



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Aplicación de un programa de mantenimiento preventivo para mejorar  
la disponibilidad de compresores en el área de operaciones de la  
empresa GESA, 2018

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
Ingeniero Industrial

**AUTOR:**

Morales Ruiz, Alvaro Felix ([orcid.org/0000-0002-8256-3485](https://orcid.org/0000-0002-8256-3485))

**ASESORA:**

Dra. Sánchez Ramírez, Luz Graciela ([orcid.org/0000-0002-2308-4281](https://orcid.org/0000-0002-2308-4281))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial Productiva

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo industrial de productos y servicios

LIMA-PERÚ

2018

## **Dedicatoria**

A mis padres, por su apoyo tanto moralmente como económico, al igual que sus consejos que me ayudaron a seguir adelante aun por encima de los problemas.

## **Agradecimientos**

A mi familia por haberme dado ánimos para seguir adelante, también agradezco a mis compañeros del trabajo que me ayudaron en la recolección de la información, que me apoyaron en mi trabajo cuando ingrese y también a mi jefe que me dio la oportunidad de desenvolverme de forma plena en el área de operaciones de Grifos Espinoza.

## Índice de contenidos

Cátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	8
III. METODOLOGÍA.....	24
<b>3.1. Tipo y diseño de investigación .....</b>	<b>24</b>
<b>3.2. Variables y operacionalización .....</b>	<b>26</b>
<b>3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis .....</b>	<b>29</b>
<b>3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos.....</b>	<b>31</b>
<b>3.5. Procedimientos .....</b>	<b>33</b>
<b>3.6. Método de análisis de datos .....</b>	<b>33</b>
<b>3.7. Aspectos éticos.....</b>	<b>34</b>
IV. RESULTADOS .....	35
V. DISCUSIÓN.....	56
VI. CONCLUSIONES.....	61
VII. RECOMENDACIONES .....	63
REFERENCIAS.....	64
ANEXOS .....	70

## Índice de tablas

Tabla 1. Validez de instrumentos .....	82
Tabla 2. Grado e confiabilidad.....	82
Tabla 3. Lista de fallas ocurridas entre Octubre del 2018 al Enero del 2019.....	82
Tabla 4. MTTR (tiempo medio entre fallos) y MTBF (tiempo medio entre reparación) de octubre 2018 a enero 2019 .....	38
Tabla 5. tiempo medio entre fallos (MTBF) .....	41
Tabla 6. Tiempo medio entre reparación (MTTR).....	42
Tabla 7. Disponibilidad .....	41
Tabla 8. Nivel porcentual de equipos críticos dentro del mantenimiento (NPECM) .....	44
Tabla 9. Nivel porcentual de mantenimientos preventivos ejecutados (NPMPE) .	45
Tabla 10. Nivel porcentual de mantenimientos preventivos (NPMP).....	46
Tabla 11. Resumen de procesamiento de datos .....	47
Tabla 12. Resumen de procesamiento de datos Prueba de normalidad (MTBF).	47
Tabla 13. Prueba de SIG (MTBF).....	48
Tabla 14. Interpretacion.....	32
Tabla 15. Estadísticos descriptivos (MTBF). .....	49
Tabla 16. Estadístico de prueba (MTBF).....	49
Tabla 17. Prueba de Wilcoxon (MTBF) .....	32
Tabla 18. Resumen de procesamiento de datos (MTTR).....	50
Tabla 19. Prueba de normalidad (MTTR). .....	50
Tabla 20. Prueba de SIG (MTTR).....	50
Tabla 21. Interpretacion.....	32
Tabla 22. Estadísticos descriptivos (MTTR). .....	51
Tabla 23. Estadístico de prueba (MTTR).....	51
Tabla 24. Prueba de Wilcoxon (MTTR). .....	52

Tabla 25. Resumen de procesamiento de datos (Disponibilidad) .....	52
Tabla 26. Prueba de normalidad (Disponibilidad).....	52
Tabla 27. Prueba de SIG.....	53
Tabla 28. Interpretacion.....	32
Tabla 29. Estadísticos descriptivos (Disponibilidad).....	54
Tabla 30. Estadístico de prueba (Disponibilidad). .....	54
Tabla 31. Prueba de Wilcoxon (Disponibilidad).....	54

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Principales fallas correctivas (octubre de 2018 a enero del 2019) .....	98
Figura 2. Disponibilidad esperada .....	98
Figura 3. MTBF (tiempo medio entre fallos) .....	98
Figura 4. MTTR (Tiempo medio entre reparación). .....	42
Figura 5. Disponibilidad mejorada .....	98
Figura 6. Nivel porcentual de equipos críticos dentro del mantenimiento (NPECM). .....	98
Figura 7. Nivel porcentual de mantenimientos preventivos ejecutados (NPMPE).45	
Figura 8. Nivel porcentual de mantenimientos preventivos (NPMP).....	46

## **Resumen**

La investigación presentada tuvo como objetivo general, Determinar si un Programa de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de compresores en el área de operaciones de la empresa GESA, 2018. Este estudio de acuerdo a su tipo fue aplicado, de acuerdo al nivel de investigación fue explicativa, y de acuerdo al tipo de diseño metodológico fue cuasi experimental, por lo que los datos se obtuvieron mediante la manipulación de la variable independiente, Programa de mantenimiento preventivo para observar su efecto sobre la variable dependiente, disponibilidad. Los instrumentos de esta investigación fueron fichas de recolección de datos con fórmulas metodológicas cuyas técnicas fueron la observación y registro de base de datos de la empresa. La validez de los instrumentos se realizó por la validación de juicio de expertos, el procesamiento y análisis de los datos se realizó por medio de programa SPSS Statistics versión 23.

Palabras clave: Programa de mantenimiento, preventivo, disponibilidad.



## **Abstract**

The general objective of the research presented was to determine if a preventive maintenance program improves the availability of compressors in the area of operations of the company GESA, 2018. This study according to its type was applied, according to the level of investigation it was explanatory, and according to the type of methodological design was quasi-experimental, so the data was obtained by manipulating the independent variable, Preventive maintenance program to observe its effect on the dependent variable, availability. The instruments of this research were data collection cards with methodological formulas whose techniques were the observation and registration of the company's database. The validity of the instruments was carried out by the validation of expert judgment, the processing and analysis of the data was carried out through the SPSS Statistics version 23 program.

Keywords: Preventive, maintenance program, availability.

# I. INTRODUCCIÓN

## Realidad problemática

Las estaciones de servicio (grifos) han tenido un crecimiento increíble, desde que en 1906 la empresa Standard oil (actualmente ChevronTexaco) creó en la ciudad de Seattle, Washington, el primer grifo moderno hasta la creación de la OPEP en 1960 de ahí el consumo ha ido en aumento, ahora no hay ciudad o pueblo en el mundo el cual no posea al menos una estación de servicio, esto debido a que el crecimiento poblacional está relacionado directamente con el aumento en la demanda de combustible (con valores de octanaje de 84, 90, 95, 97, 98 y DB5).

En el mercado global de gasolina, (Ver Anexo 6) se ve que desde el año 2007 al 2017 aumentó de 21769 a 26046 (1000 b/d) con un crecimiento de 4277 en esos 10 años, por otro lado si comparamos el crecimiento promedio desde 1980 hasta el 2017 de gasolina y gas natural, (Ver Anexo 7) primer sustituto de la gasolina, ha tenido un crecimiento promedio de 1.50% mientras que el gas natural creció en un 2.53% de mostrando que hay un crecimiento en la demanda de gas natural, esto debido al buen recibimiento por parte de la comunidad internacional que ha tenido el GNV (gas natural vehicular) y que cada vez se está normalizando más debido a su bajo costo y beneficio del medio ambiente.

Por otro lado, al nivel regional (Ver Anexo 8) México es el país que más consume gas natural, entre el 2012 al 2017 ha tenido un 28.89% del promedio de la demanda de gas al nivel regional, seguido de Argentina con 21.26% y Brasil con 15.63%, en ese tiempo se vio que México llegó a un máximo de 70919 (m standard cu m) que fue en el año 2014 mientras que Ecuador tuvo la demanda más baja en 2017 de 461 (m standard cu m)

Por otra parte, entrando al nivel local, la producción de gas natural ha ido aumentando (ver Anexo 9), como se aprecia la producción de gas natural ha tenido su mayor porcentaje de crecimiento el año 2010 de 104% con respecto al año anterior 2009, de ahí en adelante hasta el 2017 se ha ido normalizando la demanda, pero en promedio ha crecido un 21.93%

Esa producción de gas se distribuye entre las diferentes empresas distribuidoras de GNC, entre estas se encuentran: Pluspetrol (84.13%), Repsol (12.04%), Petrobras (1.14%) y el resto de empresas que se reparten 2.70%. (Ver Anexo 10).

En el Perú ya para el 2018 hay más de 4700 grifos a lo largo del territorio peruano, según Fattorini (2018): Hay más de 4700 grifos a lo largo del país, 2,837 ubicados en estaciones de servicios, 942 incluyen gasocentros de GLP y el resto se reparte entre los que tienen instalado GNV y aquellos que son flotantes, entre otros. El conglomerado empresarial de más hegemonía actualmente es Primax el cual cuenta con 600 estaciones, luego le sigue Repsol con 325 estaciones de servicio, en tercer lugar, se encuentra la empresa estatal Petroperú con su marca Petrored con 634 estaciones de servicio, y el resto se distribuye entre diversas empresas como. (π. 1-8).

En este contexto se desarrolla la empresa Grifos Espinoza Sociedad Anónima Cerrada, pertenece al rubro de estaciones de servicio o grifos, es una gran empresa con más de 100 trabajadores de venta y comercialización de combustible (Combustible líquido, Gas licuado y Gas natural vehicular para el sector automotor); la empresa cuenta con 21 estaciones de servicio y una planta de gas natural comprimido (Ver Anexo 11).

Actualmente cuenta con la siguiente estructura organizacional (Ver Anexo 12) la competencia es amplia y fuerte ya que cuenta con pocas estaciones y teniendo esas pocas tiene un gran problema en lo que respecta al manejo del mantenimiento de sus equipos, una muestra es que en octubre del 2018 a enero del 2019 se reportó 422 solicitudes de mantenimiento relacionado con los compresores de GNV del área de operaciones (Ver anexo 13); los tanques pueden seguir operando y hay varios surtidores, pero por estación solo hay un compresor por lo general.

Por ello es necesario incrementar la baja disponibilidad de los compresores que la empresa GESA tiene en su propiedad dentro de la dirección del área de operaciones. Para ello hemos realizado un diagrama de Ishikawa para ver las causas de este problema. (Ver anexo 14) y ordenamos el número de ocurrencias en una tabla (Ver anexo 15) para organizarlas en un Pareto (Ver anexo 16) y ver cuál es la que tiene mayor peso

## **Formulación al problema**

### **Problema General**

PG1: ¿De qué Forma la aplicación de un Programa de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de compresores en el área de operaciones de la empresa GESA, 2018?

### **Problemas específicos.**

PE1: ¿En qué aspecto la aplicación de un Programa de mantenimiento preventivo mejora la Mantenibilidad para compresores en el área de operaciones de la empresa GESA, 2018?

PE2: ¿Cómo podría la aplicación de un Programa de mantenimiento preventivo mejora la Confiabilidad para compresores en el área de operaciones de la empresa GESA, 2018?

### **Justificación del estudio**

#### **Justificación teórica.**

Para este caso este trabajo sirvió para apoyar la idea que un programa para el mantenimiento preventivo bien planeado y ejecutado puede tener efectos beneficiosos sobre la disponibilidad, cumpliendo el principio que apoya una teoría.

Gonzales y Covino (2021) definieron que una justificación teórica es cuando: “El autor investigador busca sumar más conocimiento al que ya ahí bibliográficamente acerca del fenómeno estudiado.” (p. 63)

En otras palabras, el autor indica que se escoge cuando se quiere adicionar o reforzar estudios previos para futuros investigadores que quieran toca los mismos temas o basarse en las mismas variables.

#### **Justificación metodológica.**

En este caso como forma de conseguir información se usará el historial de vida de cada máquina (ver figura) de acuerdo a lo indicado.

Por lo que Gonzales y Covino (2021) nos dicen con respecto a la justificación metodológica que: “El investigador puede usar esta justificación en caso utilice

algún nuevo método, alguna instrumentaría novedosa o se ha atacado el problema, trabajándola de manera innovadora.” (p. 63)

Como nos dijo, debe ayudar a crear nuevas formas de obtención de información.

### **Justificación práctica.**

El trabajo presentado quiere resolver el dilema de la escasa disponibilidad que existe en los compresores del área de operaciones de la empresa GESA, debido a que es un equipo muy costoso cuya instalación es compleja con partes o equipos que la mayoría de las veces se tiene que importar ya que es hecho a pedido.

Con respecto a la justificación practica nos infiere Alvarez (2020) definir qué variación en el entorno generaría el fruto de la investigación con respecto al ámbito en que esta se desenvuelve (p. 2)

Como nos explicó, la justificación es practica cuando quiere o busca resolver un problema en post de mejorar la organización o el proceso en que está dentro.

### **Justificación Social.**

En este caso aquellos que se beneficiaran más de nuestro trabajo serán aquellos estudiantes que estén iniciando una carrera en el área de las estaciones de servicio, y lo pueden usar como base para futuros trabajos o como apoyo para sus propias empresas.

También vale mencionar que Fernández (2020) nos informó que la justificación social “Debe contar con cierto grado de importancia sobre la sociedad ayudando a resolver sus problemas que les afecten” (p. 71)

Esto nos quiere decir que debe tener un valor para la sociedad ya que debe beneficiarla en algún modo con la aplicación del estudio.

### **Justificación Económica**

Los compresores del área de operaciones son muy costosos por lo que su mantenimiento es prioritario, las partes se tiene que importar y en caso fallar se tiene que cambiar el compresor por otro nuevo, esto traería costos de instalación muy elevados al igual que de mantenimiento.

En este caso como nos dijo Gonzales y Covinos (2021) la justificación económica: “Su empleo está relacionado y es inherente en la intervención sobre los costos, ganancias y mejora de las actividades empresariales de la organización” (p. 63)

### **Justificación legal.**

Bernal (2010) Dijo: “El conocimiento científico tiene sus bases en leyes a la vez que en pautas generales. Se usan como un marco de referencia en sí pero no es considerada algo estrictamente rígido.” (p. 67)

Con esto Quiso decir que hace referencia a las normas que respaldan los programas y acciones desarrolladas en el presente trabajo, en este caso el trabajo se ampara en la Norma Técnica Peruana NTP 111.019.2007

INDECOPI dijo (2007):

Los compresores ha de ser evaluados según los requisitos especificados según las normas imperantes por el mismo fabricante. En este caso la entidad competente puede solicitar pruebas que garanticen el funcionamiento óptimo del aparato. (p. 39)

Esto quiere decir que la OSINERMINING (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería) hará la inspección necesaria acerca del buen funcionamiento del compresor de cada estación de servicio.

