post - Test	,719	15	,000

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 41, se observa que los datos de la mantenibilidad del pre – test es  $0.004 < 0.05$ , entonces los datos tienen un comportamiento no paramétrico por otro lado los datos del post – test es  $0.000 < 0.05$  por lo tanto también tiene un comportamiento no paramétrico.

Entonces de lo anteriormente mencionado concluimos que los datos tanto del pre – test como del post – test, tienen un comportamiento no paramétrico. Por lo tanto, se realiza la comparación de medias a través del estadígrafo la Z- Willcoxon.

### Contrastación de la hipótesis general

**Tabla 42:** Estadístico descriptivo comparación de media

	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
Mantenibilidad Pre – Test	15	4,5367	4,60188	,00	12,00
Mantenibilidad Post – Test	15	,5333	,76687	,00	2,00

Fuente: Elaboración propia

*Regla de decisión:*

$$H_0: \mu Pa < \mu Pd$$

$$H_a: \mu Pa \geq \mu Pd$$

De la tabla 42, se observa que la media de la mantenibilidad pre – test tiene un valor 4.53 mientras que el valor de la media post – test tiene un valor 0.533, por lo tanto de acuerdo con la regla de decisión anteriormente mencionada  $\mu Pa \geq \mu Pd$ , se acepta la hipótesis del investigador.

**Tabla 43:** Estadístico de prueba Z- Willcoxon

	Mantenibilidad Post – Test Mantenibilidad Pre – Test
Z	-2,836 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,005

Fuente: Elaboración propia

*Regla de decisión:*

$$Sig. (bilateral) > \alpha = H_0$$

$$Sig. (bilateral) < \alpha = H_a$$

$$\alpha = 5\% = 0.05$$

En tabla 43, se observa que  $P_{sig}$ . Tiene valor de  $0.005 < 0.05$ , esto quiere decir que si existe diferencias significativas entre el pre – test y post – test. Así mismo basándonos en la regla de decisión anteriormente mencionada, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna o hipótesis del investigador que dice: La implementación del mantenimiento preventivo disminuye la mantenibilidad de los equipos en la empresa Jardel Perú S.A.C, Lima 2020.

## **V. DISCUSSION**

En el presente estudio de investigación, Implementación del mantenimiento preventivo para Incrementar la Disponibilidad de equipos en la empresa Jardel Perú S.A.C. Lima 2020. Los resultados del estudio muestran que con la implementación del mantenimiento preventivo, se logró incrementar la disponibilidad de equipos en un 12.06% de esta manera se obtuvieron resultados positivos y beneficiosos para la empresa.

Con la data obtenida durante el proceso de desarrollo del estudio de investigación y de la interpretación y análisis de los resultados, se llegó a la conclusión que la implementación del mantenimiento preventivo incremento la disponibilidad de equipos en la empresa Jardel Perú S.A.C. la disponibilidad promedio en el pre test fue de 86.82 %, luego de la implementación de la mejora y el análisis del pos test se obtuvo un incremento de la disponibilidad, como resultado el promedio de disponibilidad fue de 98.88 % con ello se redujo los tiempos por mantenimientos correctivos y a su vez se incrementó los ingresos económicos de la empresa.

Los resultados positivos reflejados en este estudio de investigación son semejantes al estudio realizado por ESPINOZA (2018) Mejora del Plan de Mantenimiento Preventivo para Incrementar la Disponibilidad de los Buses de la Empresa de Transporte Allin Group Javier Prado S.A. Concesionaria de los Corredores Complementarios de la Municipalidad de Lima. Después de la implementación del mantenimiento preventivo se logró acrecentar la disponibilidad de los buses, se implementó el plan de mantenimiento periódico y el cumplimiento de los servicios programados para los vehículos con esto se logró la disponibilidad promedio de las unidades de un 87 % en un 92 % y un punto máximo de 94 %.

Así mismo para el investigador HINOSTROZA (2019) Implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de las perforadoras diamantinas en la Empresa Geotecnia Peruana S.R.L. luego de la investigación realizada y la identificación del problema, se encuentra la disponibilidad promedio en un 79.34 %. Luego de la implementación de la gestión del mantenimiento preventivo se obtiene la mejora con un incremento de la disponibilidad en un 9.53%, llegando a obtener una disponibilidad promedio de 88.87 %, el autor sugiere una revisión periódica al sistema de gestión del mantenimiento preventivo para una mejora continua.

Según TALAVERA (2019) Implementación del mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de las máquinas críticas en Nuevo Mundo S.A. Luego de un estudio previo para identificar el estado actual y la criticidad de los equipos. Llego a la conclusión que después de la implementación, seguimiento y control del mantenimiento preventivo se logra incrementar la disponibilidad de un 85.27% a 98.60% teniendo un incremento de 15.63 %.

Por otro lado, el autor RAMOS (2018) "Aumento de la disponibilidad mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a las maquinarias de la empresa Atlanta Metal DRILL S.A.C ". Luego del estudio realizado, análisis e identificación de los 23 equipos con los que cuenta la empresa se identificó los cuatro equipos más críticos, se llegó a la conclusión que después de la implementación del mantenimiento preventivo se logró mejorar la disponibilidad de los cuatro equipos más críticos en más de un 10 % y a su vez hubo una reducción por los costos de mantenimientos no planificados, logrando incrementar los ingresos económicos de la empresa.

En similitud con el autor VILLENA (2017) "Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento de equipos bajo las técnicas del TPM en una empresa constructora". El presente trabajo de investigación señala que por medio de la planificación del mantenimiento preventivo logro obtener resultados positivos para la disponibilidad de los equipos, con ello se obtuvo equipos más eficientes que permitieron cumplir con los objetivos de la empresa en los tiempos establecidos. Luego de un plan para identificar los equipos más críticos y anticiparse a las fallas obtuvo el incremento de la disponibilidad de equipos en un 35 %, logro mejorar el área de mantenimiento con un rendimiento actual del 47%, proyectando alcanzar con la implementación del TPM un rendimiento del 65%, con este proyecto se logró reducir los gastos económicos por reparaciones correctivas.

Del mismo modo XIAOMENG (2018) "*Implementing a Total Productive Maintenance Approach into an Improvement At S Company*". En su estudio el autor logra involucrar a todo el personal para la realización básica del mantenimiento, con ello logra reducir los tiempos muertos y atreves de fichas de registro y revisiones periódicas logra anticiparse a eventuales fallas. Las capacitaciones constantes al personal técnico permitieron reducir los tiempos de reparación, la reducción de costos por mantenimientos correctivos y el incremento del tiempo real de

funcionamiento de los equipos. Dentro de sus conclusiones expresa; la disponibilidad de la maquina CNC #19 obtuvo un incremento de 83.6% a 87.9% luego de realizar mantenimientos básicos (inspección y limpieza). En similitud con el autor. FORLAND (2018) *“A model to develop and implement a predictive maintenance programme complying with Industry 4.0”*. El autor desarrolla e implementa el mantenimiento predictivo en cuatro fases: Análisis de sistemas de los activos físicos, desarrollo de programas basados en arquitectura Industria 4.0, análisis C-B y desarrollo de la hoja de ruta para la implementación del programa a nivel organizacional. Como resultado de la implementación de la mejora demostró que las fallas más comunes son resultado de desgaste físico y fatiga de piezas o partes del equipo, como resultado obtuvo la reducción de gastos excesivos por mantenimientos correctivos. Así mismo Según el autor MONTOYA (2017) en su tesis titulada: *“Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa estructuras del kafee Santiago”*. En el presente proyecto el autor realizo un análisis de los procesos que realiza la empresa, con el fin de identificar la criticidad de cada uno de los equipos y plantear las pasos a seguir para el correcto mantenimiento con el fin de alcanzar la certificación ISO 9001 y que de esta forma se pueda emplear una programación sencilla de forma tal que cualquier operario pueda realizar la orden de trabajo, como resultado de la implementación la empresa mejorara el control de su producción siguiendo los pasos descritos para la implementación del mantenimiento preventivo. Por otro lado, WIN (2017) en su trabajo de investigación titulado *“Preventive maintenance planning for 20 additive manufacturing systems”*. El estudio realiza la implementación del mantenimiento preventivo logrando reducir los gastos por mantenimientos correctivos y mejoro la producción, se estableció políticas de mantenimiento, capacitaciones al personal y se realizó un cronograma de ejecución para el mantenimiento preventivo con esto logro un ahorro del 20,4% en mantenimientos correctivos e incremento la disponibilidad en un 99%. Siguiendo por lo expuesto de los autores anteriores VAARIO (2018) en su trabajo de investigación titulado *“Framework for availability based maintenance contracts: model for managing availability and calculating the effecting factors”*. Según la investigación del autor sugiere que la disponibilidad de un equipo depende del mantenimiento que se le realice, para ello se debe investigar sobre las anomalías ocurridas en cada equipo de forma tal que se pueda proceder

con base en antecedentes, la forma correcta de brindar el servicio y asegurar la disponibilidad de una empresa.