## **Hipótesis.**

### **Hipótesis general.**

HG: Aplicando un Programa de mantenimiento preventivo aumenta la disponibilidad de compresores dentro del área de operaciones de la empresa GESA, 2018.

HG0: Ejecutando un Programa de mantenimiento preventivo no mejora la disponibilidad de compresores en el área de operaciones de la empresa GESA, 2018.

### **Hipótesis específicas.**

HE1.1: El desenvolvimiento de un Programa de mantenimiento preventivo mejora la Mantenibilidad de compresores en el área de operaciones de la empresa GESA, 2018.

HE1.0: El desarrollo de un Programa de mantenimiento preventivo no mejora la Mantenibilidad de compresores en el área de operaciones en la empresa GESA, 2018.

HE2.1: La Utilización de un Programa de mantenimiento preventivo mejora la Confiabilidad de compresores en el área de operaciones en la empresa GESA, 2018.

HE2.0: El empleo de un Programa de mantenimiento preventivo no mejora la Confiabilidad de compresores dentro del área de operaciones para la empresa GESA, 2018.

## **Objetivos**

### **Objetivo general.**

OG: Obtener de qué forma el desarrollo del Programa de mantenimiento preventivo hace crecer la disponibilidad de compresores en el área de operaciones de la empresa GESA, 2018.

### **Objetivos específicos.**

OE1: Corroborar de qué manera la ejecución del Programa de mantenimiento preventivo mejora la mantenibilidad de compresores en el área de operaciones de la empresa GESA, 2018.

OE2: Cerciorarse en qué modo el progreso del Programa de mantenimiento preventivo mejora la confiabilidad de compresores en el área de operaciones de la empresa GESA, 2018.



## II. MARCO TEÓRICO

### **Antecedentes Nacionales.**

Solis y Lozano (2018) Para su tesis Aplicación del mantenimiento preventivo, para mejorar la disponibilidad de flota de montacargas en la empresa grúas Luguensi s.a.c - Chimbote, 2018, de la Universidad Cesar Vallejo. Cuyo Objetivo general fue mejorar la disponibilidad de la flota de montacargas mediante un mantenimiento preventivo en la empresa Grúas Luguensi SAC – Chimbote 2018. Su metodología de investigación fue de tipo aplicada, Nivel descriptiva y explicativa, enfoque cuantitativo, diseño pre experimental analítica, el autor concluyó que la disponibilidad tuvo un valor de 79.75%, posteriormente de ejecutar el mantenimiento preventivo se logró una cuantificación de 89.87% con lo que se plasmó un crecimiento de este indicador.

Gutiérrez, (2018) para su trabajo Propuesta De Mantenimiento Preventivo Para MejorarLa disponibilidad Mecánica Del Cargador Frontal Caterpillar 966h en Una EmpresaDe Servicios, Callao, 2018, de la Universidad Cesar Vallejo. Cuyo objetivo general se centra en conseguir el crecimiento de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad mecánica del cargador frontal Caterpillar 966H en una empresa de servicio, Callao, 2018. Su metodología de investigación fue de tipo aplicada, Nivel explicativa, enfoque cuantitativo, diseño cuasi experimental, el autor llego a la conclusión que en lo que respecta al aparato y su disponibilidad, este se eleva de 71.42% a 93.08% con una diferencia del 21.66 % proyectando un crecimiento vital para este aspecto

Hora (2018) cuyo proyecto, Implementación de un programa de mantenimiento preventivo con el fin de aumentar la disponibilidad de las unidades de transporte tractocamión international I9200 en la empresa de transportes nicmar s.a.c, de la Universidad Cesar Vallejo. Cuyo objetivo general está en sumar a la disponibilidad de la flota de camiones a través de la disposición de un plan basada en mantenimiento preventivo para las unidades de transporte tracto-camión international I9200 de la empresa de transportes nicmar s.a.c. Su metodología de investigación fue de tipo aplicada, nivel explicativo, enfoque cuantitativo, diseño cuasi experimental, el autor llego al punto que la disponibilidad de en ese entonces creció fruto del ejercicio del plan de reparaciones preventivos en un 13-15%.

Morales y Gonzales (2018) para su proyecto Aplicación de la estrategia de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad del manipulador de materiales, empresa siderperú s.a.a. Chimbote, 2018. de la Universidad Cesar Vallejo. Cuyo objetivo general fue mejorar la disponibilidad del manipulador de materiales de la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote 2018, aplicando la estrategia de un plan de mantenimiento preventivo, su metodología de investigación fue de tipo aplicada, nivel explicativo, enfoque cuantitativo, diseño cuasi experimental, el autor concluyó que la entrega del plan de preventivos para el mantenimiento logró una mejora de 90,60%, observándose que posterior a la ordenanza y ejecución del test (señalado líneas arriba), visibiliza una suma de 7,02%, logrando llegar a un porcentaje de 97,62%.

Zavala (2018) en su tesis plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos médicos en Essalud – Virú 2018. Para la entidad universitaria Cesar Vallejo. Cuyo meta u objetivo general es poner de manifiesto que en lo que respecta a instrumentaría medica de ESSALUD-Viru, se puede aumentar de manera positiva la disponibilidad a través del Plan de mantenimiento preventivo, su metodología de investigación fue de tipo aplicada, nivel descriptivo, enfoque cuantitativo, diseño pre experimental, el redactor de la tesis concluyó que posteriormente al proceder con la ejecución del mantenimiento en este caso preventivo basada en planes genero el crecimiento de la disponibilidad en un 98%.

#### **Antecedentes internacionales.**

García (2015) para su tesis Modelo para la gestión focalizado en el mantenimiento para aumentar la calidad del servicio dentro del área de tensión elevada de STC metro perteneciente a la urbe de México. Para la entidad institucional politécnica nacional. su Objetivo general era elaborar una correcta Gestión focalizado para el Mantenimiento en pro de la Calidad que se mide del servicio para el área de Tensión elevada dentro del Sistema Colectivo de transporte referido al Metro en la ciudad de México, su metodología de investigación fue de tipo aplicada, nivel descriptivo, explicativo y exploratorio, enfoque cuantitativo con características cualitativas,

diseño de investigación de campo no experimental, al finalizar el autor llego que luego de aplicar sencillas y muy importantes modificaciones se puede percibir un crecimiento del OEE de un 76.9% (antes de la implementación) hasta un 83.9% (después de implementar filosofías y herramientas de calidad).

Heredia y Ortiz (2017) en su Tesis, aplicación del correcto plan del mantenimiento preventivo en post del crecimiento de la disponibilidad insitu en los equipos del Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez Román para la urbe de Riobamba. Realizado a través de la escuela superior politécnica de Chimborazo. Para el cual se tenía como objetivo general implementar estrategias de mantenimiento preventivo para el buen crecimiento de la disponibilidad en la instrumentaría del Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez Román dentro de la urbe de Riobamba, su metodología de investigación fue de tipo aplicada, nivel descriptivo explicativo, enfoque cuantitativo, diseño cuasi experimental, el autor reflexiono que la diferencia para la disponibilidad registrada antes y después de aplicar la variable es de un 15 %de aumento positivo.

Yancha (2017) en su Tesis de acerca del estudio del mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad operativa en los equipos de la Planta Casigana de la empresa pública EMAPA Ambato. De la Universidad Tecnológica Indoamérica. Cuyo objetivo general fue estudiar el grado de incidencia del mantenimiento preventivo para la disponibilidad de los artefactos y activos en la factoria Casigana perteneciente a la empresa estatal EMAPA Ambato, su metodología de investigación fue de tipo aplicada, nivel descriptivo explicativo, enfoque cuantitativo cualitativo, diseño cuasi experimental, el autor concluyó que la disponibilidad medida por medio de la Efectividad Global del Equipo (OEE) es de 88%, se concluyó que posiblemente existiría un mejoramiento de la disponibilidad si se tomaran acciones por los encargados de mantenimiento.

Martínez (2017) en su Tesis ejecución de estudio de la gestión de un cronograma de mantenimiento preventivo y su efecto en la disponibilidad de las maquinas ubicadas dentro de la mina de caliza de la planta Otavalo. Cuyo objetivo general fue evidenciar el crecimiento positivo por medio de la gestión de mantenimiento preventivo para la disponibilidad de los artefactos dentro de la mina de caliza, su metodología de investigación fue de tipo aplicada, nivel descriptivo correlacional,

enfoque cualitativo y cuantitativo, diseño cuasi experimental, el autor concluyó que la gestión de mantenimiento tiene un cumplimiento del 63%, disponibilidad promedio del 74% y para incrementar esta última se tiene aumentar la fiabilidad a 96% ya que está directamente relacionada.

Illanes (2019) en su Tesis Plan de mantenimiento que emplea el análisis de aceite orientado al mejoramiento de la disponibilidad operativa de los vehículos para el transporte masivo "Waynabus" de la ciudad de el alto. De la universidad Mayor de San Andres. Cuyo objetivo general es hacer crecer la disponibilidad mecánica de los buses WaynaBus empeñando el plan de mantenimiento predictivo basado en los análisis de aceite. Su metodología de investigación en este caso es aplicada, nivel explicativo, enfoque cuantitativo, con un diseño pre-experimental, el autor concluyo que la disponibilidad subió del 72.82% a 97.84%.

### **Teorías relacionadas al tema**

#### **Programa de mantenimiento preventivo**

Ahora definiendo nuestra primera variable, el programa para el mantenimiento preventivo Montilla (2016) explicó:

Un programa de mantenimiento preventivo es una conjunción de actividades demantenimiento cuya meta primordial es evitar la frecuencia de las fallasque pueden aparecer en un conjunto productivo, basándonos en la ejecuciónde unas tareas básicas (observar inspeccionar calibrar, ajustar, cambiar, lubricar, repara, etc.), en unos tiempos predeterminados, referida a cada ciclo de producción en particular. (p. 59)

Esto significa que su sustentación se basa en realizar una serie de actividades sencillas que consistes en lubricar, ajustar en otras para así evitar la alta frecuencia de fallo imprevisto en un sistema productivo.

Las actividades que tendrá un programa de mantenimiento serán por periodicidad y otras por oficio, para que un programa de mantenimiento preventivo rinda frutos y disminuir tanto la ocurrencia como el impacto de las composturas en los equipos, para ello se puede utilizar ciertas medidas principales.

Inventario de equipos, inmuebles y vehículos.

Montilla (2016) consideró:

Se quiere lograr un censo de las maquinas que van a estar dentro del programa de mantenimiento [...] con este inventario se forma un archivo de cada máquina, la cual esta codificada para un mejor manejo, también cabe recalcar que [se debe evitar] la situación en que alguna máquina de prioridad menor quede dentro del programa y peor aún, que una maquina importante quede fuera. (p. 63)

Esto vendría a ser el levantamiento de información de datos técnicos e inventario de las maquinas críticas, aquellas cuya falla pueda afectar en gran medida el servicio, una forma de mantener el control de esto sería tener un indicador que mida el porcentaje entre equipo críticos inventariados sobre los equipos críticos totales

### **Programación.**

Montilla (2016) escribió: “El conjunto de acciones las cuales están destinadas a organizar que ciertas actividades se ejecuten en un periodo determinado con el fin de lograr un mejor manejo de los recursos ya sea humanos, repuestos o herramientas.” (p. 85)

Esto quiere decir que se tiene que coordinar que tareas se harán, y en que frecuencias usando de manera más óptima tanto recurso de personal técnico como recursos materiales, una forma de medir esto es por medio del porcentaje de protocolos de MP ejecutadas según el programa y la carga laboral motivada por las rutinas del MP.

### **Rutinas básicas de mantenimiento.**

Montilla (2016) concluyó:

Constituye un conjunto de actividades relacionadas con la mecánica, lubricación, electricidad e instrumentación, plasmadas en plantillas predefinidas y estandarizadas para poder ejecutarlos siguiendo una determinada ruta preestablecida con el fin de así disminuir el desperdicio en tiempo y recursos humanos y beneficiar a la empresa. (p. 74)

Esto significa que las rutinas básicas son tareas sencillas que se realizan al momento se ejecutar los mantenimientos preventivos de una Manera lógica sin desperdicio de recursos, una forma de medir esta dimensión sería por medio de la cifra de actividades de mantenimiento que fueron pedidas y se originan de protocolos del MP.

Para su mayor comprensión se pasan a definir.

### **Lubricante**

Nielsen (2016) definió: “mezcla de compuestos químicos que tiene forma viscosa y sirve para disminuir el desgaste por rozamiento al contacto entre objetos solidos principalmente metales” (p. 7)

Por otro lado, programa de manteniendo preventivo tiene diversas definiciones en la literatura, por ejemplo.

Torres (2015) explicó:

Con el fin de realizar el plan o programa, se debe aplicar el método por fases denominado el método por fase denominado PDCA que está basado en el ciclo del mejoramiento continuo, el cual está formado por las siguientes etapas. (p. 222)

En otras palabras, lo que nos quiso dar a atender el autor es que una forma de abordar algún tipo de programa enfocado en el mantenimiento preventivo es por medio del método de mejora continua siguiendo el ciclo como una línea o un proceso continuo, y paso a descomponerlo en las siguientes dimensiones.

### **Planificar.**

Torres (2015) explicó:

Teniendo conocimiento de la situación que se tiene actualmente y los recursos disponibles, se deben definir los objetivos que se quieren cumplir [...], ya fijado los objetivos se puede proceder al avance siempre y cuando se asegure cada uno de ellos, el objetivo tiene que hacerse lo más concreto posible solo así será su alcance posible. (p. 222)

Con esto nos explicó que se debía definir los objetivos de dicho programa en base a los recursos con los que se disponía actualmente.

### **Ejecutar el plan.**

Torres (2015) escribió: “Una vez fijado el punto de inicio y los o metas a los cuales se quieren lograr, se deben gestionar los recursos tanto materiales como humanos para llegar a ello” (p. 222)

Con esto se refirió a programar y asignar el personal según un cronograma para así empezar con el respectivo programa

### **Controlar.**

Torres (2015) definió: “Es indispensable hacer un seguimiento a las actividades planificadas de tal forma que ver que se cumplan y así poder cerciorarnos de la efectividad de dicho programa” (p. 222)

Esto nos dice que se debe evaluar las metas que nos propusimos al iniciar el programa, para así saber en cuanto se logró cumplir con dichas metas planteados inicialmente al momento de desarrollar el programa de mantenimiento comparándolos con las metas ya establecidas anteriormente.

### **Actuar.**

Torres (2015) explicó: “Si existen alguna clase de variación entre el resultado predefinido y el resultado obtenido real, se debe corregir centrándonos en la adecuada planificación y ejecución, logrando de esta manera una positiva retroalimentación del plan” (p. 222)

Esto vino a ser la intervención cuando un programa se sale del rumbo antes establecido, en ese caso se debe intervenir para evitar desviaciones.

Por otra parte, para el programa de mantenimiento preventivo.