Como se observa en la discusión con los antecedentes, todos los autores manifiestan que la disponibilidad de una empresa, maquina o línea de producción se incrementa, con la aplicación de un correcto mantenimiento preventivo, acompañado de capacitación, registros de antecedentes, análisis de los factores, lo que tendrá como consecuencia el incremento de la disponibilidad, la reducción del mantenimiento correctivo y como consecuencia colateral la reducción en los costos de mantenimiento y pérdidas económicas por la parada de la líneas.

En cuanto a las fortalezas de la investigación del trabajo, contamos con la aprobación y facilidad brindados por el administrador de la empresa, así también la colaboración del inspector de línea, en cuanto al respaldo de las herramientas se obtuvo la aprobación de las mismas a través del juicio de expertos.

Entre las principales debilidades de la investigación, fueron básicamente la poca colaboración de los técnicos de la línea, quienes consideraban que les asíamos perder el tiempo, así mismo la coyuntura actual limitaba la facilidad de transporte desde las viviendas de los investigadores hasta la planta de inspección.

Así mismo, la investigación realizada presenta un relevancia económica hacia la planta el cual se ve incrementado como consecuencia de un funcionamiento más prolongado de la línea de inspección, así mismo la relevancia científica se da como consecuencia de las futuras investigaciones en distintas empresas tomando de base la presente investigación realizada, teniendo en cuenta que la disponibilidad de una línea, maquina o empresa está siempre enfocada en relación de confiabilidad (tiempo de funcionamiento) y la mantenibilidad (tiempo de reparación).



## **VI. CONCLUSIONES**

Del presente trabajo de investigación se desprende las siguientes conclusiones; respecto a la hipótesis general se comprobó que la implementación del mantenimiento preventivo incremento la disponibilidad de la línea de inspección pasando de una media de 86.82% pre – test hasta una media de 98.88% post – test, así mismo en el análisis inferencial de la hipótesis general a través del estadígrafo de z- Wilcoxon se obtuvo que  $P_{sig}$ . Tiene valor de  $0.003 < 0.05$  lo que significa que si existe diferencias significativas entre el pre – test y post – test. Por otro lado, la prueba de normalidad a través de la prueba de shapiro wilk, demuestra que los datos tienen un comportamiento no paramétrico, lo que significa que los datos se encuentran disperso entre el rango de los valores máximos y mínimos, con lo cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador.

Respecto a la hipótesis especifica 1 se comprobó que la implementación del mantenimiento preventivo incremento la confiabilidad de la línea de inspección pasando de una media de 33.59 horas pre – test hasta una media de 47.46 horas post – test, así mismo el análisis inferencial de la hipótesis general a través del estadígrafo de z- Wilcoxon se obtuvo que  $P_{sig}$ . Tiene valor de  $0,003 < 0.05$  lo que significa que si existe diferencias significativas entre el pre – test y post – test. Por otro lado, la prueba de normalidad a través de la prueba de shapiro wilk, demuestra que los datos tienen un comportamiento no paramétrico, lo que significa que los datos se encuentran disperso entre el rango de los valores máximos y mínimos, con lo cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador.

Respecto a la hipótesis especifica 2, se comprobó que la implementación del mantenimiento preventivo disminuyo la mantenibilidad de la línea de inspección pasando de una media de 4,53 horas en reparación pre – test hasta una media de 0.53 horas en reparación post – test. Así mismo en el análisis inferencial de la hipótesis general a través del estadígrafo de z- Wilcoxon se obtuvo que  $P_{sig}$ . Tiene valor de  $0,005 < 0.05$  lo que significa que si existe diferencias significativas entre el pre – test y post – test. Por otro lado, la prueba de normalidad a través de la prueba de shapiro wilk, demuestra que los datos tienen un comportamiento no paramétrico, lo que significa que los datos se encuentran disperso entre el rango de los valores máximos y mínimos, con lo cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis del investigador.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Con referencia a la implementación, del plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de los equipos, acrecentar la confiabilidad y disminuir la mantenibilidad en tiempos de reparación de los equipos en la empresa Jardel Perú S.A.C se recomienda:

La implementación del mantenimiento preventivo incrementa la disponibilidad de los equipos en la empresa Jardel Perú S.A.C, Lima 2020, para esto el supervisor de línea tiene que seguir inspeccionando el cumplimiento del mantenimiento rutinario el cual realizan los técnicos de las respectivas estaciones, así mismo prestar atención a la recomendación de los mismos en cuanto noten un posible desperfecto, por otro lado la constante capacitaciones brindadas por el técnico de mantenimiento resaltando la importancia del buen funcionamiento de los equipos a través del mantenimiento rutinario será clave para lograr una disponibilidad optima de la línea a largo plazo.

La implementación del mantenimiento preventivo incrementa la confiabilidad de los equipos en la empresa Jardel Perú S.A.C. Lima 2020, con el fin de lograr este objetivo sin volver a recaer en los errores anteriores, es preciso que el administrador de la empresa considere, a largo plazo la implementación de la gestión de mantenimiento, lo cual ayudara a mantener la línea de inspección siempre en funcionamiento evitando que se produzcan fallas constantemente y volviendo a disminuir la disponibilidad.

La implementación del mantenimiento preventivo disminuye la mantenibilidad de los equipos en la empresa Jardel Perú S.A.C. Lima 2020, para que la mantenibilidad a largo plazo permanezca en valores mínimos es preciso que el administrador de la empresa provea al área de mantenimiento con el back-up de los repuestos, así como todos los instrumentos necesarios, por otro lado el supervisor de línea debe programar reuniones con el técnico de mantenimiento para verificar y programar fecha para realizar la parada de la línea con el fin de realizar un cambio total de repuestos o en su caso una inspección más detallada, también se debe verificar que los técnicos de la línea de inspección estén cumpliendo con el llenado del Checklist de los mantenimientos rutinarios.

## REFERENCIAS

AGUSTIADY, Tina & CUDNEY, Elizabeth. TPM Pillars, En AGUSTIADY, Tina & CUDNEY, Elizabeth. *Total Productive Maintenance Strategies and Implementation Guide*. [en línea]. New York: CRC PressTaylor & Francis Group, 2016 pp. 147-164 [consulta: 16 de octubre de 2020]. ISBN: 978-1-4822-5540-9. Disponible en: <https://book.akij.net/eBooks/2018/January/5a6a7c38a2d60/Total%20productive%20maintenance%20%20strategies%20and%20implementation%20guide.pdf>

BERNAL TORRES, Cesar. Proceso de investigación científica. En BERNAL TORRES, Cesar. *Metodología de la investigación administración, economía, humanidades y ciencias sociales* [en línea] 3<sup>ra</sup> ed. Colombia: Prentice Hall, 2010 pp.74-230 [consulta: 23 de septiembre de 2020]. ISBN: 978-958-699-128-5. Disponible en: <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%c3%b3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>

\_BORRIS, Steven. Chapter 1. TPM—Basic, Use, and Ideal Conditions. En BORRIS, Steven. *TOTAL, PRODUCTIVE MAINTENANCE* [en línea]. New York: The McGraw-Hill Companies. 2006. pp.15-41. [consulta: 16 de octubre de 2020]. ISBN: 0-07-146733-5. Disponible en: <https://masdukiasbari.files.wordpress.com/2011/04/0071467335-total-productive-maintenance.pdf>

CADENA IÑIGUEZ, Pedro, et al., 2017. “Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: un acercamiento en las ciencias sociales”. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* [online]. Scielo. V.8, no.7, pp.1603-1617. [consulta: 24-10-2020]. ISSN:2007-0934. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342017000701603&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342017000701603&lng=es&nrm=iso)

CAMPBELL, John & REYES, James. Capítulo 6. Performance Management. En CAMPBELL, John & REYES, James. *Uptime Strategies for Excellence in Maintenance Management* [en línea]. 3ra ed. New York: CRC Press Taylor & Francis Group, 2016. pp.191-214 [consulta: 23 de septiembre de 2020]. ISBN: 978-1-4822-5238-5. Disponible en: [https://www.academia.edu/41736579/Uptime\\_Strategies\\_for\\_Excellence\\_in\\_Maintenance\\_Management](https://www.academia.edu/41736579/Uptime_Strategies_for_Excellence_in_Maintenance_Management)

CAO, Xiangang, LI , Pengfei & DUAN, Yong. 2021. Joint Decision-Making Model for Production Planning and Maintenance of Fully Mechanized Mining Equipment. *IEEE Access* [on line]. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. V.9, no. 9382301, pp. 46960 - 46974 [consulta: 24-05-2021]. ISSN: 21693536 Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/ielx7/6287639/6514899/09382301.pdf>

CARRASCO Cárcel, Javier. Capítulo 3. Los modelos de Mantenimiento industrial y sus aspectos estratégicos en relación al conocimiento y la experiencia. En CARRASCO Cárcel, Javier. *La gestión del conocimiento en la ingeniería del mantenimiento industrial: Investigación sobre la incidencia en sus actividades estratégicas* [en línea]. España: OmniaScience, 2014 pp. 115-185 [consulta: 19 de octubre de 2020]. ISBN: 978-84-941872-7-8, Disponible en: <http://omniascience.com/monographs/index.php/monograficos/article/viewFile/197/75>

CIANI, Lorenzo et al. 2021. Condition-Based Maintenance of HVAC on a High-Speed Train for Fault Detection. *Electronics (Switzerland)* [on line]. MDPI AG. V.10, no. 122, pp. 1-14[consulta: 24-05-2021]. ISSN: 20799292 Disponible en: <https://www.mdpi.com/2079-9292/10/12/1418>

CHANTER, Barrie y SWALLOW, Peter. Chapter 2 The Maintenance Dimension. En CHANTER, Barrie y SWALLOW, Peter. *BUILDING MAINTENANCE MANAGEMENT* [en línea]. 2<sup>da</sup>. ed. Hong Kong: Blackwell Publishing editorial, 2007, pp. 19-55. [consulta: 19 de Noviembre de 2020]. ISBN: 978-1-4051-3506-1. Disponible en: <http://ilt.edu.vn/upload/files/thu-vien/kinh-doanh/building-maintenane-management.pdf>

CHOUDHARY, D, TRIPATHI, M & SHANKAR, R, 2019. "Reliability, availability and maintainability analysis of a cement plant: a case study". *International Journal of Quality and Reliability Management*. [on line]. Emerald Group Publishing Ltd V. 36, no. 3, pp. 298-313, [consulta: 24-05-2021].DOI. 10.1108/IJQRM-10-2017-0215 disponible en: <https://doi.org/10.1108/IJQRM-10-2017-0215>

CIBSE GUIDE, M. Maintenance techniques and their applications. En CIBSE GUIDE, M. *Maintenance engineering and management A guide for designers, maintainers, building owners and operators, and facilities managers*. [en línea]. Londres: Page Bros (Norwich), 2008. pp.21-27 [consulta: 16 de octubre de 2020]. ISBN: 978-1-903287-93-4 Disponible en: <https://oiipdf.com/download/18501>

CORVARO, Francesco, et al.2017." Reliability, Availability, Maintainability (RAM) study, on reciprocating compressors API 618". *Petroleum*. [on line]. ScienceDirect V.3, no.2, pp. 266-272, [consulta: 20-05-2021]. ISSN 2405-6561. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.petlm.2016.09.002>

DIAZ DUMONT, Jorge Rafael, 2018. Políticas públicas en propiedad intelectual escrita. Una escala de medición para educación superior del Perú. *Revista Venezolana de Gerencia* [en línea]. Universidad del Zulia V. 23, no. 81, pp. 88-105 [Consulta: 29-09-2019]. ISSN: 1315-9984. Disponible en: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/rvg/article/view/23470/23679>

DÍAZ NARVÁEZ, Víctor. Capítula 9. El informe de investigación. En DÍAZ NARVÁEZ, Víctor. *Metodología de la investigación científica y bioestadística para profesionales y estudiantes de ciencias de la salud* [en línea]. 2<sup>da</sup> ed. Chile: RIL® editores, 2009. pp.175-193. [consulta: 23 de septiembre de 2020]. ISBN: 978-956-284-685-1. Disponible en: [https://kupdf.net/download/metodologia-de-la-investigacion-cientifica-y-bioestadistica-victor-patricio-diaz-narvaez\\_5b81ed9fe2b6f5a064fd28ee\\_pdf](https://kupdf.net/download/metodologia-de-la-investigacion-cientifica-y-bioestadistica-victor-patricio-diaz-narvaez_5b81ed9fe2b6f5a064fd28ee_pdf)

DRENT C., KAPODISTRIA S. & RESING J.A.C. 2019. Condition-based maintenance policies under imperfect maintenance at scheduled and unscheduled opportunities. *Queueing Systems* [on line]. Springer Science and Business Media, LLC. V.93, no.3-4, pp. 269-308 [consulta: 24-05-2021]. ISSN: 02570130 Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/335382845\\_Condition-based\\_maintenance\\_policies\\_under\\_imperfect\\_maintenance\\_at\\_scheduled\\_and\\_unscheduled\\_opportunities](https://www.researchgate.net/publication/335382845_Condition-based_maintenance_policies_under_imperfect_maintenance_at_scheduled_and_unscheduled_opportunities)

ELUSAKIN, T & SHAFIEE, M. 2020. Reliability analysis of subsea blowout preventers with condition-based maintenance using stochastic Petri nets. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* [on line]. Elsevier Ltd. V. 63, no. 104026, pp. 1-30 [consulta: 24-05-2021]. ISSN: 09504230 Disponible en: <https://kar.kent.ac.uk/79676/1/Accepted.pdf>

ESPINOZA TEJADA, Marco, 2019. *Mejora del Plan de Mantenimiento Preventivo para Incrementar la Disponibilidad de los Buses de la Empresa de Transporte Allin Group Javier Prado S.A. Concesionaria de los Corredores Complementarios de la Municipalidad de Lima* [en línea]. Tesis Pregrado Lima: Universidad Tecnológica

del Perú, Facultad de Ingeniería [consulta: 20 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12867/1697>

FLORES, Eric, MIRANDA, María y VILLASIS, Ángel, 2017. "El protocolo de investigación VI: cómo elegir la prueba estadística adecuada. Estadística inferencial". *Revista alergia México*. [online]. Scielo. V.64, no.3, pp.364-370. [consulta:24-10-2020]. ISSN:2448-9190. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2448-91902017000300364&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-91902017000300364&lng=es&nrm=iso)

FORLAND, Kristian. A model to develop and implement a predictive maintenance programme complying with Industry 4.0. Tesis (Master of Science). Stavanger: Universitetet i Stavanger, 2018. 91.pp. Disponible en: [https://buildingsmart.no/sites/buildingsmart.no/files/2018\\_uis\\_master\\_kristian\\_forland\\_steinsland\\_a\\_model\\_to\\_develop\\_and\\_implement\\_a\\_predictive\\_maintenance\\_programme\\_complying\\_with\\_industry\\_4.0\\_vision\\_a\\_case\\_study\\_in\\_skretting\\_as.pdf](https://buildingsmart.no/sites/buildingsmart.no/files/2018_uis_master_kristian_forland_steinsland_a_model_to_develop_and_implement_a_predictive_maintenance_programme_complying_with_industry_4.0_vision_a_case_study_in_skretting_as.pdf)

GARCÍA GARRIDO, Santiago. Capítulo 1 La función del mantenimiento. En GARCÍA GARRIDO, Santiago. *Organización y gestión integral de mantenimiento Manual práctico para la implantación de sistemas de gestión avanzados de mantenimiento industrial*. España: Díaz de Santos, S.A, 2003, pp.1-4.ISBN: 87-7978-548-9

GRZEGORZ, Maciej, MAKSYMILIAN, Robert & KONIECZEK, Zbigniew, 2021. "ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF PREVENTIVE Maintenance on the reliability and availability indexes of diesel locomotives". *Transport Problems*. [on line]. Silesian University of Technology. V.16, no. 1, pp.5-18 [Consulta 25-10-2020]. DOI: 10.21307/tp-2021-001, Disponible en: [https://www.exeley.com/transport\\_problems/doi/10.21307/tp-2021-001](https://www.exeley.com/transport_problems/doi/10.21307/tp-2021-001)

HANUMANT P., Jagtap et al., 2021. "RAM analysis and availability optimization of thermal power plant water circulation system using PSO". *Energy Reports*. [on line]. Elsevier Ltd. V.7, pp. 1133-1153. [consulta: 24-05-2021]. ISSN: 2352-4847 Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.egy.2020.12.025>

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Capítulo 7. Concepción o elección del diseño de investigación. En HERNÁNDEZ, Roberto,



FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. *Metodología de la investigación*. 6<sup>ta</sup> ed. México: McGRAW-HILL 2014, pp. 126-168. ISBN: 978-1-4562-2396-0

HINOSTROZA MATA, Jorge, 2019. *Implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de las perforadoras diamantinas en la Empresa Geotecnia Peruana S.R.L.* [en línea]. Tesis Pregrado Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería [consulta: 20 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/44234>

HIRSCH ADLER, Ana, 2003. “Elementos significativos de la ética profesional”. *Reencuentro. Análisis de Problemas Universitarios* [en línea]. Redalyc. no. 38, pp. 8-15. [Consulta:25-10-2020]. ISSN: 0188-168X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=34003802>

IBARRA Rosales, Guadalupe, 2007. “Ética y valores profesionales”. *Reencuentro. Análisis de Problemas Universitarios* [en línea]. Redalyc. no. 49, pp. 43-50. [Consulta: 25-10-2020]. ISSN: 0188-168X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=34004907>

Ingeniería de Mantenimiento como mejora en la eficiencia industrial. Redacción IMG. 28 de marzo de 2020. Disponible en: <https://www.revistaimg.com/ingenieria-de-mantenimiento-como-mejora-en-la-eficiencia-industrial/>

Instituto Nacional de Estadística e Informática. Perú: estructura empresarial, 2018. [En línea]. Perú: Lima. 2018 [11 agosto 2020]. disponible en [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1703/](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1703/)