Molina, Blanco y Sánchez (2018) escribieron:

El mantenimiento preventivo consiste en las actividades necesarias ejecutadas sobre los equipos con el fin de que estos mismos puedan proporcionar un servicio de calidad, también hay que tener en cuenta que los

equipos que se deben adquirir nos deben permitir un trabajo de calidad. (p. 5)

Estas consisten en la compra de equipos de calidad los cuales sea permisible poder hacer mantenimiento, que seas viables económicamente el recuperarlos y su mantenimiento.

Por otra parte, según los autores Rayme y Diaz (2021): “El mantenimiento preventivo consiste en una herramienta cuyo propósito es efectuar avances en la productividad de los aparatos de la empresa mediante la descomposición de sus dimensiones que en este caso son disponibilidad y la programación del mantenimiento” (p. 61)

Esta se divide en las dimensiones de disponibilidad y programación del mantenimiento

### **Disponibilidad**

Rayme y Diaz (2021) definieron: “disponibilidad como la capacidad inherente a una instrumentaría para ser usado en el momento requerido. Siendo este el objetivo principal del mantenimiento, en el caso en que la disponibilidad se pueda medir, entonces se podrá evaluar el rendimiento de la gestión de mantenimiento” (p. 61)

### **Programación del mantenimiento**

Rayme y Diaz (2021) definieron como cuando:

Se asigna material y mano de obra de manera frecuente y constante destinados al mantenimiento de equipos, no solo conlleva el mantenimiento sino también inspeccionarlo regularmente y contar con técnicos experimentados que también nos ayuden a programar y definir qué tipo de mantenimiento preventivo realizar. (p. 61)

También se puede definir de otra manera al mantenimiento preventivo. En este caso Pérez (2021) nos informó que:

El mantenimiento preventivo se sirve de una suma de acciones que se planean ejecutar con anticipación y se llevan a cabo en periodos definidos,



están diseñados para garantizar una correcta operatividad de los activos durante las operaciones o procesos de la empresa u organización. (p. 39)

Con esto nos quiere decir, que el mantenimiento debe mantener la calidad y garantía de las maquinas que se compraron para la buena eficiencia en los procesos y operaciones en una empresa

Esta variable se desintegra en varias dimensiones:

### **Cubrimiento del MP.**

Pérez (2021) escribió: “revisar la fracción del número de equipo o maquinarias críticas, para las cuales se organizaron programas para los MP.” (p. 39)

Con los que nos quiere decir que se debe cuantificar la cantidad de equipos críticos que abarca en MP.

### **Ejecución del MP.**

Pérez (2021) escribió: “consiste en medir la fracción de las rutinas del MP que han sido finalizadas en caso siga lo que dictamine el programa.” (p. 39)

Con esto nos pide comparar los mantenimientos realizados sobre los programados y ver el versus de estos

Actividades producidas por repetir los MP.

Pérez (2021) escribió: “el número de actividades de mantenimiento que han sido requeridas cuyo principio están en las rutinas del MP.” (p. 39)

Se enfoca comparar los mantenimientos solicitados versus los que ya están programados Otros antecedentes para el Programa de mantenimiento preventivo

Salgado, Martinez y Santos (2018), indicaron:

Mantenimiento preventivo (MP) forma una conjunción de actividades preventivas que se realizan en tiempo fijo en un determinado equipo o sistema, [...] Todos los equipos al momento de adquirirse cuentan con un manual donde figuran los mantenimientos que se tiene que realizar para así evitar alguna falla de cualquier tipo, entre las actividades están la inspección, aseo, lubricación,

calibración, alineación, y/o reemplazo de piezas por desgaste o producto de algún fallo. (p. 157)

Con esto los autores nos quieren decir que es una serie de actividades en frecuencias ya planteadas que consisten en tareas sencillas que van desde lubricación y limpieza hasta el reemplazo de piezas en post de minimizar las fallas.

Este se descompone en las siguientes dimensiones:

#### **Restauración de componentes.**

Salgado, Martínez y Santos (2018) indicaron: "son las labores de lubricación, limpieza y mantenimientos donde no se cambia la parte de la falla" (p. 157)

#### **Sustitución de componentes.**

Salgado, Martínez y Santos (2018) escribieron: "consiste en cambiar las piezas que falla por otra nueva, esto se hace de acuerdo al tiempo que ha tenido desgastándose" (p. 157)

Por otra parte Programa de mantenimiento preventivo también es. Según Castellón (2018):

Un plan de mantenimiento preventivo surge por la obligación de alcanzar la eficiencia operativa en los aparatos. Para las organizaciones esto es en mayor medida de vital importancia ya que reduce los costos adicionales a causa de paros imprevistos, ya dentro de la organización. (p. 4)

Del cual se descompone en las dimensiones.

**Eficiencia funcional**, Eficiencia con que trabaja el equipo en un determinado momento

**Gastos**, Dinero perdido por la empresa que no se puede recuperar por lo general se invierte en costos indirectos.

También Programa de mantenimiento preventivo según García (2016): "Tiene como meta organizar acciones para evitar fallas y ejercer acciones correctivas cuando haya ocurrencia de falla de algún tipo, no se está centrando en la planificación

El autor nos da las siguientes dimensiones. ocurrencia de fallas.

García (2016) escribió: que “se formalizan acciones preventivas con el objetivo de no las mismas fallas” (p. 5)

pruebas y observaciones.

García (2016) definió que:” se analizan los equipos a fin de programar tareas que eviten la aparición de nuevas fallas.” (p. 5)

Otra forma de definir al mantenimiento preventivo

Aguilar (2016) explico:

Se conoce como mantenimiento preventivo a las acciones humanas que se aplican en las instalaciones, para así salvaguardar la calidad que proporcionan en determinados periodos definidos con el objetivo de evitar fallas en los equipos que puedan dejarlo fuera de funcionamiento o que disminuyan su rendimiento actual que proporciona actualmente. Para este caso es programable esta forma de mantenimiento. (p. 13)

Se subdivide en las siguientes dimensiones

### **Inspección**

Aguilar (2016) escribió: “consiste en la revisión del estado actual de los equipos” (p. 13)

### **Rutinas de lubricación.**

Aguilar (2016) dijo: “consiste en la lubricación de la maquinaria, sus partes para así evitar su desgaste por rozamiento de algún tipo” (p. 13)

### **Reparación.**

Aguilar (2016) explico: “trabajos desarrollados para corregir las fallas que hayan surgido en los diversos equipos” (p. 13)

## **Cambio.**

Aguilar (2016) redactó: “se refiere en cambiar un equipo o componente cuya confiabilidad haya bajado debido algún problema” (p. 13)

## **Modificación.**

Aguilar (2016) transcribo: “son actividades realizadas para cambiar el diseño de algún equipo cuyo objetivo primordial es disminuir la cuantificación de las fallas que constantemente se vuelven a repetir debido a su diseño o mala fabricación” (p. 13)

Otra definición que vale mencionar es:

Román (2017) definió:

Un plan de mantenimiento preventivo tiene como fin planificar, asignar y controlar las tareas preventivas que se desarrollan en equipo para la producción. Tiene como objetivo disminuir las paradas inesperadas y fallas que afecten el ritmo de producción en las máquinas que puede tener efectos negativos en la empresa. (p. 51)

Otra forma de definirlo para García (2017) argumenta que: “es la acción humana focalizada con los materiales de una organización empresarial cuyo propósito es mantener la calidad que proporcionan, dentro de los límites predefinidos.” (p. 2)

También el mantenimiento preventivo es definido para

Zegarra (2015) el cual: “Consiste en garantizar funciones de engrase, lubricación y reparaciones menores o mayores programadas (antes de que ocurran las fallas), indicadas en las pautas y/o manuales de mantenimiento y lubricación, entregados por los fabricantes cuando se compra una máquina” (p. 61)

Tal y como nos explicó son actividades de lubricación u otro tipo de mantenimiento que diseña el fabricante de la máquina para aumentar así el ciclo de vida útil del artefacto y evitar fallos imprevistos.

Otro autor como Álvarez (2018) define con respecto al mantenimiento preventivo que: “Las herramientas en la correcta prevención de mantenimiento se

fundamentan en la fiabilidad como teoría, por lo que se pide tener buenos datos tanto de frecuencia de averías como de las reparaciones” (p. 27)

También Zanazzi, Gomes y Dimitroff (2014) dijeron:

A related complementary strategy is [...] Preventive Maintenance [...] which involves equipment operators in primary maintenance responsibilities. Operators assume the obligation of the necessary and basic care and repair of machines. In this case, maintenance includes simple tasks such as cleaning, lubricating, adjusting, and replacing parts. (p. 95).

Esto vendría a decir que, en este caso, un programa de mantenimiento preventivo considera que los mantenimientos primarios deben ser resueltos por los operadores de las máquinas. En este caso, los mantenimientos primarios vienen a ser simples tareas como limpiar, lubricar, ajustar y reemplazar partes.

Por otro lado, Rui (2017) dijo:

Preventive maintenance can be divided into two sub-categories, (preventive) Norm-based maintenance and (preventive) Condition-based maintenance. The norm-based maintenance is often time dependent intervals determined according to reliability measures, such as Mean Time Before Failure (MTBF). [...] Instead, condition-based maintenance suggests a prognostic attitude towards maintenance. (p. 18-20)

Esto significa que el mantenimiento preventivo es clasificado en mantenimiento basado en normas el cual se calcula por medio de MTBF (tiempo medio entre fallos) y mantenimiento basado en condiciones el cual utiliza modelos de pronósticos para saber el grado de desgaste de una pieza.

También Qian, Zhonghua, Zhiyong y Yongsheng (2019) dijeron:” Preventive maintenance during the warranty period can be divided into two categories: periodic maintenance and non-periodic preventive maintenance.” (p. 1227)

Esto nos quiere decir que el mantenimiento preventivo durante el período de garantía se descompone en dos clases: mantenimiento periódico y mantenimiento preventivo no periódico.

Finalmente, Lazim (2019) dijo: “the preventive maintenance is known as independent variables and it divided into three dimensions namely; Time-based maintenance; Condition Based Maintenance and Predictive Maintenance.” (p. 123)

Esto nos quiere decir que los preventivos están formados por el mantenimiento basado en el tiempo; en la condición y predictivo.

## **Disponibilidad**

González (2014) redactó:

El porcentaje de tiempo que el sistema o equipo esta útil (disponible) para producción. El tiempo que esta fuera de servicio (indisponible) de contemplar todas paralización por mantenimiento correctivo o preventivo, desde el momento en que queda fuera de servicio hasta que se devuelve a entregar operativo. (p. 57).

Esta variable está compuesta por dos dimensiones, entre estas se encuentran la fiabilidad y la mantenibilidad. (Ver figura 5)

La fiabilidad o confiabilidad (Ver figura 5) González (2014) definió:

Media de los tiempos de buen funcionamiento (que puede ser evaluada por kilómetros hora de vuelo, piezas producidas, etc) está íntimamente relacionada con la media de tiempo para revisar o para reparar [se puede calcular por el MTBF que es la] media de tiempos de buen funcionamiento. (p. 56)

Por otro lado, La Mantenibilidad (Ver figura 5)

González (2014) expresó: “la probabilidad de duración de relación/revisión [se puede calcular por el MTTR que es la] media de procesos de reparación o revisión”. (p. 56)

Es decir, es la media de los tempos de reparación de un grupo de equipos. Por otro lado, existen diversas definiciones de disponibilidad.

Torres (2015) explico: “La disponibilidad hace referencia al tiempo en que el equipo se encuentra disponible para ser usado en óptimas condiciones” (p. 36)

El cual se descompone en:

### **Disponibilidad propia**

Tiempo disponible para producir sobre la sumatoria de tiempo de arda propia con el tiempo disponible para producir.

### **Disponibilidad intrínseca o de explotación**

Tiempo que se necesita para la producción menos el tiempo perdido por equipos que se detienen, todo sobre el Tiempo requerido durante el cual se produce.

Otra forma de definir a la disponibilidad.

Alavedra, Gastelu, Méndez y Minaya (2016) explicaron:

La variable de disponibilidad de un aparato es una medición que nos precisa cuanto tiempo esta funcionando un equipo en comparación con la cantidad de tiempo que se desea que funcione en verdad, se expresa en porcentaje y no debe confundido con la velocidad de respuesta ante una falla. (p. 13)

Esto se puede resumir en que es el porcentaje de tiempo que funciona una maquina en comparación al tiempo total que quiere tener de este en un determinado periodo de tiempo.

### **Tiempo fuera de servicio**

Alavedra, Gastelu, Méndez y Minaya (2016) definieron:

La disponibilidad de una maquina puede aumentar si se disminuye el tiempo en que esta fuera de servicio, lo cual se lograra mejorando los sistemas administrativos, los procedimientos, la selección, el personal estimulado, al igual que sus atributos, el suministro de herramientas, la forma para diagnosticar las fallas al igual que los sistemas de información y abastecimiento. (p. 3)

### **planificación técnica y formal.**

Alavedra, Gastelu, Méndez y Minaya (2016) explicaron: “que la posibilidad de que falle o presente algún imprevisto que pueda obstruir nuestras metas, sea mínima” (p. 14)

Vale mencionar que la disponibilidad también fue definida.

Lizano (2016) definió: “Tiempo disponible del equipo, en condiciones óptimas para realizar sus actividades productivas” (p. 16)

Esta se descompone en las siguientes dimensiones.

**Tiempo disponible**, horas de operatividad de las maquinas.

**Actividades productivas**, cantidad de procesos en paro debido a la disponibilidad del equipo o sistema.



### **III. METODOLOGÍA**

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

##### **3.1.1. Tipo de investigación.**

En este caso para el proyecto se busca resolver la cuestión con respecto disponibilidad paupérrima de compresores del área de operaciones de la organización GESA, esto tiene un fin practico, utilitario en un entorno realista.

Baena (2017) dijo: “En lo que respecta a una investigación aplicada, otra definición es decirle utilitaria, en este caso se sugiere soluciones las cuales seas concretas y busquen resolver el problema de manera inmediata y especifica.” (p. 17-18)

De esto podemos definir que, será aplicada cuando ataque problemas reales mediante la aplicación de conocimientos científicos para así mejorar la forma de producir o el rubro al que se dedique la empresa.

##### **3.1.2. Diseño de investigación.**

Es Descriptiva – explicativa porque sería la mejor manera de clasificar este trabajo, puesto que primero describe las características que posee el fenómeno en estudio y explicativa porque intenta encontrar la causa raíz de las relaciones entre la variable independiente “programa de mantenimiento preventivo” y dependiente “disponibilidad”, se definió.

Vásquez (2016) explico: “Su uso prolifera cuando se quiere saber cómo se manifiesta ciertos fenómenos y sus componentes, este permite detallar fenómenos por medio de la medición de sus atributos” (p. 1)

Vásquez (2016) también lo definió: “Como la forma la forma de buscar el por qué a ciertos fenómenos, el objetivo primario aquí yace en explicar su ocurrencia y las condiciones en que estas se desenvuelven.” (p. 1)

Esto quiere decir, que el objetivo principal es buscar el significado a los fenómenos o comportamientos de la variable dependiente, encontrar esa causa raíz para su pronta solución y por ende eliminación del problema.