JIAWEN, Hu, et al. 2021. Condition-based maintenance planning for multi-state systems under time-varying environmental conditions. *Computers & Industrial Engineering* [on line]. Elsevier Ltd. V.158, no. 107380, pp. 1-12[consulta: 24-05-2021]. ISSN: 03608352 Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/351311055\\_Condition-based\\_Maintenance\\_Planning\\_for\\_Multi-State\\_Systems\\_under\\_Time-Varying\\_Environmental\\_Conditions](https://www.researchgate.net/publication/351311055_Condition-based_Maintenance_Planning_for_Multi-State_Systems_under_Time-Varying_Environmental_Conditions)

JUFRI, N & SISWANTO, N, 2020. “Plant Maintenance Modelling Through Availability Analysis in Raw Mill of Cement Production”. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* [on line]. IOP Publishing Ltd. V. 1003, no. 128,

pp. 1-9. [consulta: 24-05-2021]. DOI: 10.1088/1757-899X/1003/1/012117 disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1003/1/012117/pdf>

KHALID, W et al. 2020. Predicting maintenance work hours in maintenance planning. *Journal of Quality in Maintenance Engineering* [on line]. Emerald Group Holdings Ltd. V.27, no. 2, pp. 366-384[consulta: 24-05-2021]. ISSN: 13552511 Disponible en: [https://backend.orbit.dtu.dk/ws/files/236325430/Predicting\\_maintenance\\_workhours\\_Post\\_Print.pdf](https://backend.orbit.dtu.dk/ws/files/236325430/Predicting_maintenance_workhours_Post_Print.pdf)

LEVITT, Joel. Chapter 6.OEE (Overall Equipment Effectiveness). En *TPM Total Productive Maintenance*. New York: Industrial Press Inc, 2010, pp. 79-93. ISBN: 978-0-8311-3426-6

MADARIAGA NETO, Francisco. Capítulo 5. Estabilidad (II). TPM. En: *Lean manufacturing Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos*. España: Bubok Publishing S.L, 2013. pp.43-57. ISBN: 978-84-686-2814-1

MARUGÁN, A, GARCÍA, F & PINAR, J, 2016. "Optimal maintenance management of offshore wind farms". *Energies*. [on line]. MDPI AG. V. 9, no.1, pp.46. [consulta: 12-04-2021]. DOI: 10.3390/en9010046, Disponible en: <https://doi.org/10.3390/en9010046>

MOKHTARI, H & ASADKHANI, J. 2020. Extended economic production quantity models with preventive maintenance. *Scientia Iranica* [on line]. Sharif University of Technology. V. 27, no. 6 E, pp. 3253-3264 [consulta: 24-05-2021]. ISSN: 10263098 Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/333019095\\_Extended\\_Economic\\_Production\\_Quantity\\_Models\\_with\\_Preventive\\_Maintenance](https://www.researchgate.net/publication/333019095_Extended_Economic_Production_Quantity_Models_with_Preventive_Maintenance)

MONTOYA GARCÍA, Santiago, 2017. *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa estructuras del kafee* [en línea]. Tesis Pregrado. Colombia: Universidad tecnológica de Pereira, consulta: 20 de agosto de 2020]. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/8460/6200046M798.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MORA, Alberto. Fundamentos - Enfoque Sistémico E Integral – Disponibilidad. En: *Mantenimiento estratégico para empresas industriales o de servicios Enfoque sistémico kantiano*. Colombia: AMG, 2005. pp. 41-71. ISBN: 958-33-8218-3

NIÑO ROJAS, Víctor. Capítulo 4. ¿Cómo se ejecuta el proyecto?. En NIÑO ROJAS, Víctor. *Metodología de la investigación* [en línea]. Colombia: Ediciones de la U, 2011. pp.85-109. [consulta: 23 de septiembre de 2020]. ISBN: 978-958-8675-94-7.

Disponible

en:

[https://www.academia.edu/35258714/METODOLOGIA\\_DE\\_LA\\_INVESTIGACION\\_DISENO\\_Y\\_EJECUCION](https://www.academia.edu/35258714/METODOLOGIA_DE_LA_INVESTIGACION_DISENO_Y_EJECUCION)

ORTIZ, Alexis, RODRÍGUEZ, Carlos e IZQUIERDO, 2013. “Henry. Gestión de mantenimiento en pymes industriales”. *Revista Venezolana de Gerencia (RVG)* [en línea]. Redalyc V. 18, no. 61, pp. 86-104, [consulta: 17-10-2020]. ISSN: 1315-9984.

Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/290/29026161004.pdf>

RAMOS SPARROW, Julio, 2017. *Aumento de la disponibilidad mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a las maquinarias de la empresa Atlanta metal drill S.A.C.* [en línea]. Tesis Pregrado. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ingeniería [consulta: 20 de agosto de 2020].

Disponible en: <https://1library.co/document/oz1mx48z-aumento-disponibilidad-mediante-implementacion-mantenimiento-preventivo-maquinarias-empresa.html>

RENDÓN, Enrique, VILLASÍS, Ángel y MIRANDA, María, 2016.” Estadística descriptiva”. *Revista Alergia México* [en línea]. Redalyc V.63, no. 4, pp. 397-407, [Consulta:24-10-2020]. ISSN:0002-5151. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755026009>

SALAZAR, Cecilia y DEL CASTILLO, Santiago. Capítulo 1. Análisis y descripción de representación de datos. En SALAZAR, Cecilia y DEL CASTILLO, Santiago. *Fundamentos Básicos de Estadística*. [en línea]. Ecuador: Del Castillo Galarza, Raúl Santiago, 2018, pp.12-14 [consulta: 16 de octubre de 2020]. ISBN: 978-9942-30-616-6, Disponible en:

<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/13720/3/Fundamentos%20B%C3%A1sicos%20de%20Estad%C3%ADstica-Libro.pdf>

SALSABILA, N & SISWANTO, N, 2019. “A Simulation study of availability analysis on a chemical process industry considering spare part inventory”. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. [on line]. IOP Publishing Ltd. V.673, no.

1. [Consulta:10-3-2021]. ISSN:17578981. Disponible en:  
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/673/1/012079>

SEAS, Estudios Superiores Abiertos. Capítulo 3. estudio de material. En *Gestión de Mantenimiento I*. [en línea]. Londres: Seas S.A, 2012, pp.23-49. ISBN: 978-84-15545-60-6. Disponible en:  
[https://www.academia.edu/33129470/Gesti%C3%B3n\\_de\\_Mantenimiento\\_I](https://www.academia.edu/33129470/Gesti%C3%B3n_de_Mantenimiento_I)

SILVA CAMARENA, Juan, 2002. “¿Qué es eso de ética profesional?”. *Contaduría y Administración* [en línea]. Redalyc, no.205 pp.5-11 [Consulta 25-10-2020]. ISSN: 0186-1042, Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39520502>

SOLTANALI, Hamzeh et al. 2020. Operational reliability evaluation-based maintenance planning for automotive production line. *Quality Technology and Quantitative Management* [on line]. Taylor and Francis Ltd. V.17, no. 2, pp. 186-202 [consulta: 24-05-2021]. ISSN: 16843703 Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/publication/330619520\\_Operational\\_reliability\\_evaluation-based\\_maintenance\\_planning\\_for\\_automotive\\_production\\_line](https://www.researchgate.net/publication/330619520_Operational_reliability_evaluation-based_maintenance_planning_for_automotive_production_line)

TALABERA OREZANO, Tatiana, 2019. *Implementación del mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de las máquinas críticas en Nuevo Mundo S.A.* [en línea]. Tesis pre grado. Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería [consulta: 20 de agosto de 2020]. Disponible en:  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/45403/Talabera\\_OT\\_N-SD.pdf?sequence=8&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/45403/Talabera_OT_N-SD.pdf?sequence=8&isAllowed=y)

TSAROUHAS, Panagiotis, 2020. “Reliability, Availability, and Maintainability (RAM) Study of an Ice Cream Industry”. *Applied Sciences (Switzerland)*. [on line]. MDPI AG. V. 10, no.12, pp.1-20 [Consulta 1-4-2021]. DOI: 10.3390/app10124265, Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/publication/342363050\\_Reliability\\_Availability\\_and\\_Maintainability\\_RAM\\_Study\\_of\\_an\\_Ice\\_Cream\\_Industry](https://www.researchgate.net/publication/342363050_Reliability_Availability_and_Maintainability_RAM_Study_of_an_Ice_Cream_Industry)

VAARIO, Anu, 2018. *Framework for availability-based maintenance contracts: model for managing availability and calculating the effecting factor* [en línea]. Thesis (Master of Science). Finlandia: Tampere University of technology, [consulta: 20 de agosto de 2020]. Disponible en:

<https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/123456789/26037/Vaario.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

VALDERRAMA MENDOZA, Santiago. Técnica e instrumento de recolección de datos. En Capítulo III. El Proyecto de investigación cuantitativa. *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica* [en línea]. 5<sup>ta</sup>. Ed. Lima: Editorial San Marcos, 2015. pp. 194-195 [consulta: 17 de octubre del 2020]. ISBN:978-612-302-878-7. Disponible en: <https://toaz.info/doc-viewer>

VILLENA ANDIA, Ali, 2017. *Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento de equipos bajo las técnicas del TPM en una empresa constructora* [en línea]. Tesis pre grado. Lima: Universidad Peruana de Ciencias aplicadas, Facultad de Ingeniería [consulta: 20 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/622200>

WANG, Ning et al. 2020. An active preventive maintenance approach of complex equipment based on a novel product-service system operation mode. *Journal of Cleaner Production* [on line]. Elsevier Ltd. V.277, no. 123365, pp. 1-17 [consulta: 24-05-2021]. ISSN: 09596526 Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652620334107>

WIN, Mila. 2017. *Preventive maintenance planning for additive manufacturing systems* [en línea]. Thesis (Master of Science in Operations Management and Logistics). Eindhoven: Eindhoven University of Technology [consulta: 15 de Agosto de 2020], Disponible en: [https://www.google.com/search?rlz=1C1GGRV\\_enPE905PE905&biw=1366&bih=657&ei=nIBtX5q4O\\_el5OUPoIWhqAI&q=.+Preventive+maintenance+planning+for+additive+manufacturing+systems+mila+de+win&oq=.+Preventive+maintenance+planning+for+additive+manufacturing+systems+mila+de+win&gs\\_lcp=CgZwc3ktYWIQA1DfnAJY9LkCYlrCAmgAcAB4AIAB1AmlAfM-kgELMy0zLjluNC4zLjGYAQCgAQGqAQdnd3Mtd2l6wAEB&scient=psy-ab&ved=0ahUKEwia9uz9yYPsAhX3ErkGHaBCCCA4ChDh1QMIDQ&uact=5](https://www.google.com/search?rlz=1C1GGRV_enPE905PE905&biw=1366&bih=657&ei=nIBtX5q4O_el5OUPoIWhqAI&q=.+Preventive+maintenance+planning+for+additive+manufacturing+systems+mila+de+win&oq=.+Preventive+maintenance+planning+for+additive+manufacturing+systems+mila+de+win&gs_lcp=CgZwc3ktYWIQA1DfnAJY9LkCYlrCAmgAcAB4AIAB1AmlAfM-kgELMy0zLjluNC4zLjGYAQCgAQGqAQdnd3Mtd2l6wAEB&scient=psy-ab&ved=0ahUKEwia9uz9yYPsAhX3ErkGHaBCCCA4ChDh1QMIDQ&uact=5)

XIAOMENG, Sun, 2018. *Implementing a Total Productive Maintenance Approach into an Improvement At S Company* [en línea]. Thesis (Master of Science Specialist Projects). EE.UU.: Western Kentucky University [consulta: 15 de agosto de 2020], Disponible

en:<https://digitalcommons.wku.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3676&context=theses>

ZAMBRANO, Egilde, PRIETO, Teresa y CASTILLO, Ricardo, 2015. "Indicadores de gestión de mantenimiento en las instituciones públicas de educación superior del municipio Cabimas". *Te/oS* [en línea]. Redalyc V. 17, no.3, pp. 495 - 511 [consulta: 17-10-2020]. ISSN:1317-0570. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99342682008>

## ANEXOS

### Declaratoria de Originalidad de las Autores



Nosotros, Ccoyllo Meza, Jhon Ronald y Claudio Niño, Denil Marin, egresados de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo Lima Norte, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada:

"Implementación del mantenimiento preventivo para Incrementar la Disponibilidad de equipos en la empresa Jardel Perú S.A.C. Lima 2020", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado 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 asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, de julio del 2021

Ccoyllo Meza, Jhon Ronald	
DNI: 45049943	Firma 
ORCID: ORG/0000-0002-4587-599X	
Claudio Niño, Denil Marin	
DNI: 46608425	Firma 
ORCID: ORG/0000-0003-1095-4994	

## Anexo 2


### Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, Jorge Diaz Dumont docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, Lima Norte, asesor de la Tesis titulada: "Implementación del mantenimiento preventivo para Incrementar la Disponibilidad de equipos en la empresa Jardel Perú S.A.C. Lima 2020", de los autores Ccoyllo Meza, Jhon Ronald y Claudio Niño, Denil Marin, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo 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.

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

Lima, 12 de junio de 2021.

Apellidos y Nombres del Asesor: Jorge Díaz Dumont	
DNI: 08698815	Firma 
ORCID 0000-0003-0921-338X	



### Anexo 3

Implementación del mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de equipos en la empresa Jardel Perú S.A.C. Lima 2020  
Ccoyllo Meza, Jhon Ronald  
Claudio Niño, Denil Marin

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	FÓRMULA	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>INDEPENDIENTE:</b>  Mantenimiento preventivo	Según; MORA (2009) Podemos definir el mantenimiento preventivo, como la inspección que se realiza en forma programada con el fin de evitar fallas en los activos de la empresa, los cuales pueden producir paradas inesperadas ocasionando retraso en las operaciones	Podemos definir el mantenimiento preventivo, como la inspección periódica que se realiza a equipos, instalaciones, estructuras entre otras, con la finalidad de evitar problemas que se podrían presentar en el futuro en forma inesperada.	Cumplimiento	Índice de cumplimiento de la planificación	$ICP = \frac{MPR}{MPP}$ <p>ICP = Índice de cumplimiento del mantenimiento preventivo (%) MPR= Mantenimiento Preventivo Realizado (unid.) MPP= Mantenimiento Preventivo Planificado (unid.)</p>	Razón
			Horas totales del mantenimiento	Índice de mantenimiento programado	$IMP = \frac{HMP}{HMT}$ <p>IMP = Índice del mantenimiento preventivo (%) HMP= Horas dedicadas al mantenimiento preventivo (unid.) HMT= Horas totales dedicadas al mantenimiento (unid.)</p>	Razón
<b>DEPENDIENTE:</b>  Disponibilidad de equipo	Según; MORA (2009) Podemos definir la disponibilidad, como la capacidad de una maquina o equipo de estar en funcionamiento sin presentar ningún tipo de fallas en un periodo de tiempo.	Podemos indicar que la disponibilidad es el indicador que muestra, la operatividad de un equipo en una jornada laboral, sin presentar desperfectos en el transcurso del tiempo.	Confiabilidad	Tiempo medio entre fallas (MTBF)	$MTBF = \frac{TTF}{NF}$ <p>MTBF = Tiempo medio entre fallas (h/fallas) TTF= Tiempo total de funcionamiento (h) NF= Numero de Fallas</p>	Razón
			Mantenibilidad	Tiempo medio de reparación (MTTR)	$MTTR = \frac{TTPA}{NF}$ <p>MTTR = Tiempo medio de reparación (h/ fallas) TTPA= Tiempo total de parada por averías (h) NF= Numero de Fallas</p>	Razón

#### Anexo 4

##### Matriz de Coherencia

<b>PROBLEMAS GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>
¿De qué manera la implementación del mantenimiento preventivo incrementara la disponibilidad de equipos en la empresa Jardel Perú S.A.C. Lima 2020?	Determinar cómo la implementación del mantenimiento preventivo incrementara la disponibilidad de los equipos en la empresa Jardel Perú S.A.C, Lima 2020.	La implementación del mantenimiento preventivo incrementa la disponibilidad de los equipos en la empresa Jardel Perú S.A.C, Lima 2020.
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b>
¿Cómo la implementación del mantenimiento preventivo incrementará la confiabilidad de los equipos en la empresa Jardel Perú S.A.C. Lima 2020?	Determinar como la implementación del mantenimiento preventivo incrementara la confiabilidad de los equipos en la empresa Jardel Perú S.A.C, Lima 2020.	La implementación del mantenimiento preventivo incrementa la confiabilidad de los equipos en la empresa Jardel Perú S.A.C, Lima 2020.
¿Cómo la implementación del mantenimiento preventivo disminuirá la mantenibilidad de los equipos en la empresa Jardel Perú S.A.C., Lima 2020?	Determinar como la implementación del mantenimiento preventivo disminuirá la mantenibilidad de los equipos en la empresa Jardel Perú S.A.C, Lima 2020.	La implementación del mantenimiento preventivo disminuye la mantenibilidad de los equipos en la empresa Jardel Perú S.A.C, Lima 2020.