Enfoque de investigación.

En este caso se recolectan el número de fallas y el tiempo que se tarda en repararlas al igual que el tiempo que dura la reparación, al igual que se contabiliza la cantidad de equipos inventariados sobre los totales y mantenimiento preventivos que se ejecutan en realidad sobre los programados, Por ello el enfoque es de tipo cuantitativo.

Beltrán, Heffes, Surge y Laxalt (2020) dicen que el tipo cuantitativo: “Se le puede describir a aquellos datos cuyo origen yace en mediciones o conteos, estas se pueden clasificar en continuas y discretas” (p. 9)

Esto quiere decir, que los datos serán recolectados por instrumentos aprobados y que podrán ser procesados con métodos estadísticos para su posterior análisis o para servir de base histórica para otros trabajos.

Diseño de investigación.

Está relacionado al grado de control que se tiene sobre la variable dependiente al momento de desarrollar un experimento.

Tal como dijo Arévalo (2020):

Para que se pueda considerar una acción como un experimento, este debe contener una variable independiente que sea manipulable, que la situación experimental este bajo control y que se pueda medir el impacto que la variable independiente ejerce en la variable dependiente. (p. 97)

Teniendo esto en cuenta, debido a que no se tiene un completo control sobre la variable seria de diseño cuasi experimental

Lerma (2016) describieron:

Es un particular caso de investigación experimental donde cierta parte de sus propiedades falta. También vale mencionar que se puede evidenciar casos donde no hay elección aleatoria; a la vez que pueden faltar grupos de control; y otros casos donde no se respete ninguna condición de las mencionadas. (p. 50)

Esto quiso decir que, para ser considerado cuasi experimental, los grupos no son equivalentes no es posible tener grupos completos, aparte que el control sobre la variable independiente no es tan amplio como en un experimento puro.

Alcance de investigación.

En este caso se recopilará información tanto previo como luego de aplicado la variable “programa de mantenimiento preventivo” sobre el mismo grupo por lo que lo definimos como un alcance de tipo longitudinal.

Este alcance longitudinal es según López, Rodríguez y Roperó (2021): “donde se realiza la descripción de un proceso en el tiempo con varias recogidas de datos” (p. 167)

Como nos definieron, el longitudinal valora mucho el tiempo en el cual se realiza la investigación ya sea porque se mide en el mismo grupo en distintos tiempos uno antes y después de aplicado la variable por lo general u otras veces porque al pasar el tiempo la causa raíz se hace más evidente.

### **3.2. Variables y operacionalización**

#### **Variable Independiente: “Programa de Mantenimiento preventivo”**

Montilla (2016) explico:

Un programa de mantenimiento preventivo es un sistema de mantenimiento cuyo objetivo esencial es prevenir la ocurrencia de fallas en un sistema productivo, con base en .la ejecución de unas tareas básicas (observar inspeccionar calibrar, ajustar, cambiar, lubricar, repara, etc.), a unas frecuencias predeterminadas, asociadas a cada ciclo productivo en particular. (p. 59)

## **Dimensiones de la variable:**

### **Dimensión 1: Inventario de equipos**

Montilla (2016) considero:

Se busca con esta tarea elaborar el censo o listado de las máquinas y equipos que serán cobijado dentro del programa de mantenimiento [...] con este inventario se conforma un archivo maestro de máquinas, debidamente codificado, [se debe evitar] situaciones en las cuales maquinas/equipos no relevantes queden cobijados por el programa de mantenimiento o por el contrario, maquinas /equipos importantes queden fuera de él. (p. 63)

$$\text{NPECM} = \text{ECI}/(\text{ECT})$$

NPECM: Nivel porcentual de equipos críticos dentro del mantenimiento

ECI: Equipos críticos inventariados

ECT: Equipos críticos totales

### **Dimensión 2: Programación.**

Montilla (2016) escribió: “El conjunto de acciones tendientes a organizar la ejecución de un conjunto de tareas en un periodo de tiempo generalmente preestablecido, distribuyéndolas, con el fin de racionalizar los recursos (humanos, repuestos, herramientas).” (p. 85)

$$\text{NPMPE} = (\text{IRF})/(\text{IP})$$

NPMPE: Nivel porcentual de mantenimientos preventivos ejecutados

IRF: Inspecciones realizadas dentro de la fecha

IP: Inspecciones programadas

### **Dimensión 3: Rutinas básicas de mantenimiento.**

Montilla (2016) concluyo:

Constituye un conjunto de tareas de lubricación, electricidad, mecánica e instrumentación, definidas en formatos estandarizados, que deben ser ejecutadas por un(os), siguiendo una determinada ruta lógica dentro de la planta sus áreas, las máquinas y al interior de estos, reduciendo los desperdicios de tiempo y recursos. (p. 74)

$$NPMP=(MP)/(MC+MP)$$

NPMP: Nivel porcentual de mantenimientos preventivos

MP: Mantenimiento preventivo

MC: Mantenimiento correctivo

#### **Variable Dependiente: “Disponibilidad”**

González (2014) redacto:

El porcentaje de tiempo que el sistema o equipo esta útil (disponible) para producción. El tiempo que está fuera de servicio (indisponible) de contemplar todas paralización por mantenimiento correctivo o preventivo, desde el momento en que queda fuera de servicio hasta que se devuelve a entregar operativo. (p. 57).

$$D=(MTBF)/(MTBF+MTTR)$$

D: Disponibilidad

MTBF: tiempo medio entre fallos

MTTR: tiempo medio entre reparación

## **Dimensiones de la variable:**

### **Dimensión 1: Mantenibilidad**

González (2014) expreso: “la probabilidad de duración de relación/revisión [se puede calcular por el MTTR que es la] media de procesos de reparación o revisión”. (p. 56)

$$MTTR = (\sum TTR) / n$$

MTTR: Tiempo medio entre reparación

TTR: Tiempo entre reparación

n: número de mantenimientos

### **Dimensión 2: Confiabilidad**

González (2014) definió:

Media de los tiempos de buen funcionamiento (que puede ser evaluada por kilómetros hora de vuelo, piezas producidas, etc) está íntimamente relacionada con la media de tiempo para revisar o para reparar [se puede calcular por el MTBF que es la] media de tiempos de buen funcionamiento. (p. 56)

$$MTBF = (\sum TBF) / n$$

MTBF: Tiempo medio entre Fallos

TBF: Tiempo entre fallos

n: número de mantenimientos

## **3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis**

### **Población.**

Para este estudio, viene a ser los compresores de GNV que son 21 distribuidos en las 20 diferentes estaciones de servicio (Ver Anexo 13).

López, Rodríguez y Roperó (2021) describió:

La población consiste en un grupo de personas (pacientes, profesionales y gente con historial médico) que comparten una o más variables que son

importantes para el investigador, ya que de estas puede extrapolar los resultados vistos a otros escenarios que cumplan los mismos requisitos. (p. 29)

Como nos describieron, tenemos como población una conjunción de individuos en los cuales se ha de desarrollar todo el trabajo recolectando los datos de estos y aplicando la variable de ser necesario para saber qué efecto tendrá.

### **Muestra.**

Ya que para mi trabajo se contó con una población menor de 40, se van agarrar a toda la población de 21 como muestra.

Cabezas, Andrade y Torres (2018) definieron:

La muestra se considera una sub familia interna a una población. La cual se toma ya que es muy grande, costosa o muy compleja para estudiar por completo por lo, dichosubconjunto debe ser lo más representativo posible a la población original para así extrapolar resultados. (p. 93)

Como expreso, se utiliza una muestra usando por limitaciones no se puede hacer una prueba a toda la población, en ese caso se escoja una muestra ósea un subconjunto que sea lo más representativo posible.

### **Muestreo**

En este caso sería aleatorio el cual como se explyaya el autor.

Baena Paz (2017) explyayo: “una vez definida las unidades de muestreo se elige de manera aleatoria subdividen una muestra de la población o universo, eso viene a ser el muestreo” (p. 84)

En este caso al ser la población muy pequeña, es decir menor a 40 se pasará a tomar toda la población.

### **Participantes o unidad de muestreo**

En esas circunstancias son las compresoras del área de operaciones de la empresa grifos Espinoza

Gonzales y Covinos (2021) redactó:” La unidad de análisis es aquel objeto de estudio de quien se producen los datos o la información para el análisis del estudio. “(p. 118)

Tal como nos redactó, las unidades de análisis pueden ser definidas como componentes esenciales de nuestra población en que se va a contabilizar, ya sea personas u maquinas

### **3.4. Técnica y herramientas para la recolección de información**

#### **Instrumento para recopilar los datos.**

Los instrumentos utilizados fueron: tarjeta maestra (Ver Anexo 17), formato donde se rellenan los datos técnicos del equipo; Instructivo (Ver Anexo 18), una plantilla donde se escribe el procedimiento para resolver una falla; programa de mantenimiento (Ver Anexo 19) donde se define los días y quienes harán el mantenimiento e historial (Ver Anexo 20) de vida donde se registra la información con respecto a las fallas ocurridas en las maquinas.

Cohen y Gómez (2019) nos explican que: “la herramienta de registro viene a ser un recurso metodológico, un medio cuyo fin es obtener algún tipo de señales del objeto que se estudia”. (p. 182)

Como nos definió, un instrumento de medición busca recolectar los datos del mundo real, los datos empíricos que representan mejor mis variables “Programa de mantenimiento preventivo” y “Disponibilidad” para así poder procesarlas y analizarlas mejor.

#### **Validez**

Los instrumentos de recolección que se usaran para medir como el programa de reparaciones enfocadas en preventivos aumenta la disponibilidad de los compresores del área de operaciones del grupo empresarial de GESA.

López, Rodríguez y Roperó (2021) Explicaron que: “La validez de un instrumento es la determinación de lo bien que el instrumento mide el concepto que pretende medir.” (p. 180)



Fueron sometidas al juicio críticos de expertos con los grados de magíster o doctor de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, los cuales dieron sus recomendaciones y firmaron el instrumento, demostrando que el instrumento usado en la presente tesis es confiable.

Tabla 1. Validez de los instrumentos.

Validación de las herramientas por opiniones de expertos de la Universidad Cesar Vallejo (Ver anexo 3)

Experto	Rango de instrucción	Resultado
Luz Graciela Sanchez Ramirez	Doctora	Aplicable
Javier Francisco, Panta Salazar	Doctora	Aplicable
Bazan Robles Romel Dario	Magister	Aplicable

Nota. Evaluación por parte de peritos especializados

### **Confiabilidad**

Por otro lado, las herramientas para este trabajo, en nuestro caso lo forma la ficha técnica del producto, el inventario de equipos, el historial de la máquina y los reportes de mantenimiento son confiables ya que dan resultados coherentes con la realidad y de los cuales uno se puede basar para hacer un historial y formar una base de datos

López, Rodríguez y Roperó (2021) Explicaron: “la fiabilidad se puede entender como la estabilidad de las mediciones o la constancia con la que un instrumento mide una variable dada.” (p. 180)

Como nos definieron, confiabilidad del instrumento es que de un resultado real conciso con lo que se quiere estudiar que no haya desviaciones si es que se aplica el mismo instrumento una y otra vez al mismo individuo en iguales condiciones sin alterar nada.

Tabla 2. Grado de confiabilidad.

0.53 a menos	confiabilidad nula
0.54 a 0.59	confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy confiable
0.72 a 0.99	Excelente confiabilidad
1	Confiabilidad perfecta

*Nota.* Intervalo predefinidos según si nivel en confiabilidad

### **3.5. Procedimientos**

Se ejecutó investigación de campo, ya que va a extraer información de la realidad que suceden dentro de las estaciones de servicio por medio del historial de cada compresor que serán rellenos por el personal técnico de la empresa.

Guillermina (2017) expreso que: “Las técnicas son respuestas de cómo hacer y nos dan la oportunidad del correcto ejercicio del método en el ámbito que nosotros deseemos (p. 68).

Como nos expresaron, se dice técnica a la forma en cómo se recolectan los datos del fenómeno en estudio para obtener información que nos permita resolver el problema

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

El procesamiento de la data para la investigación presentada necesito un análisis de estadística descriptivo e inferencial; la estadística descriptiva se centra en la recopilación de datos por medios de los instrumentos para así elaborar un historial de fallas y poder sacar nuestros primeros indicadores.

López, Rodríguez y Roperó (2021) expresaron: “La estadística descriptiva se utiliza para resumir y describir datos cuantitativos [...] Consiste en la organización, presentación y síntesis de la información obtenida de una forma racional, lógica y científica” (p. 187)

Como nos expresó, la estadística descriptiva permite definir las medidas representativas que al expresarlas nos permiten tener una visión más específica de los datos.

Por otro lado, la estadística inferencial, para este trabajo busca probar la hipótesis general y específicos por medio del software estadístico informativo IBM SPSS Statistics 23 (Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales).

López, Rodríguez y Roperó (2021) definieron que: “La estadística inferencial busca poder concluir por medio de los datos proporcionados por la estadística descriptiva partiendo de muestra de la población”. (p. 188)

Como nos definió, busca probar si la hipótesis generada es cierta o no al igual que busca poder predecir futuros resultados utilizando una muestra y de ahí ampliándola a toda una población.

### **3.7. Aspectos éticos**

En este proyecto las citas fueron correctamente hechas respetando el derecho a la propiedad intelectual, los datos mostrados son recopilados por los técnicos del área de operaciones de la entidad empresarial GESA sin alteración de datos.

Baena (2017) expresó: “en nombre de la ética, derechos de los autores y cortesía a los investigadores estos últimos deben citar las fuentes a las que se hacen referencias” (p. 85)

Como nos expresaron, al momento de redactar el informe se tiene que respetar las normas de la institución a la cual se hará entrega, para este caso se anexa la autorización de publicación (anexo 4) del trabajo realizado en la empresa GESA

## **IV. RESULTADOS**

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

#### **Generalidades**

La empresa Grifos Espinoza SAC (Sociedad Anónima Cerrada), pertenece al rubro de estaciones de servicio o grifos, es una gran empresa con más de 100 trabajadores de venta y comercialización de combustible (Combustible líquido, Gas licuado y Gas natural vehicular para el sector automotor); la empresa cuenta con 21 estaciones de servicio y una planta de gas natural comprimido (Ver Anexo 11).

#### **Misión**

Permanecer y seguir creciendo en el Mercado brindando una calidad en nuestros servicios y captando nuevas Estaciones de Servicio.

#### **Visión**

Ser reconocidos como uno de los Líderes en el Mercado y una de las mejores cadenas de Estaciones de Servicios del País.

#### **Ubicación**

En este caso se tomará en cuenta las 21 estaciones de servicio (Ver Anexo 13) y la planta productora de GNC.