## Anexo 05

### Matriz de correlación

Nº	Causas que conllevan a la poca disponibilida de los equipos		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	Frecuencia
C1	Falta de capacitación	C1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	12
C2	Personal poco motivado	C2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	4
C3	Uso inadecuado de los equipos	C3	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	11
C4	Equipos muy especializados	C4	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	4
C5	Falta calibrar equipos	C5	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	7
C6	Falta de un plan de mantenimiento	C6	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	15
C7	Constante Fallas en los equipos	C7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
C8	Falta de repuestos en el almacén	C8	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	9
C9	Falta de un área de mantenimiento especializado	C9	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	9
C10	Mantenimiento correctivo de terceros pocos confiables	C10	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	9
C11	Falta de estandarización en el uso del equipo	C11	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	12
C12	ausencia de indicadores de mantenimiento	C12	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6
C13	ausencia de un cronograma de Mantenimiento preventivo	C13	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	12
C14	Falta de un supervisor designado	C14	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	5
C15	Falta de checklist antes de usar los equipos	C15	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	10
C16	repuestos de baja calidad	C16	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
C17	Lubricantes inadecuados	C17	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	8
C18	repuestos hechizos	C18	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	16
C19	Área de trabajo con polución	C19	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	3
C20	Área de trabajo desordenado	C20	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	4


## Anexo 06

### Ficha de recolección de datos Pre – test Julio

		Jardel Perú S.A.C.		Formato de control de disponibilidad del mes de Marzo 2021			Planta San Juan de Miraflores		
				Área:			Formato: JP-SJM-MP000002		
				inspección vehicular			Encargado de línea: Cesar Bambuerguer Tasilla		
semana	Fecha	Tiempo planificado (Horas)	Tiempo de funcionamiento (Horas)	Tiempo de inactividad (Horas)	Numero de fallas	MTBF(H)	MTTR(H)	Disponibilidad %	
Semana 1	29/06/2020	48	39	9	4	9,75	2,25	81,25%	
	30/06/2020								
	01/07/2020								
	02/07/2020								
	03/07/2020								
Semana 2	04/07/2020	48	36	12	1	36	12	75,00%	
	06/07/2020								
	07/07/2020								
	08/07/2020								
	09/07/2020								
Semana 3	10/07/2020	48	39	9	3	13	3	81,25%	
	11/07/2020								
	13/07/2020								
	14/07/2020								
	15/07/2020								
Semana 4	16/07/2020	48	44	4	2	22	2	91,67%	
	17/07/2020								
	18/07/2020								
	20/07/2020								
	21/07/2020								
	22/07/2020								
	23/07/2020								
	24/07/2020								
	25/07/2020								


## Anexo 07

### Ficha de recolección de datos Pre – test Agosto

		Jardel Perú S.A.C.		Formato de control de disponibilidad del mes de Marzo 2021			Planta San Juan de Miraflores	
				Área:			Formato: JP-SJM-MP000002	
				inspección vehicular			Encargado de línea:	
semana	Fecha	Tiempo planificado (Horas)	Tiempo de funcionamiento (Horas)	Tiempo de inactividad (Horas)	Numero de fallas	MTBF(H)	MTTR(H)	Disponibilidad %
Semana 5	27/07/2020							
	28/07/2020	Feriado						
	29/07/2020							
	30/07/2020	40	40	0	0	0	0	100
	31/07/2020							
	01/08/2020							
Semana 6	03/08/2020	48	45	3	1	45	3	93,75%
	04/08/2020							
	05/08/2020							
	06/08/2020							
	07/08/2020							
Semana 7	08/08/2020	48	46	2	1	46	2	95,83%
	10/08/2020							
	11/08/2020							
	12/08/2020							
	13/08/2020							
Semana 8	14/08/2020	48	36	12	1	36	12	75,00%
	15/08/2020							
	17/08/2020							
	18/08/2020							
	19/08/2020							
Semana 9	20/08/2020	48	48	0	0	0	0	100
	21/08/2020							
	22/08/2020							
	24/08/2020							
	25/08/2020							
	26/08/2020							
27/08/2020								
28/08/2020								
29/08/2020								


## Anexo 08

### Ficha de recolección de datos Pre – test Septiembre

		Jardel Perú S.A.C.		Formato de control de disponibilidad del mes de Marzo 2021			Planta San Juan de Miraflores		
				Área:			Formato: JP-SJM-MP000002		
				inspección vehicular			Encargado de línea:		
							Cesar Bambuerguer Tasilla		
semana	Fecha	Tiempo planificado (Horas)	Tiempo de funcionamiento (Horas)	Tiempo de inactividad (Horas)	Numero de fallas	MTBF(H)	MTTR(H)	Disponibilidad %	
Semana 10	31/08/2020	48	48	0	0	0	0	100,00%	
	01/09/2020								
	02/09/2020								
	03/09/2020								
	04/09/2020								
Semana 11	05/09/2020	48	38	10	3	12,7	3,3	79,17%	
	07/09/2020								
	08/09/2020								
	09/09/2020								
	10/09/2020								
Semana 12	11/09/2020	48	38	10	1	38	10	79,17%	
	14/09/2020								
	15/09/2020								
	16/09/2020								
	17/09/2020								
Semana 13	18/09/2020	48	36	12	1	36	12	75,00%	
	19/09/2020								
	21/09/2020								
	22/09/2020								
	23/09/2020								
Semana 14	24/09/2020	48	47	1	1	47	1	97,92%	
	25/09/2020								
	26/09/2020								
	28/09/2020								
	29/09/2020								
	30/09/2020	48	47	1	1	47	1	97,92%	
	01/10/2020								
	02/10/2020								
	03/10/2020								


## Anexo 09

### Ficha de recolección de datos Pre – test Octubre

	Jardel Perú S.A.C.		Formato de control de disponibilidad del mes de Marzo 2021			Planta San Juan de Miraflores		
			Área:			Formato: JP-SJM-MP000002		
			inspección vehicular			Encargado de línea:		
			Cesar Bambuerguer Tasilla					
semana	Fecha	Tiempo planificado (Horas)	Tiempo de funcionamiento (Horas)	Tiempo de inactividad (Horas)	Numero de fallas	MTBF(H)	MTTR(H)	Disponibilidad %
Semana 15	05/10/2020	48	37	11	2	18,50	5,50	77,08%
	06/10/2020							
	07/10/2020							
	08/10/2020							
	09/10/2020							
	10/10/2020							

## Anexo 10


### Ficha de recolección de datos (Disponibilidad Marzo Post)

		Jardel Perú S.A.C.				Formato de control de disponibilidad del mes de Marzo 2021		Planta San Juan de Miraflores	
						Formato: JP-SJM-MP000002		Encargado de línea:	
semana		Fecha	Tiempo planificado (Horas)	Tiempo de funcionamiento (Horas)	Tiempo de inactividad (Horas)	Numero de fallas	MTBF(H)	MTTR(H)	Disponibilidad %
Semana 1	01/03/2021	8	8	0	0	0	0	100%	
	02/03/2021	8	8	0	0	0	0	100%	
	03/03/2021	8	8	0	0	0	0	100%	
	04/03/2021	8	8	0	0	0	0	100%	
	05/03/2021	8	6	2	1	6	2	75,00%	
	06/03/2021	8	8	0	0	0	0	100%	
Semana 2	08/03/2021	8	8	0	0	0	0	100%	
	09/03/2021	8	8	0	0	0	0	100%	
	10/03/2021	8	8	0	0	0	0	100%	
	11/03/2021	8	8	0	0	0	0	100%	
	12/03/2021	8	8	0	0	0	0	100%	
	13/03/2021	8	8	0	0	0	0	100%	
Semana 3	15/03/2021	8	8	0	0	0	0	100%	
	16/03/2021	8	8	0	0	0	0	100%	
	17/03/2021	8	8	0	0	0	0	100%	
	18/03/2021	8	7	1	1	7	1	87,50%	
	19/03/2021	8	8	0	0	0	0	100%	
	20/03/2021	8	8	0	0	0	0	100%	
Semana 4	22/03/2021	8	8	0	0	0	0	100%	
	23/03/2021	8	8	0	0	0	0	100%	
	24/03/2021	8	8	0	0	0	0	100%	
	25/03/2021	8	8	0	0	0	0	100%	
	26/03/2021	8	8	0	0	0	0	100%	
	27/03/2021	8	8	0	0	0	0	100%	




## Anexo 11

### Ficha de recolección de datos (Disponibilidad Abril Post)

		Jardel Perú S.A.C.		Formato de control de disponibilidad del mes de Abril 2021			Planta San Juan de Miraflores	
				Área:			Formato: JP-SJM-MP000002	
				inspección vehicular			Encargado de línea:	
semana	Fecha	Tiempo planificado (Horas)	Tiempo de funcionamiento (Horas)	Tiempo de inactividad (Horas)	Numero de fallas	MTBF(H)	MTTR(H)	Disponibilidad %
Semana 5	29/03/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	30/03/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	31/03/2021	8	6	2	1	6	2	75,00%
	01/04/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	02/04/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	03/04/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
Semana 6	05/04/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	06/04/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	07/04/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	08/04/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	09/04/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	10/04/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
Semana 7	12/04/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	13/04/2021	8	7	1	1	7	1	87,50%
	14/04/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	15/04/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	16/04/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	17/04/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
Semana 8	19/04/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	20/04/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	21/04/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	22/04/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	23/04/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	24/04/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
Semana 9	26/04/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	27/04/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	28/04/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	29/04/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	30/04/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	01/05/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%