#### **Historia**

Durante la década de los 70 nace la iniciativa de crear Grupo Espinoza por los esposos Espinoza. Esta idea surgió a partir del negocio de camiones que ellos tenían en la selva peruana. Un día se pensó en incursionar en el negocio de los grifos así después de tiempo, nació el primer grifo en Aguatía del cual le siguió otro más en Tingo María. La empresa tenía la visión de estar presente en más lugares del Perú y de ofrecer un servicio completo por lo que fueron los primeros en traer máquinas americanas de lavado de autos, productos lubricantes y markets (Ver figura 17), actualmente se abrió la sede central en Lima ubicada en Av la Encalada 1388 Of. 101 – Surco, seguida de otra sede ubicado en Av. Javier Prado Este Nro. 6519. (Ver Anexo 21). En la actualidad cuenta con más de 21 estaciones como en

la del plano (Ver Anexo 22) que reparten productos como gasolina con valores de octanaje de 84, 90, 95, 97, 98 y DB5, al igual de GNV y GLP (Ver Anexo 23). de servicio a lo largo del Perú, en cada uno de estos cuenta con markets.

### **Proceso de producción.**

Para definir la el proceso productivo nos apoyamos en el DOP (Ver Anexo 24), DAP (Ver anexo 25) y DR (Ver anexo 26), este se divide en las siguientes actividades.

Operación e inspección 1: Regular y Medir, se realiza en un ERM (estación de regulación y medición, Ver Anexo 27) aquí se encarga de filtrar cualquier residuo que se encuentre dentro del ducto y que afectar al proceso de compresión de gas, al igual que regular la presión para que el caudal sea continuo

Operación 1: Comprimir, se envía dentro al RCA (recinto de compresión y almacenamiento) (Ver Anexo 28) viaja al compresor (Ver Anexo 29) a la primera etapa del compresor aquí se comprime y aumenta su temperatura pasa por un condensador (Ver Anexo 30) que captura la humedad y aceite, este gas ya limpio viaja al sistema de enfriamiento (Ver Anexo 31), este proceso pasa por otras dos etapas para así llegar a 250 bares.

Operación 2: Recircular, el gas se almaceno en una batería de cilindros (Ver Anexo 32), este retorna al panel prioritario (Ver Anexo 33) donde se reenvía el compresor o devuelta a los cilindros en un flujo continuo hasta que se solicite más GNC (Gas natural comprimido).

Operación 3: Vender, El surtidor (Ver Anexo 34) bombea el gas natural a tubos que se conectan con una pistola la cual se conecta a aquellos carros que soliciten GNV (gas natural vehicular).

## Actividades críticas del conjunto de actividades productivas

### a) Falta de programa de mantenimiento preventivo.

No se contaba con un programa de mantenimiento preventivo lo cual hacía que solo se pudieran atender al mantenimiento correctivos programados y no programados, esto generaba un exceso de correctivos que acapararon cerca de un 64% del total entre el mes de Octubre 2018 y Enero 2019, dando como resultado 275 solicitudes.

Tabla 3. Lista de fallas ocurridas entre Octubre del 2018 al Enero del 2019.

MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS POR FALLAS DE OCTUBRE DE 2018 A ENERO DEL 2019				
CODIGO	DESCRIPCION DE LA FALLA	FALLOS	%	% ACUMU
<b>DEFALLA</b>				<b>LADO</b>
F-SL-1	Parada de maquina por corte de sensor de nivel de aceite	57	20.73%	20.73%
F-SL-2	Exceso falta de pasaje de aceite en el visor	46	16.73%	37.45%
F-SL-3	Espuma en el aceite de la cruceta	28	10.18%	47.64%
F-SL-4	Parada del equipo compresor por baja presión de aceite	25	9.09%	56.73%
F-SM-1	Cierre de válvula de retención	20	7.27%	64.00%
F-SM-2	Falla de válvula de admisión	19	6.91%	70.91%
F-SM-3	Estalla alguna válvula de seguridad	15	5.45%	76.36%
F-SM-4	El visor de aceite se llena de aceite	14	5.09%	81.45%
F-SM-5	Exceso de presión en el tanque pulmón	13	4.73%	86.18%
F-SM-6	Falla de válvula de escape	10	3.64%	89.82%
F-SM-7	Parada de maquina por sensor de vibración	9	3.27%	93.09%
F-SM-8	Perdida de gas por drenaje condensador	6	2.18%	95.27%
F-SM-9	flamean las correas	5	1.82%	97.09%
F-SM-10	Falla en sensor de presión	3	1.09%	98.18%
F-SM-11	Manómetro queda trabado	2	0.73%	98.91%
F-SM-12	Sopla la empaquetadura	2	0.73%	99.64%
F-SM-13	Detención automática de la maquina	1	0.36%	100.00%
<b>TOTAL:</b>		275	100.00%	

Nota: Mantenimientos correctivos, de Octubre 2018 a Enero 2019 se contaron 275 solicitudes de mantenimiento, elaboración propia.

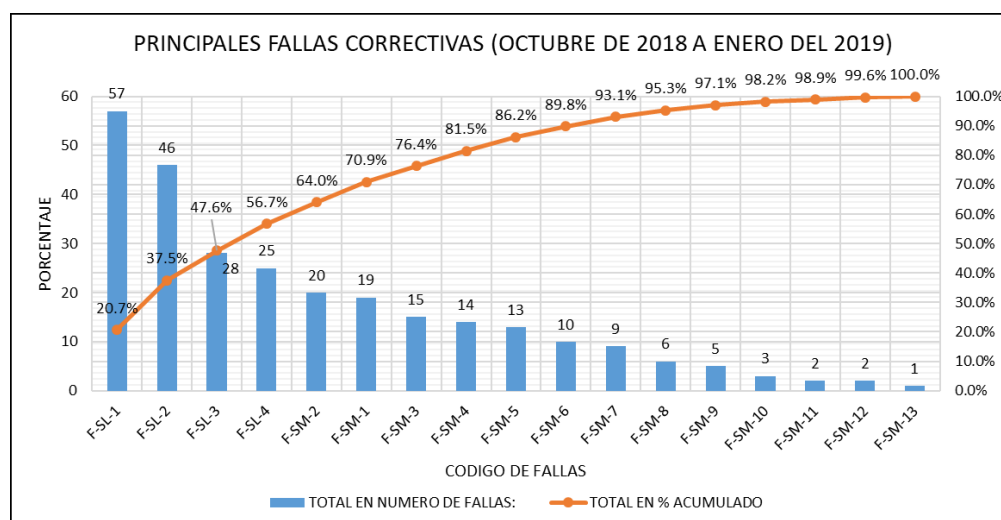


Figura 1. Principales fallas correctivas (octubre de 2018 a enero del 2019).

## b) Falta de disponibilidad

Del historial de máquinas que se tiene se ha hecho un procesamiento dando como resultado que se cuenta con una disponibilidad del 75.93% en promedio para cada compresor del área de operaciones de la empresa GESA mientras lo deseado sería una que mínimo supere el 95%.

Tabla 4. MTTR (tiempo medio entre fallos) y MTBF (tiempo medio entre reparación) de octubre 2018 a enero 2019

SEMAMAS	MEJORA ANTES			DISPONIBILIDAD D ESPERADA
	MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD	
SEMANA 1	47:30	101:07	68.04%	95.00%
SEMANA 2	45:30	127:49	73.75%	95.00%
SEMANA 3	48:32	153:06	75.93%	95.00%
SEMANA 4	45:02	137:01	75.26%	95.00%
SEMANA 5	46:16	139:58	75.16%	95.00%
SEMANA 6	46:42	146:42	75.85%	95.00%
SEMANA 7	45:11	136:12	75.08%	95.00%
SEMANA 8	47:48	158:34	76.84%	95.00%
SEMANA 9	43:25	155:10	78.14%	95.00%
SEMANA 10	48:46	139:30	74.09%	95.00%
SEMANA 11	46:06	148:16	76.28%	95.00%
SEMANA 12	47:03	147:21	75.80%	95.00%
SEMANA 13	48:16	145:27	75.08%	95.00%
SEMANA 14	44:37	137:33	75.50%	95.00%
SEMANA 15	46:57	147:31	75.86%	95.00%
SEMANA 16	46:33	184:05	79.81%	95.00%
SEMANA 17	29:19	402:23	93.21%	95.00%
<b>PROMEDIO</b>	<b>45:30</b>	<b>159:17</b>	<b>77.78%</b>	<b>95.00%</b>

*Nota:* la disponibilidad de los compresores de octubre 2018 a enero 2019 es en promedio de 77.18%. Elaboración propia.

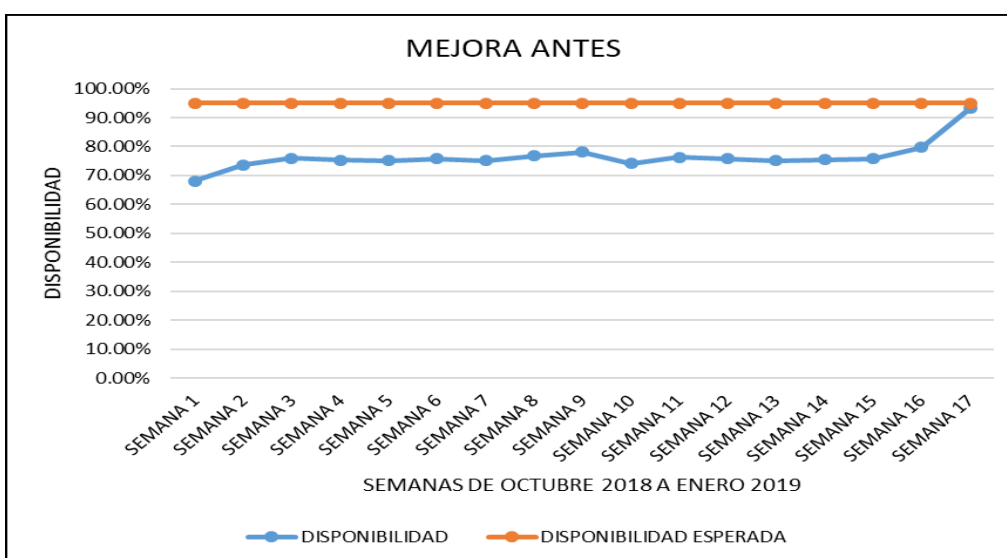


Figura 2. Disponibilidad esperada.

**c) Equipos sin inventariar**

Si bien se cuenta con algunos equipos inventariados no se tiene la información completa de todos los comprares del área de operaciones de la empresa GESA. Esto de pro si genera problemas ya que no cuenta con los datos técnicos en caso de necesitar algún mantenimiento cambio de pieza o información para terciarizar algún servicio de certificación y como no está inventariado no puede estar dentro del programa para el mantenimiento preventivo.

**d) Mala ejecución del plan para un mantenimiento preventivo**

Hace años se reporta que había que se ejercía un preventivo basado en cronogramas del mismo, pero no funciono debido a que no se realizaba el respectivo seguimiento lo cual hacía que en algunos casos los técnicos se olvidaran e incluso que los ingenieros por apuro con los correctivos no lo tomaran en cuenta.

**e) Falta de instructivos**

Si bien algunos técnicos tienen conocimiento del tema la mayoría lo así según su criterio, ya que el detalle de cómo se debe realizar un mantenimiento para determinada falla no está descrito, por lo que a veces sucedía el mismo problema una y otra vez y esto se ve en los historiales de los compases cuando se repite la misma falla después de días.

**situación propuesta de la empresa**

- a) Situación propuesta: Se analiza las fallas correctivas más comunes y se seleccionan los mantenimientos preventivos necesario para evitarlos, armando un programa en donde se indique el código, descripción, fecha de ejecución, compresor y personal que se encargara de realizar el mantenimiento preventivo con los respectivos instructivos para ello. (Ver Anexo 19).
- b) Situación propuesta: De los datos recopilados de la Hoja de vida (Ver Anexo 20), la disponibilidad promedio fue 77.78%, lo que se hiso fue subir a una base de datos los mantenimientos preventivos que se ejecutaron y así medir el efecto que tuvo en los meses de febrero a mayo del 2019.
- c) Situación propuesta: ante la falta de equipos inventariados se terminará con su inventario elaborándose una tarjeta maestra (Ver Anexo 17) en donde se



recopilen los datos técnicos de los compresores de la empresa (Anexo 13) y luego recopilar los datos más importantes en un cuadro resumen

- d) Situación propuesta: se ejecutará el programa de mantenimiento de acuerdo a los días especificados de tal forma que se chequee que días se está realizando el mantenimiento y si sigue el programa.
- e) Situación propuesta: Se elaboró el instructivo (Ver Anexo 18) de cómo realizar los mantenimientos correctivos y preventivos de acuerdo a las fallas más comunes que suceden para ello nos apoyaremos en el protocolo de mantenimiento (Ver Anexo 35) y las respectivas matrices de identificación de peligros y evaluación de riesgos (Ver Anexo 36), también se debe archivar y digitalizar las tarjetas de los equipos (Ver anexo 37), los instructivos de otros mantenimientos (Ver anexo 38) e Historial de los equipos (Ver anexo 39)

**análisis descriptivo para la variable independiente**

**INDICADOR: tiempo medio entre fallos (MTBF)**

**(Base de datos 17 semanas anteriores a la ejecución de la propuesta y 17 semanas después)**

Tabla 5. tiempo medio entre fallos (MTBF).

MTBF (TIEMPO MEDIO ENTRE FALLO)		
SEMAMAS	MTBF ANTES	MTBF DESPUES
SEMANA 1	101.128	527.347
SEMANA 2	127.826	649.415
SEMANA 3	153.115	291.493
SEMANA 4	137.033	408.766
SEMANA 5	139.975	218.240
SEMANA 6	146.715	259.835
SEMANA 7	136.208	440.789
SEMANA 8	158.576	506.281
SEMANA 9	155.177	339.699
SEMANA 10	139.500	323.164
SEMANA 11	148.280	241.159
SEMANA 12	147.354	230.884
SEMANA 13	145.460	381.987
SEMANA 14	137.561	185.520
SEMANA 15	147.522	308.811
SEMANA 16	184.086	381.055
SEMANA 17	402.385	634.333
<b>PROMEDIO</b>	<b>159.288</b>	<b>372.281</b>

*Nota: el MTBF aumento de 159.288 horas a 372.281 horas, elaboración propia*

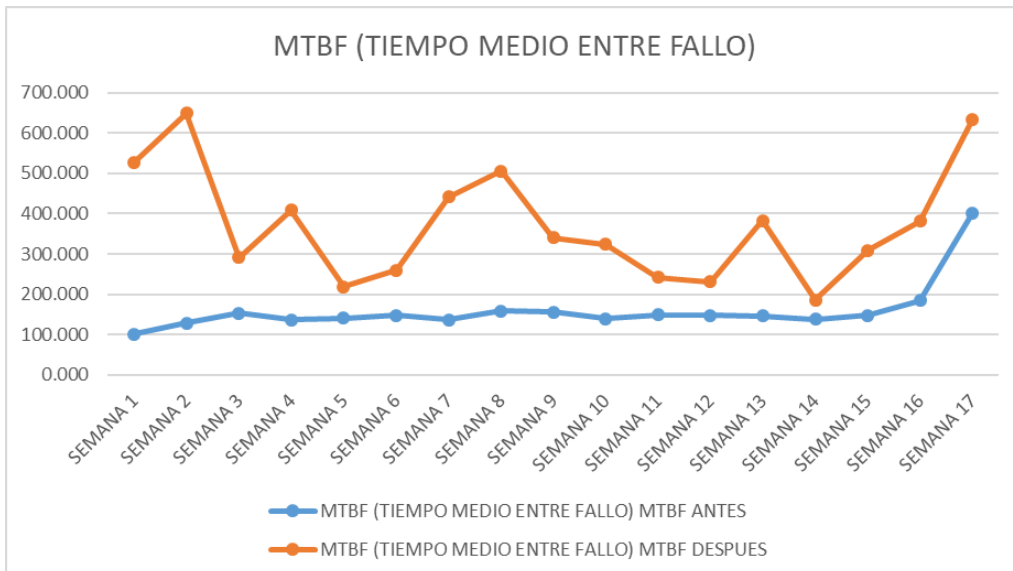


Figura 3. MTBF (tiempo medio entre fallos).