## Anexo 12

### Ficha de recolección de datos (Disponibilidad mayo Post)

		Jardel Perú S.A.C.		Formato de control de disponibilidad del mes de Abril 2021			Planta San Juan de Miraflores	
				Área:			Formato: JP-SJM-MP000002	
				inspección vehicular			Encargado de línea:	
semana	Fecha	Tiempo planificado (Horas)	Tiempo de funcionamiento (Horas)	Tiempo de inactividad (Horas)	Numero de fallas	MTBF(H)	MTTR(H)	Disponibilidad %
Semana 10	03/05/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	04/05/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	05/05/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	06/05/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	07/05/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	08/05/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
Semana 11	10/05/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	11/05/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	12/05/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	13/05/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	14/05/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	15/05/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
Semana 12	17/05/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	18/05/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	19/05/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	20/05/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	21/05/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
	22/05/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
Semana 13	24/05/2021	8	8	0	0	0	0	100,00%
	25/05/2021	8	8	0	0	0	0	100,00%
	26/05/2021	8	8	0	0	0	0	100,00%
	27/05/2021	8	8	0	0	0	0	100,00%
	28/05/2021	8	7,5	0,5	1	7,5	0,5	93,75%
	29/05/2021	8	8	0	0	0	0	100,00%
Semana 14	31/08/2021	8	8	0	0	0	0	100,00%
	01/09/2021	8	8	0	0	0	0	100,00%
	02/09/2021	8	8	0	0	0	0	100,00%
	03/09/2021	8	8	0	0	0	0	100,00%
	04/09/2021	8	8	0	0	0	0	100,00%
	05/09/2021	8	8	0	0	0	0	100,00%

### Anexo 13

#### Ficha de recolección de datos (Disponibilidad Junio Post)

		Jardel Perú S.A.C.		Formato de control de disponibilidad del mes de Abril 2021			Planta San Juan de Miraflores		
				Área:			Formato: JP-SJM-MP000002		
semana		Fecha		inspección vehicular			Encargado de línea:		
				inspección vehicular			Cesar Bambuerguer Tasilla		
		Tiempo planificado (Horas)	Tiempo de funcionamiento (Horas)	Tiempo de inactividad (Horas)	Numero de fallas	MTBF(H)	MTTR(H)	Disponibilidad %	
Semana 15		07/06/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
		08/06/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
		09/06/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
		10/06/2021	8	8	0	0	8	0	100,00%
		11/06/2021	8	6,5	1,5	1	6,5	1,5	81,25%
		12/06/2021	8	8	8	0	0	8	0

## Anexo 14

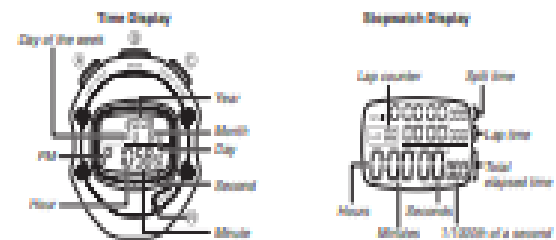
### Análisis económico pre y post - Test

Semanas	Análisis Pre - Test				Análisis Post - Test			
	Tiempo de funcionamiento	tiempo inoperativo	Ingreso por funcionamiento	Perdida por inoperatividad	Tiempo de funcionamiento	tiempo inoperativo	Ingreso por funcionamiento	Perdida por inoperatividad
semana 1	39,0 h	9,0 h	S/ 19.890,00	S/ 4.590,00	46,0 h	2,0 h	S/ 23.460,00	S/ 1.020,00
semana 2	36,0 h	12,0 h	S/ 18.360,00	S/ 6.120,00	48,0 h	0,0 h	S/ 24.480,00	S/ -
semana 3	39,0 h	9,0 h	S/ 19.890,00	S/ 4.590,00	47,0 h	1,0 h	S/ 23.970,00	S/ 510,00
semana 4	44,0 h	4,0 h	S/ 22.440,00	S/ 2.040,00	48,0 h	0,0 h	S/ 24.480,00	S/ -
semana 5	45,0 h	3,0 h	S/ 22.950,00	S/ 1.530,00	46,0 h	2,0 h	S/ 23.460,00	S/ 1.020,00
semana 6	46,0 h	2,0 h	S/ 23.460,00	S/ 1.020,00	48,0 h	0,0 h	S/ 24.480,00	S/ -
semana 7	36,0 h	12,0 h	S/ 18.360,00	S/ 6.120,00	48,0 h	0,0 h	S/ 24.480,00	S/ -
semana 8	48,0 h	0,0 h	S/ 24.480,00	S/ -	47,0 h	1,0 h	S/ 23.970,00	S/ 510,00
semana 9	40,0 h	8,0 h	S/ 20.400,00	S/ 4.080,00	48,0 h	0,0 h	S/ 24.480,00	S/ -
semana 10	36,0 h	12,0 h	S/ 18.360,00	S/ 6.120,00	40,0 h	0,0 h	S/ 20.400,00	S/ -
semana 11	48,0 h	0,0 h	S/ 24.480,00	S/ -	48,0 h	0,0 h	S/ 24.480,00	S/ -
semana 12	35,0 h	13,0 h	S/ 17.850,00	S/ 6.630,00	48,0 h	0,0 h	S/ 24.480,00	S/ -
semana 13	36,0 h	12,0 h	S/ 18.360,00	S/ 6.120,00	47,5 h	0,5 h	S/ 24.225,00	S/ 255,00
semana 14	47,0 h	1,0 h	S/ 23.970,00	S/ 510,00	48,0 h	0,0 h	S/ 24.480,00	S/ -
semana 15	37,0 h	11,0 h	S/ 18.870,00	S/ 5.610,00	46,5 h	1,5 h	S/ 23.715,00	S/ 765,00
<b>Totales</b>	<b>612 h</b>	<b>108 h</b>	<b>S/ 312.120,00</b>	<b>S/ 55.080,00</b>	<b>704 h</b>	<b>8 h</b>	<b>S/ 359.040,00</b>	<b>S/ 4.080,00</b>

# Anexo 15

## Ficha técnica cronometro Casio HS-70W

### ENGLISH



- A sticker is affixed to the glass of this stopwatch when you purchase it. Be sure to remove the sticker before using the stopwatch.
- Depending on its model, the configuration of your stopwatch may differ somewhat from that shown in the illustration.

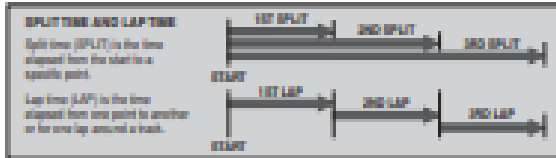
#### OPERATING PRECAUTIONS

- A battery is installed at the factory. Have it replaced by a CASIO distributor at the first sign of low power (low display).
- Do not use or store this stopwatch in areas exposed to temperature extremes, strong magnetism, strong vibration, or strong impact.
- Do not use strong battery life and cause malfunction. Keep the stopwatch away from heaters and direct sunlight when using it.
- Never try to take the stopwatch apart. Doing so can cause malfunction.
- To clean the stopwatch, use a soft, dry cloth or a cloth moistened in a solution of water and a mild neutral detergent. Wipe out all excess moisture from the cloth. Never use thinner, benzene, alcohol or other similar agents.
- Be sure to keep all user documentation handy for future reference.

CASIO COMPUTER CO., LTD. assumes no responsibility for any loss, or any claims by third parties that may arise through the use of this stopwatch.

#### GENERAL GUIDE

- 1. Button — Starts and stops timing.
- 2. Button — Toggles between the current time and stopwatch memory.
- 3. Button — Resets lap split time records and total elapsed time.



#### USING THE STOPWATCH

The stopwatch begins to signal (1) and (2) button operations.

##### Working range

The total elapsed time and split time display is limited to 9 hours 59 minutes 59.999 seconds. Lap time display is limited to 99 minutes 59.999 seconds.

Whenever it will be reset and started again. The lap counter starts from 1 to 99 and resets from 0. When the stopwatch is reset to all zero, holding down the (3) button will toggle the latter display area between display of lap time and split time.

A 100 (including the number of laps) will flash on the display when memory is full if 99 lap times in the current group.

#### NORMAL TIME

CHART	START 0	STOP (1)	RESET
BUTTON OPERATION	(1)	(1)	(2)
DISPLAY			

#### NET TIME

CHART	START 0	STOP (1)	START (2)	STOP (1)	RESET (2)
BUTTON OPERATION	(1)	(1)	(2)	(1)	(2)
DISPLAY					

After stopping a net time operation by pressing (1), you can resume it by pressing (2) again.

#### LAP/SPLIT TIMES

CHART	START 0	1ST LAP (1)	2ND LAP (1)	3RD LAP (1)	STOP (1)	RESET (2)
BUTTON OPERATION	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(2)
DISPLAY						

#### MULTIPLE FINISHING TIMES

Example: To record the times of 100 different runners.

CHART	START	1ST FINISHER FINISHER	2ND FINISHER FINISHER	99TH FINISHER FINISHER	100TH FINISHER FINISHER	RESET
BUTTON OPERATION	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(2)
DISPLAY						

#### USING THE RECALL MODE

You can use the recall mode to view data in stopwatch memory.