Del cuadro comparativo y del grafico anteriormente mostrado, se evidencio claramente la mejora de “MTBF (Tiempo medio entre fallos)” de un promedio de 159.288 horas a un promedio de 372.281 horas minutos con un crecimiento de 212.993 horas con respecto al periodo anterior.

**INDICADOR: Tiempo medio entre reparación (MTTR)**

**(Base de datos 17 semanas antes de ejercer la mejora y 17 semanas posteriores)**

Tabla 6. Tiempo medio entre reparación (MTTR).

MTTR (TIEMPO MEDIO ENTRE REPARACIÓN)		
SEMAMAS	MTTR ANTES	MTTR POSTERIOR
SEMANA 1	47.504	4.364
SEMANA 2	45.508	2.178
SEMANA 3	48.547	3.190
SEMANA 4	45.040	2.750
SEMANA 5	46.273	9.681
SEMANA 6	46.711	16.477
SEMANA 7	45.197	11.439
SEMANA 8	47.800	7.899
SEMANA 9	43.420	5.208
SEMANA 10	48.773	7.767
SEMANA 11	46.113	19.685
SEMANA 12	47.053	4.758
SEMANA 13	48.272	3.588
SEMANA 14	44.630	3.562
SEMANA 15	46.952	3.342
SEMANA 16	46.563	19.764
SEMANA 17	29.331	17.709
<b>PROMEDIO</b>	<b>45.511</b>	<b>8.433</b>

Nota: elaboración propia.

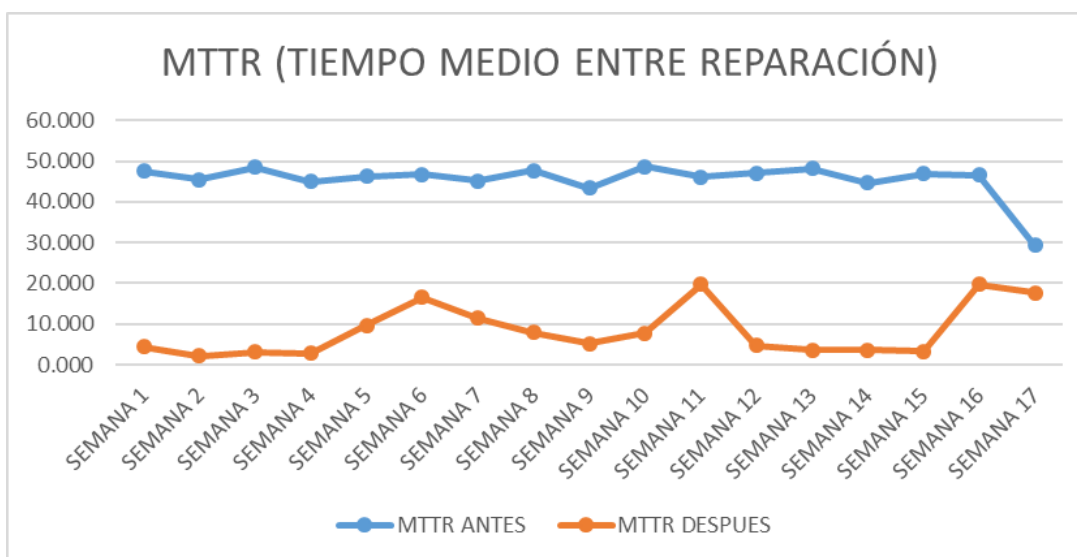


Figura 4. MTTR (Tiempo medio entre reparación).

Del cuadro comparativo y del grafico anteriormente mostrado, se evidencio claramente la mejora de “MTTR (Tiempo medio entre reparación)” de un promedio de 41.511 horas minutos a un promedio de 8.433 Horas con una disminución de 33.078 horas con respecto al periodo

**INDICADOR: Disponibilidad**

**(Base de datos 17 semanas antes de hacer de aplicar la mejora y 17 semanas posteriores)**

Tabla 7. Disponibilidad

DISPONIBILIDAD		
SEMAMAS	DISPONIBILIDAD ANTES	DISPONIBILIDAD DESPUES
SEMANA 1	68.04%	99.18%
SEMANA 2	73.75%	99.67%
SEMANA 3	75.93%	98.92%
SEMANA 4	75.26%	99.33%
SEMANA 5	75.16%	95.75%
SEMANA 6	75.85%	94.04%
SEMANA 7	75.08%	97.47%
SEMANA 8	76.84%	98.46%
SEMANA 9	78.14%	98.49%
SEMANA 10	74.09%	97.65%
SEMANA 11	76.28%	92.45%
SEMANA 12	75.80%	97.98%
SEMANA 13	75.08%	99.07%
SEMANA 14	75.50%	98.12%
SEMANA 15	75.86%	98.93%
SEMANA 16	79.81%	95.07%
SEMANA 17	93.21%	97.28%
<b>PROMEDIO</b>	<b>76.45%</b>	<b>97.52%</b>

*Nota:*  
Elaboración propia.

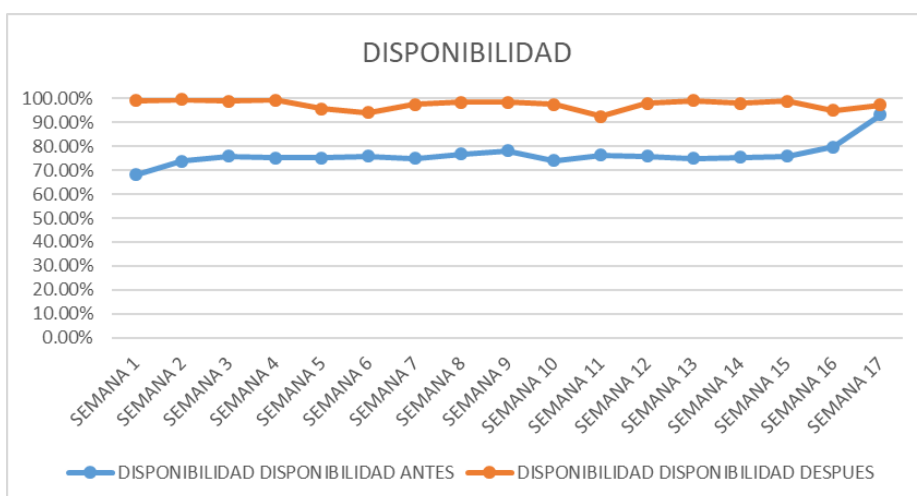


Figura 5. Disponibilidad mejorada.

Del cuadro comparativo y del gráfico anteriormente mostrado, se evidencio claramente la mejora de “Disponibilidad” de un promedio de 76.45% a un promedio 97.52% con un crecimiento de 21.07% con respecto al periodo anterior.

### análisis descriptivo de la variable dependiente

#### INDICADOR: Nivel porcentual de equipos críticos dentro del mantenimiento (NPECM)

(Base de datos 17 semanas antes de hacer aplicar la mejora y 17 semanas después)

Tabla 8. Nivel porcentual de equipos críticos dentro del mantenimiento (NPECM)

Nivel porcentual de equipos críticos dentro del mantenimiento (NPECM)						
SEMANA	MEJORA ANTES			MEJORA DESPUES		
	ECI: Equipos críticos inventariados	ECT: Equipos críticos totales	NPECM ANTES	ECI: Equipos críticos inventariados	ECT: Equipos críticos totales	NPECM DESPUES
SEMANA 1	14	21	66.67%	21	21	100.00%
SEMANA 2	14	21	66.67%	21	21	100.00%
SEMANA 3	14	21	66.67%	21	21	100.00%
SEMANA 4	14	21	66.67%	21	21	100.00%
SEMANA 5	14	21	66.67%	21	21	100.00%
SEMANA 6	14	21	66.67%	21	21	100.00%
SEMANA 7	14	21	66.67%	21	21	100.00%
SEMANA 8	14	21	66.67%	21	21	100.00%
SEMANA 9	14	21	66.67%	21	21	100.00%
SEMANA 10	14	21	66.67%	21	21	100.00%
SEMANA 11	14	21	66.67%	21	21	100.00%
SEMANA 12	14	21	66.67%	21	21	100.00%
SEMANA 13	14	21	66.67%	21	21	100.00%
SEMANA 14	14	21	66.67%	21	21	100.00%
SEMANA 15	14	21	66.67%	21	21	100.00%
SEMANA 16	14	21	66.67%	21	21	100.00%
SEMANA 17	14	21	66.67%	21	21	100.00%
PROMEDIO	14	21	66.67%	21	21	100.00%

Nota:  
Elaboración propia.

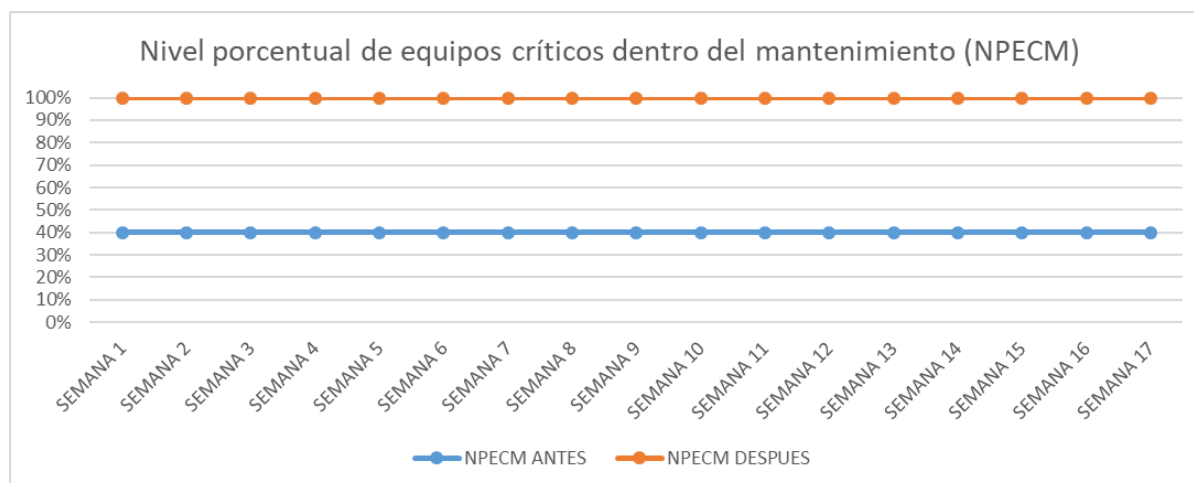


Figura 6. Nivel porcentual de equipos críticos dentro del mantenimiento (NPECM).

Del cuadro comparativo y del gráfico anteriormente mostrado, se evidencio claramente la mejora de “Nivel porcentual de equipos críticos dentro del mantenimiento (NPECM)” de un promedio de 66.67% a un promedio 100.00% con un crecimiento de 33.33% con respecto al periodo anterior.

**INDICADOR: Nivel porcentual de mantenimientos preventivos ejecutados (NPMPE)**

**(Base de datos 17 semanas antes de hacer de aplicar la mejora y 17 semanas después)**

Tabla 9. Nivel porcentual de mantenimientos preventivos ejecutados (NPMPE)

Nivel porcentual de mantenimientos preventivos ejecutados (NPMPE)						
SEMANA	MEJORA ANTES			MEJORA DESPUES		
	IRF: Inspecciones realizadas dentro de la fecha	IP: Inspecciones programadas	NPMPE ANTES	IRF: Inspecciones realizadas dentro de la fecha	IP: Inspecciones programadas	NPMPE DESPUES
SEMANA 1	0	0	0.00%	21	21	100.00%
SEMANA 2	0	0	0.00%	21	21	100.00%
SEMANA 3	0	0	0.00%	21	21	100.00%
SEMANA 4	0	0	0.00%	21	21	100.00%
SEMANA 5	0	0	0.00%	21	21	100.00%
SEMANA 6	0	0	0.00%	21	21	100.00%
SEMANA 7	0	0	0.00%	21	21	100.00%
SEMANA 8	0	0	0.00%	21	21	100.00%
SEMANA 9	0	0	0.00%	21	21	100.00%
SEMANA 10	0	0	0.00%	21	21	100.00%
SEMANA 11	0	0	0.00%	21	21	100.00%
SEMANA 12	0	0	0.00%	21	21	100.00%
SEMANA 13	0	0	0.00%	21	21	100.00%
SEMANA 14	0	0	0.00%	21	21	100.00%
SEMANA 15	0	0	0.00%	21	21	100.00%
SEMANA 16	0	0	0.00%	21	21	100.00%
SEMANA 17	0	0	0.00%	21	21	100.00%
PROMEDIO	0	0	0.00%	21	21	100.00%

Nota:  
Elaboración propia.

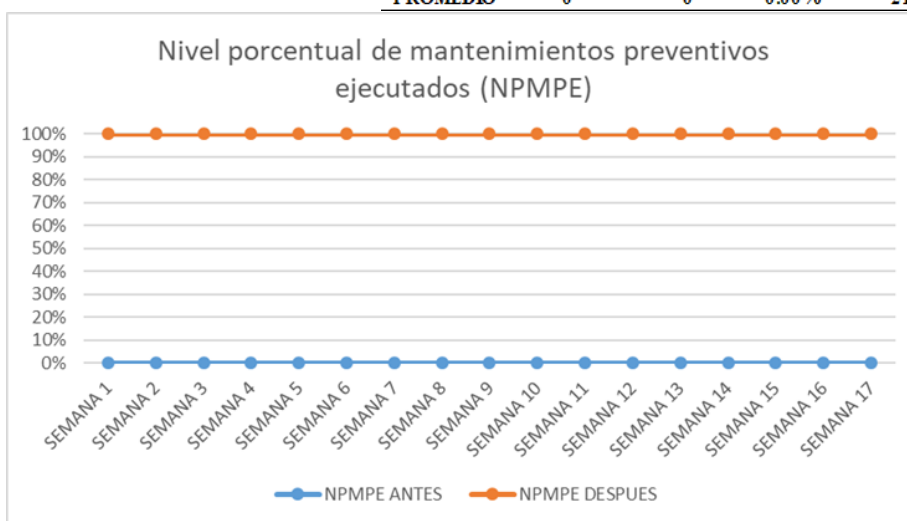


Figura 7. Nivel porcentual de mantenimientos preventivos ejecutados (NPMPE).