- There is enough memory to store a total of up to 200 records, divided between two record groups of 100 each. If you record 100 times, the 100th time will not be stored in memory until you reset the stopwatch to all zero.
- Starting a new stopwatch elapsed time operation will cause the older of the two record groups to be deleted automatically in order to make room for a new group of records.
- There is also a "HIT LAP" record that displays the fastest lap time among all of the lap times currently in memory.
- Speed 1 (the fastest record) will always be displayed first whenever you press the (2) button to switch from the Stopwatch Mode to the Recall Mode.
- In the Recall Mode, each press of the (2) button will toggle the display between record group 1 and record group 2.
- Lap time records in memory can be recalled while an elapsed time operation is in progress or stopped.
- Memory records are cleared whenever a new Stopwatch Mode elapsed time operation is started by pressing the (1) button after pressing the (2) button to reset the stopwatch to all zero.

Holding down the (1) or (2) button results in high speed.



#### SETTING THE CURRENT TIME AND DATE

- In the Timekeeping Mode, hold down (1) for about ten seconds.
- Press (2) on a time signal to change the signals.
- Pushing setting can be changed. Press (1) to move the flashing.

```

    graph TD
      SECOND --> HOUR
      HOUR --> MINUTE
      MINUTE --> YEAR
      YEAR --> MONTH
      MONTH --> DAY
      DAY --> YEAR
  
```

- Use (1) (4) and (2) (1) to change the flashing setting.
- Flashing down the (1) or (2) button results in high speed.
- Press (2) to end time setting mode.
- Your signal can be set up to the year 2000.

**12/24 hour Timekeeping**  
In the Timekeeping Mode, press (1) to toggle between 12 hour and 24 hour timekeeping.

#### Beeper On/Off

In the Timekeeping Mode, hold down the (2) button for about ten seconds to toggle the beeper on or off.

#### Auto Return

The stopwatch returns to the Timekeeping Mode if left unused for a few minutes.

#### CARE OF YOUR STOPWATCH

- This stopwatch is water resistant up to five bars (atmosphere), which means you can use it in the rain or in areas where splashing water is present.
- Never forcefully operate the buttons of the stopwatch while it is immersed in water.
- You should have the rubber seal that keeps out water and dust replaced every 2 to 3 years.
- Should moisture appear inside the stopwatch, have it checked immediately by your dealer or a CASIO distributor.

#### SPECIFICATIONS

Accuracy at a normal temperature (20°C): ±0.5 seconds per month  
**STOPWATCH IN STOP.**

##### Display signals:

Time display: Hour, minutes, seconds, am/pm, year, month, day and day of the week.

Calendar system: Pre-programmed until the year 2000.

Stopwatch Display:

Measuring capacity: Total elapsed time display (9 hours, 59 minutes 59.999 seconds)

Lap time display (99 minutes 59.999 seconds)

Split time display (9 hours 59 minutes 59.999 seconds)

Measuring unit: 1/1000 second

Measuring modes: Net time, lap time, split time, 1 or 100th place time, lap counter (up to 99)

Memory capacity: 2 sets of 100 record each

Battery: One lithium battery (type CR2032)

Life span: 3 years continuous operation on type CR2032

(includes an average of 50 percent of battery per day)

Operating Temperature: 0°C to 40°C (32°F to 104°F)

## Anexo 16

Instrumento validado por el Doctor: Díaz Dumont, Jorge Rafael



### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y LA DISPONIBILIDAD

Nº	VARIABLE INDEPENDIENTE: MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>DIMENSIÓN 1</b> Horas totales del mantenimiento							
	$IMP = \frac{\text{Horas dedicadas a MP}}{\text{Hora Totales dedicadas al Mantenimiento}}$							
1	IMP: índice del mantenimiento preventivo MP: Mantenimiento preventivo	x		x		x		
	<b>DIMENSIÓN 2</b> Cumplimiento	Si	No	Si	No	Si	No	
	$ICP = \frac{N^{\circ} \text{ Ordenes realizadas}}{N^{\circ} \text{ de Ordenes Totales}}$							
2	ICP: Índice del cumplimiento de la planificación	x		x		x		
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: DISPONIBILIDAD</b>	x		x		x		
	<b>DIMENSIÓN 3</b> Mantenibilidad	Si	NO	Si	NO	Si	NO	
	$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de inactividad}}{N^{\circ} \text{ de fallas}}$							
	MTTR: Tiempo medio de reparación	x		x		x		
	<b>DIMENSIÓN 4</b> Confiabilidad	Si	No	Si	No	Si	No	
	$MTBF = \frac{\text{Tiempo total de funcionamiento}}{N^{\circ} \text{ de fallas}}$							
	MTBF: Tiempo medio entre fallas	x		x		x		

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

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr.:    Jorge Rafael Díaz Dumont

DNI:    08698815

Especialidad del validador:    Ingeniero Industrial

21 de octubre del 2020

<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 dimensión

Dr. Jorge Rafael Díaz Dumont (PSE)  
 INGENIERO INDUSTRIAL  
 SANCTI SPIRITUS - PERU

-----  
 Firma del Experto Informante

## Anexo 17

Instrumento validado por el doctor: Malpartida Gutierrez, Jorge Nelson



### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

N <sup>o</sup>	VARIABLE INDEPENDIENTE: MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>DIMENSION 1</b> Horas totales del mantenimiento							
1	$IMP = \frac{\text{Horas dedicadas a MP}}{\text{Hora Totales dedicadas al Mantenimiento}}$ IMP: Índice del mantenimiento preventivo MP: Mantenimiento preventivo	X		X		X		
	<b>DIMENSION 2</b> Cumplimiento							
2	$ICP = \frac{N^{\circ} \text{ Órdenes realizadas}}{N^{\circ} \text{ de Órdenes Totales}}$ ICP: Índice del cumplimiento de la planificación	X		X		X		
	<b>N<sup>o</sup></b> VARIABLE DEPENDIENTE : DISPONIBILIDAD							
	<b>DIMENSION 3</b> Mantenibilidad							
3	$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de inactividad}}{N^{\circ} \text{ de fallas}}$ MTTR: Tiempo medio de reparación	X		X		X		
	<b>DIMENSION 4</b> Confiabilidad							
4	$MTBF = \frac{\text{Tiempo total de funcionamiento}}{N^{\circ} \text{ de fallas}}$ MTBF: Tiempo medio entre fallas	X		X		X		

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

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Jorge Nelson Malpartida Gutiérrez

DNI: 10400346

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

23 de octubre del 2020

<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 dimensión.

-----  
 Firma del Experto Informante.

## Anexo 18

Instrumento validado por MSC Delgado Montes, Mary Laura



### CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y LA DISPONIBILIDAD

Nº	VARIABLE INDEPENDIENTE: MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Sí	No	Sí	No	Sí	No	
	<b>DIMENSIÓN 1 Cumplimiento</b>							
1	$ICP = \frac{MPR}{MPP} \times 100\%$ ICP: índice del cumplimiento de la planificación (%) MPR : Mantenimiento preventivo realizado (U) MPP: Mantenimiento preventivo planificado (U)	✓		✓		✓		
	<b>DIMENSIÓN 2 Horas totales del mantenimiento</b>							
2	$IMP = \frac{HMP}{HMT} \times 100\%$ IMP: Índice del mantenimiento programado (%) HMP: Horas del mantenimiento programado (h) HMT: Horas totales dedicadas al mantenimiento (h)	✓		✓		✓		
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE : DISPONIBILIDAD</b>							
	<b>DIMENSIÓN 3 Confiabilidad</b>							
	$MTBF = \frac{TTF}{NF}$ MTBF: Tiempo medio entre fallas (h/falla) TTF: Tiempo total de funcionamiento (h) NF: Número de fallas	✓		✓		✓		
	<b>DIMENSIÓN 4 Mantenibilidad</b>							
	$MTTR = \frac{TTPA}{NF}$ MTTR: Tiempo medio para reparación (h/falla) TTPA: Tiempo total de paradas por averías (h) NF: Número de fallas	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

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

Apellidos y nombres del juez validador. MSc Delgado Montes, Mary Laura

DNI: 42917804

Especialidad del validador: Gestión de procesos y operaciones

25 de Octubre del 2020

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

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

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

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los indicadores planteados son suficientes para medir la dimensión.

  
 -----  
 Firma del Experto Informante.



## Anexo 19

### Carta de autorización de la empresa



Carta de aceptación de la empresa

Lima, 15 de abril del 2021

Señores:

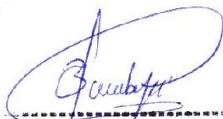
- Ccoyllo Meza, Jhon Ronald
- Claudio Niño, Denil Marin

Alumnos de la universidad Cesar Vallejo

Tengo el agrado de dirigirme a Ustedes, con la finalidad de hacer de su conocimiento en consideración con lo solicitado, ha sido admitida la realización de su proyecto de investigación en nuestra empresa Jardel Perú S.A.C. sede San Juan de Miraflores, en el área de inspección técnica vehicular.

Aprovecho la oportunidad para expresarles mi consideración y estima personal.

Atentamente:



JULIO C. BAMBERGER TASILLA  
DNI 09417429  
C.I.T.V. JARDEL PERU S.A.C.  
ADMINISTRADOR  
S.I.M