Del cuadro comparativo y del gráfico anteriormente mostrado, se evidencio claramente la mejora de “Nivel porcentual de mantenimientos preventivos ejecutados (NPMPE)” de un promedio de 0.0% a un promedio 100.00% con un crecimiento de 100.00% con respecto al periodo anterior.

**INDICADOR: Nivel porcentual de mantenimientos preventivos (NPMP)**

**(Base de datos 17 semanas antes de hacer de aplicar la mejora y 17 semanas después)**

Tabla 10. Nivel porcentual de mantenimientos preventivos (NPMP)

Nivel porcentual de mantenimientos preventivos (NPMP)						
SEMANA	MEJORA ANTES			MEJORA DESPUES		
	MP:	MT:	NPMP	MP:	MT:	NPMP
	Mantenimien to preventivo	Mantenimien to correctivos	ANTES	Mantenimien to preventivo	Mantenimien to correctivos	MEJORA
SEMANA 1	0	18	0.00%	16	4	80.00%
SEMANA 2	0	19	0.00%	50	4	92.59%
SEMANA 3	0	15	0.00%	48	7	87.27%
SEMANA 4	0	22	0.00%	48	5	90.57%
SEMANA 5	0	21	0.00%	8	6	57.14%
SEMANA 6	0	16	0.00%	0	5	0.00%
SEMANA 7	0	18	0.00%	6	6	50.00%
SEMANA 8	0	18	0.00%	10	6	62.50%
SEMANA 9	0	19	0.00%	12	4	75.00%
SEMANA 10	0	18	0.00%	12	8	60.00%
SEMANA 11	0	19	0.00%	0	8	0.00%
SEMANA 12	0	17	0.00%	24	7	77.42%
SEMANA 13	0	17	0.00%	24	5	82.76%
SEMANA 14	0	20	0.00%	24	5	82.76%
SEMANA 15	0	11	0.00%	13	1	92.86%
SEMANA 16	0	5	0.00%	0	9	0.00%
SEMANA 17	0	2	0.00%	0	8	0.00%
<b>PROMEDIO</b>	<b>0</b>	<b>275.00</b>	<b>0.00%</b>	<b>295.00</b>	<b>98.00</b>	<b>75.06%</b>

*Nota:*  
Elaboración propia.

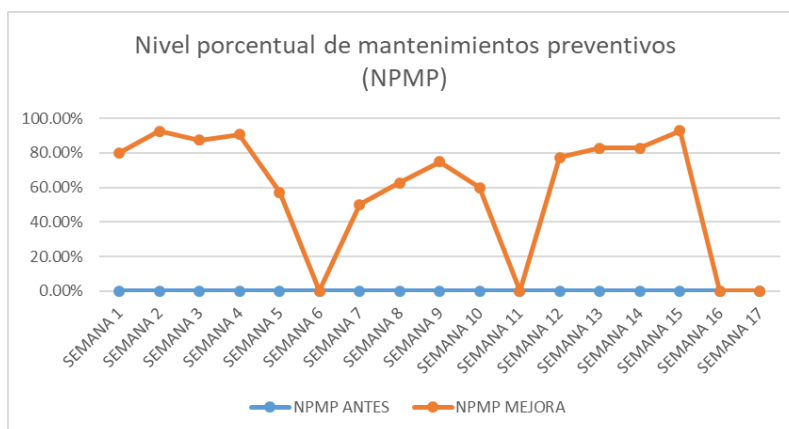


Figura 8. Nivel porcentual de mantenimientos preventivos (NPMP).

Del cuadro comparativo y del gráfico anteriormente mostrado, se evidenció claramente la mejora de “Nivel porcentual de mantenimientos preventivos (NPMP)” de un promedio de 0.0% a un promedio 75.06% con un crecimiento de 75.06% con respecto al periodo anterior.

### **Análisis estadístico inferencial de la variable dependiente**

#### **Análisis inferencial – Confiabilidad, tiempo medio entre fallos (MTBF)**

##### **Prueba de normalidad**

La muestra es de 21 compresores los cuales son menores a 30, en cuyo caso se realiza la evaluación de shapiro wilk con los siguientes resultados.

Tabla 11. Resumen de procesamiento de datos

<b>Procesamiento condensado de casos</b>						
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
MTBF DESPUES (TIEMPO MEDIO ENTRE FALLO)	17	100,0%	0	0,0%	17	100,0%
MTBF ANTES (TIEMPO MEDIO ENTRE FALLO)	17	100,0%	0	0,0%	17	100,0%

Resumen de procesamiento de datos (MTBF).

Nota: Elaboración propia.

<b>Evaluación de normalidad</b>						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MTBF ANTES (TIEMPO MEDIO ENTRE FALLO)	0.387	17	0.000	0.490	17	0.000
MTBF DESPUES (TIEMPO MEDIO ENTRE FALLO)	0.121	17	.200*	0.931	17	0.229

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota: Elaboración propia.

Tabla 12. Resumen de procesamiento de datos Prueba de normalidad (MTBF).

Conclusiones.

SIG < 0.05 DATOS NO PARAMETRICOS

SIG > 0.05 DATOS PARAMETRICOS



Tabla 13. Prueba de SIG (MTBF)

	CONFIABILIDAD ANTES	CONFIABILIDAD DESPUES	CONCLUSION	ESTADIGRAFO
SIG>0.05	SI	SI	PARAMETRICO	T-STUDENT
SIG>0.05	SI	NO	NO PARAMETRICO	WILCOXON
SIG>0.05	NO	SI	NO PARAMETRICO	WILCOXON
SIG>0.05	NO	NO	NO PARAMETRICO	WILCOXON

Nota: elaboración propia

INTERPRETACION: De la tabla comparativa visualizada en la parte superior, El SIG de la Confiabilidad, tiempo medio entre fallos (MTBF) ANTES < 0.05 (0.00) y el SIG de la Confiabilidad, tiempo medio entre fallos (MTBF) DESPUES > 0.05 (0.229) por ende se llegó a la conclusión que nuestros datos son NO PARAMETRICOS para la validación de las hipótesis se utilizara la prueba estadística de Wilcoxon

	CONFIABILIDAD ANTES	CONFIABILIDAD DESPUES	CONCLUSION
SIG>0.05	NO	SI	NO PARAMETRICO

Tabla 14. Interpretación

### validación de las hipótesis

Contrastación de la hipótesis específica

HE2.1: La aplicación de un Programa de mantenimiento preventivo mejora la Confiabilidad de compresores en el área de operaciones de la empresa GESA, 2018.

HE2.0: La aplicación de un Programa de mantenimiento preventivo no mejora la Confiabilidad de compresores en el área de operaciones de la empresa GESA, 2018.

Regla de decisión:

**Ho:**  $\mu Pa \geq \mu Pd$

**Ha:**  $\mu Pa < \mu Pd$

## Prueba Npar

Tabla 15. Estadísticos descriptivos (MTBF).

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
MTBF ANTES (TIEMPO MEDIO ENTRE FALLO)	17	159.28829	64.785689	101.128	402.385
MTBF DESPUES (TIEMPO MEDIO ENTRE FALLO)	17	372.28106	140.565679	185.52	649.415

*Nota:* Elaboración propia.

## Estadístico de prueba

Tabla 16. Estadístico de prueba (MTBF)

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	MTBF DESPUES (TIEMPO MEDIO ENTRE FALLO) - MTBF ANTES (TIEMPO MEDIO ENTRE FALLO)
Z	-3,621 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	0.000

*Nota:* Elaboración propia.

- a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon  
 b. Se basa en rangos negativos.

Tabla 17. Prueba de Wilcoxon (MTBF).

## Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo

Rangos				
		N	Rango promedio	Suma de rangos
MTBF DESPUES (TIEMPO MEDIO ENTRE FALLO) - MTBF ANTES (TIEMPO MEDIO ENTRE FALLO)	Rangos negativos	0 <sup>a</sup>	0	0
	Rangos positivos	17 <sup>b</sup>	9	153
	Empates	0 <sup>c</sup>		
	Total	17		

*Nota:* Elaboración propia.

- a. MTBF DESPUES (TIEMPO MEDIO ENTRE FALLO) < MTBF ANTES (TIEMPO MEDIO ENTRE FALLO)  
 b. MTBF DESPUES (TIEMPO MEDIO ENTRE FALLO) > MTBF ANTES (TIEMPO MEDIO ENTRE FALLO)  
 c. MTBF DESPUES (TIEMPO MEDIO ENTRE FALLO) = MTBF ANTES (TIEMPO MEDIO ENTRE FALLO)

De la regla de decisión y de la tabla 5, queda demostrado que la media de la confiabilidad, tiempo medio entre fallos (MTBF) antes de aplicar un “Programa de mantenimiento preventivo” es de 159.288 el cual es menor que la media de la disponibilidad después 372.281 por consiguiente, se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que un Programa de mantenimiento preventivo mejora la Confiabilidad de los compresores del área de operaciones de la empresa GESA.

## Tiempo medio entre reparación (MTTR)

Tabla 18. Resumen de procesamiento de datos (MTTR).

	Resumen de procesamiento de casos					
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
MTTR ANTES (TIEMPO MEDIO ENTRE REPARACIÓN)	17	100,0%	0	0,0%	17	100,0%
MTTR DESPUES (TIEMPO MEDIO ENTRE REPARACIÓN)	17	100,0%	0	0,0%	17	100,0%

*Nota:*  
Elaboración propia.

Tabla 19. Prueba de normalidad (MTTR).

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MTTR ANTES (TIEMPO MEDIO ENTRE REPARACIÓN)	,303	17	,000	,577	17	,000
MTTR DESPUES (TIEMPO MEDIO ENTRE REPARACIÓN)	,226	17	,021	,827	17	,005

*Nota:*  
Elaboración propia.

a Corrección de significación de Lilliefors

## Conclusiones.

SIG < 0.05 DATOS NO PARAMETRICOS

SIG > 0.05 DATOS PARAMETRICOS

Tabla 20. Prueba de SIG (MTTR)

	La media del tiempo entre fallos (MTBF) antes	Valor medio del tiempo entre cada falla (MTBF) después	CONCLUSION	ESTADIGRAFO
SIG > 0.05	SI	SI	PARAMETRICO	T- STUDENT
SIG > 0.05	SI	NO	NO PARAMETRICO	WILCOXON
SIG > 0.05	NO	SI	NO PARAMETRICO	WILCOXON
SIG > 0.05	NO	NO	NO PARAMETRICO	WILCOXON

*Nota:* elaboración propia.

INTERPRETACION: Del cuadro comparativo arriba mostrado, El SIG de la Confiabilidad, tiempo medio entre fallos (MTTR) ANTES < 0.05 (0.00) y el SIG de la Confiabilidad, tiempo medio entre fallos (MTTR) DESPUES < 0.05 (0.005) por lo tanto se concluye que nuestros datos son NO PARAMETRICOS para la validacion de las hipotesis se utilizara la prueba estadistica de Wilcoxon.

	PRDUCTIVIDAD ANTES	PRODUCTIVIDAD DESPUES	CONCLUSION
SIG> 0.05	NO	NO	NO PARAMETRICO

Tabla 21: Interpretación

### validación de las hipótesis

Contrastación de la hipótesis específica

**HE1.1:** La aplicación de un Programa de mantenimiento preventivo mejora la Mantenibilidad de compresores en el área de operaciones de la empresa GESA, 2018.

**HE1.0:** La aplicación de un Programa de mantenimiento preventivo no mejora la Mantenibilidad de compresores en el área de operaciones de la empresa GESA, 2018.

Regla de decisión:

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

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

### Prueba Npar

Tabla 22. Estadísticos descriptivos (MTTR).

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
MTTR ANTES (TIEMPO MEDIO ENTRE REPARACIÓN)	17	45.511	4.415158	29.331	48.773
MTTR DESPUES (TIEMPO MEDIO ENTRE REPARACIÓN)	17	8.433	6.272778	2.178	19.764

*Nota:* Elaboración propia.

### Estadístico de prueba

Tabla 23. Estadístico de prueba (MTTR).

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	MTTR DESPUES (TIEMPO MEDIO ENTRE REPARACIÓN) - MTR ANTES (TIEMPO MEDIO ENTRE REPARACIÓN)
Z	-3,621b
Sig. asintótica(bilateral)	,000

*Nota:*  
Elaboración propia.

<sup>a</sup> Simulación de intervalos con signo de Wilcoxon

<sup>b</sup> Se basa en intervalos positivos.

## Evaluación de Wilcoxon de los intervalos con signo

Tabla 24. Prueba de Wilcoxon (MTTR).

De la regla de decisión y de la tabla 6, queda demostrado que la media de

Rangos				
		N	Rango promedio	Suma de rangos
MTTR DESPUES (TIEMPO MEDIO ENTRE REPARACIÓN) - MTTR ANTES (TIEMPO MEDIO ENTRE REPARACIÓN)	Rangos negativos	17a	9,00	153,00
	Rangos positivos	0b	,00	,00
	Empates	0c		
	Total	17		

*Nota:*

Elaboración propia.

a MTTR DESPUES (TIEMPO MEDIO ENTRE REPARACIÓN) < MTTR ANTES (TIEMPO MEDIO ENTRE REPARACIÓN)

b MTTR DESPUES (TIEMPO MEDIO ENTRE REPARACIÓN) > MTTR ANTES (TIEMPO MEDIO ENTRE REPARACIÓN)

c MTTR DESPUES (TIEMPO MEDIO ENTRE REPARACIÓN) = MTTR ANTES (TIEMPO MEDIO ENTRE REPARACIÓN)

Mantenibilidad antes de aplicar un “Programa de mantenimiento preventivo” es de 45.511 el cual es mayor que la media de la Mantenibilidad después 8.433, por consiguiente, se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que un Programa de mantenimiento preventivo mejora la Mantenibilidad de los compresores del área de operaciones de la empresa GESA.

## Análisis inferencial - Disponibilidad

### Prueba de normalidad

Tabla 25. Resumen de procesamiento de datos (Disponibilidad).

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
DISPONIBILIDAD ANTES	17	100.0%	0	0.0%	17	100.0%
DISPONIBILIDAD DESPUES	17	100.0%	0	0.0%	17	100.0%

*Nota:* Elaboración propia.

Tabla 26. Prueba de normalidad (Disponibilidad).

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DISPONIBILIDAD ANTES	0.292	17	0.000	0.676	17	0.000
DISPONIBILIDAD DESPUES	0.218	17	0.031	0.849	17	0.010

a. Corrección de significación de Lilliefors

*Nota:* elaboración propia.

## Conclusiones.

SIG < 0.05 DATOS NO PARAMETRICOS

SIG > 0.05 DATOS PARAMETRICOS

Tabla 27. Prueba de SIG

*Prueba de SIG (Disponibilidad).*

	DISPONIBILIDAD ANTES	DISPONIBILIDAD DESPUES	CONCLUSION	ESTADIGRAFO
SIG> 0.05	SI	SI	PARAMETRICO	T- STUDENT
SIG> 0.05	SI	NO	NO PARAMETRICO	WILCOXON
SIG> 0.05	NO	SI	NO PARAMETRICO	WILCOXON
SIG> 0.05	NO	NO	NO PARAMETRICO	WILCOXON

*Nota:* elaboración propia.

INTERPRETACION: Del cuadro comparativo arriba mostrado, El SIG de la Disponibilidad ANTES <0.05 (0.00) y el SIG de la Disponibilidad DESPUES <0.05 (0.01) por lo tanto se concluye que nuestros datos son NO PARAMETRICOS para la validacion de las hipotesis se utilizara la prueba estadistica de Wilcoxon.

	PRDUCTIVIDAD ANTES	PRODUCTIVIDAD DESPUES	CONCLUSION
SIG> 0.05	NO	SI	NO PARAMETRICO

Tabla 28. Interpretacion

## validación de las hipótesis

Contrastación de la hipótesis general

Ho: La aplicación del mantenimiento preventivo en un plan no mejora la disponibilidad de compresores en el área de operaciones de la empresa GESA, 2018.

Ha: La aplicación de un Programa de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de compresores en el área de operaciones de la empresa GESA, 2018.

Regla de decisión:

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

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

### Prueba Npar

Tabla 29. Estadísticos descriptivos (Disponibilidad).

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
DISPONIBILIDAD ANTES	17	0.76451	0.049233	0.680	0.932
DISPONIBILIDAD DESPUES	17	0.97521	0.020370	0.925	0.997

*Nota:* Elaboración propia.

### Estadístico de prueba

Tabla 30. Estadístico de prueba (Disponibilidad).

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	DISPONIBILIDAD DESPUES DISPONIBILIDAD ANTES
Z	-3,621 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	0.000

*Nota:*  
Elaboración propia.

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Menor a 0.049 rechazo mi hipótesis nula

### Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo

Tabla 31. Prueba de Wilcoxon (Disponibilidad).

Rangos				
		N	Rango promedio	Suma de rangos
DISPONIBILIDAD DESPUES -	Rangos negativos	0a	,00	,00
	Rangos positivos	17b	9,00	153,00
DISPONIBILIDAD ANTES	Empates	0c		
	Total	17		

*Nota:*  
Elaboración propia.

a DISPONIBILIDAD DESPUES < DISPONIBILIDAD ANTES

b DISPONIBILIDAD DESPUES > DISPONIBILIDAD ANTES

c DISPONIBILIDAD DESPUES = DISPONIBILIDAD ANTES

De la regla de decisión y de la tabla 14, queda demostrado que la media de disponibilidad antes de aplicar un “Programa de mantenimiento preventivo” es de 76.451% el cual es menor que la media de la disponibilidad después 97.521%, por consiguiente, se acepta la hipótesis de investigación o alterna, por la cual queda demostrado que un Programa de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de los compresores del área de operaciones de la empresa GESA



## V. DISCUSIÓN

### Discusión de la hipótesis general

En la presente investigación se pudo sustentar que la aplicación de un programa de mantenimiento preventivo su pudo afectar de manera positiva la disponibilidad de las compresoras, inicialmente antes de la aplicación del mantenimiento preventivo este tenía un valor muy bajo formado por sus dimensiones entre las cuales disponemos el inventario de equipos que se media por el nivel porcentual de críticos dentro del mantenimiento con un valor de 66.67%, programación del mantenimiento que se mide por el nivel porcentual de mantenimientos preventivos ejecutados el cual alcanza 0% y las realización de rutinas básicas de mantenimiento que aborda un 0% lo que generaba un valor bajo de disponibilidad de 76.45% el cual dividiéndose en sus dimensiones de Confiabilidad de 159.288 y mantenibilidad de 45.511, valores que después de la aplicación en campo causaron que el inventarios de equipos subiera a 100%, la programación creciera a 100% y las rutinas básicas de mantenimiento aumentaran a 75.06% lo cual a su vez logro la esperada subida de la confiabilidad a 372.281 y reducción de la mantenibilidad a 8.433 logrando un increíble aumento de la disponibilidad de 97.52% en el área de operaciones de la empresa GESA

Esta investigación al ser aplicada de nivel descriptivo explicativo con un diseño cuasiexperimental nos permitió poder aplicar en el campo nuestros conocimientos pudiendo usar de referencia y aporte para otros investigadores que buscan realizar el mismo trabajo en otras empresas del mismo rubro, esto también se comparó con otras investigaciones como la de Solis y Lozano; Gutiérrez; Hora; Morales y Gonzales y finalmente Zavala

1. Así para este caso nuestro objetivo general, Determinar de qué manera la aplicación del Programa de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de compresores en el área de operaciones de la empresa GESA, 2018. Para este caso coincide con el objetivo general de Solis y Lozano exponía en mejorar la disponibilidad de la flota de montacargas mediante un mantenimiento preventivo en la empresa Grúas Luguensi SAC

– Chimbote 2018, la cual ambas buscan demostrar que la disponibilidad puede mejorar con la aplicación del mantenimiento preventivo

Vale mencionar que las metas específicas en la presenta tesis son similares a los de Solis y Lozano, Diagnosticar la Disponibilidad Inicial de la flota de montacargas, a través de una auditoría de gestión de mantenimiento en la empresa Grúas Luguensi S.A.C – Chimbote 2018, Ejecutar un plan de mantenimiento preventivo, con el cual permita mejorar la disponibilidad de la flota de montacargas en la empresa Grúas Luguensi S.A.C – Chimbote 2018. Y Evaluar el Impacto del Mantenimiento Preventivo respecto del diagnóstico de la Disponibilidad de los equipos de montacargas en la empresa Luguensi S.A.C – Chimbote 2018. Coincide con los objetivos de esta tesis que es aumentar la disponibilidad

2. Por otro lado, también coincide con los objetivos generales de Gutiérrez Determinar la propuesta de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad mecánica del cargador frontal Caterpillar 966H en una empresa de servicio, Callao, 2018.

Y con sus respectivos objetivos específicos de Determinar la propuesta de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad del cargador frontal Caterpillar 966H en una empresa de servicio, Callao, 2018. y Determinar la propuesta de mantenimiento preventivo para mejorar la fiabilidad del cargador frontal Caterpillar 966H en una empresa de servicio, Callao, 2018. También buscan la misma meta de hacer crear la disponibilidad de sus respectivas empresas

3. Vale también mencionar el trabajo de Hora cuyo objetivo general tiene el mismo fin del presente trabajo, su objetivo aumentar la disponibilidad de la flota de camiones a través de la implementación de un plan de mantenimiento preventivo para las unidades de transporte tracto-camión international I9200 de la EMPRESA DE TRANSPORTES NICMAR S.A.C. También cuenta con objetivo específicos que de igual manera buscan el crecimiento de la disponibilidad. Calcular el actual indicador de disponibilidad en el tracto-camión y con la implementación del P.M e incrementarlo, Reducir la Mantenibilidad de las unidades, Disminuir costos de operación de mantenimiento en las unidades, Reducir el Tiempo medio para reparar en el

menor tiempo posible, Elaborar un check list para un mejor control y finalmente elaborar métodos de monitoreo.

4. También se puede considerar la sustentación de Morales y Gonzales cuyo objetivo general es Mejorar la disponibilidad del manipulador de materiales de la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote 2018, aplicando la estrategia de un plan de mantenimiento preventivo. Esta en los mismos lineamientos del objetivo de la presente tesis

También bajo el mismo lineamiento están los objetivos específicos de Diagnosticar la disponibilidad inicial, para mejorar la disponibilidad del manipulador de materiales en la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote, 2018, Aplicar el mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad del manipulador de materiales en la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote, 2018 y para concluir Evaluar el impacto total respecto de la variación porcentual de la disponibilidad inicial y disponibilidad final del manipulador de materiales en la empresa Siderperú S.A.A. Chimbote, 2018.

5. También otro aporte fue el de Zavala cuyo trabajo también se alinea de manera perfecta a nuestros objetivos generales, en su trabajo del 2018 se evidencia que su objetivo general fue Mejorar la disponibilidad de los equipos médicos en ESSALUD – Virú mediante el Plan de mantenimiento preventivo. El cual es un claro ejemplo de la importancia de la disponibilidad al momento del manejo de los equipos críticos de una empresa

Estos objetivos generales se dividen en objetivos más específicos los cuales vienen a ser realizar un análisis de criticidad total por riesgo (CTR) para los equipos médicos, identificar la disponibilidad los equipos críticos, estableciendo un plan de mantenimiento preventivos en la situación actual de los equipos médicos de Es Salud –Virú, Simular a través del software Promodel para determinar los indicadores de disponibilidad y determinar la disponibilidad en los equipos después de haber realizado la simulación en Promodel, estos objetivos presentados buscan el mismo fin de aumentar la disponibilidad

6. Este trabajo se puede comparar con otro ya publicado como el de Heredia y Ortiz cuyo objetivo general consiste en integrar estrategias de

Reparaciones con preventivos que se sostienen en la disponibilidad de los artefactos del Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez Román de la ciudad de Riobamba. El cual coincide con el objetivo de hacer crecer la disponibilidad en mi trabajo. De la misma manera los objetivos específicos buscan alcanzar esta meta de exceder el valor de la disponibilidad con respecto a valores anteriores, para este caso en el trabajo de Heredia y Ortiz posee como específicos determinar el sustento teórico del mantenimiento de los equipos hospitalarios y la disponibilidad, definir la situación actual del mantenimiento en el Hospital Pediátrico Alfonso Villagómez Román y proponer una metodología para la implementación de estrategias en el plan de mantenimiento.

7. En caso se quiera mencionar otro trabajo sería el de Yancha el cual igual al resto de antecedentes arriba mencionados tiene el objetivo general de estudiar el mantenimiento preventivo y su incidencia en la disponibilidad de los equipos de planta Casigana de la empresa pública EMAPA Ambato. El cual quiere sumar más valor a la disponibilidad de la misma manera que busca el presente trabajo

También es importante decir para este caso del trabajo de Yancha sus objetivos específicos de evaluar el mantenimiento preventivo de la Planta Casigana de empresa pública EMAPA Ambato para la determinación del índice de prioridad de riesgos mediante la metodología del análisis modal de fallos y efectos (AMFE), determinar el nivel de disponibilidad de los equipos en la planta de tratamiento Casigana para evitar la suspensión no programada de la distribución de Agua Potable mediante la herramienta efectividad global del equipo (OEE) y calcular el índice de prioridad de riesgos estimado en función de acciones correctivas tienen la misma meta de mis objetivos específicos

8. Como otro aparte a este tema tenemos el de Martínez el cual presente un trabajo que de igual manera hace referencia en aumentar la disponibilidad teniendo el mismo fin de mi objetivo general, para este caso para Martínez su objetivo general consistía en estudiar la gestión de mantenimiento preventivo y su incidencia en la disponibilidad de los equipos en la mina de caliza de la Planta Otavalo.

También junto a sus objetivos específicos de evaluar la actual gestión del mantenimiento preventivo en referencia a la NORMA COVENIN 2500-93 y su relación con la fiabilidad. determinar la disponibilidad de los equipos de la cantera de caliza de la planta Otavalo, utilizando el registro de producción del año 2015 e identificar las fallas recurrentes de los equipos mediante la norma NTP 659, utilizando el registro histórico de producción del 2015, y además aplicar el principio de Pareto para reconocer las averías vitales. Tiene relación con la finalidad de los objetivos específicos de nuestro trabajo.

9. Y para finalizar este apartado de discusiones tenemos el trabajo de Illanes el cual para 2019 realizar su trabajo que e igual manera que los anteriores mencionados es congruente con nuestros objetivos generales, para su caso su objetivo general es de mejorar la disponibilidad mecánica de los buses WaynaBus aplicando el plan de mantenimiento predictivo basado en los análisis de aceite.

De igual manera los objetivos específicos son analizar los programas de mantenimiento preventivo ofrecidos por el fabricante, realizar un estudio de desgaste del motor para enfocar las tareas de mantenimiento, utilizar los análisis de aceite del motor como una herramienta versátil para evidenciar los desgastes existentes, realizar diferentes pruebas para modificar su plan de mantenimiento y realizar una propuesta de mantenimiento preventivo basado en la condición del aceite y de igual manera buscan el beneficio de la disponibilidad para la organización.

## VI. CONCLUSIONES

La descripción real del área de operaciones de la empresa GESA, determinó que la investigación sea enfocada específicamente a la disponibilidad de los compresores del área de operaciones, debido a que es un equipo crítico el cual hay uno por estación, de difícil instalación y cambio con una gran cantidad de solicitudes de mantenimiento.

Para concluir, la aplicación de un programa de mantenimientos basados en preventivos, tiene como consecuencia una subida significativa en la disponibilidad, numéricamente en la tabla 7 y en la figura 5 se puede observar que la media de valor de disponibilidad del antes obtuvo un 76.45% y la media en la disponibilidad post ejecución fue de 97.52% obteniendo un 21.07% de mejora como consecuencia de aplicación de un programa de mantenimiento preventivo.

En conclusión, la aplicación de un programa de mantenimiento preventivo, excede con gran importancia la confiabilidad, de modo cuantitativo podemos detectar en la tabla 5 y en la figura 3, donde se puede observar que el promedio de la confiabilidad medido en “tiempo medio entre fallos (MTBF)” tenía un valor anterior de 159.288 horas y la media de la confiabilidad posterior fue de 372.281 logrando una escalada de 212.993 horas este resultado se logró gracias a la aplicación de mantenimiento preventivos hacia las principales fallas para así disminuir su tasa de ocurrencia esperando a que fallen al igual que elaborar instructivos de dichos manteamientos preventivos formalizando la operación.

Concluyendo de otra forma, la aplicación de un cronograma de mantenimiento sustentado en preventivos, eleva sustancialmente la mantenibilidad, de tal forma que se puede cuantificar y evidenciar en la tabla 6 y la figura 4, donde se puede observar que el promedio de la mantenibilidad medido en “Tiempo medio entre reparación (MTTR)” tenía un valor anterior promedio de 41.511 horas y el promedio

de la mantenibilidad después fue de 8.433 horas obteniendo una disminución de 33.078 horas, este resultado se logró gracias a la aplicación de instructivos para resolver las principales fallas correctivas más rápido y como disminuían los mantenimientos correctivos y aumentaban los preventivos esto causaba que el tiempo de reparación sea menor ya que no eran emergencia sino era ordenes programadas.

## VII. RECOMENDACIONES

Después de concluir con la presente investigación y haber expuesto que con la aplicación de un programa de mantenimiento preventivo se logró incrementar la disponibilidad, es por ello que se recomendó a la empresa lo siguiente al igual que a los futuros investigadores.

Continuar con el programa de mantenimiento preventivo para así mantener la buena disponibilidad de equipo que se consiguió con los compresores, ya que si se deja de realizar este se entraría en mucho problema teniendo devuelta el aumento de mantenimiento correctivos los cuales terminarían por acumularse acaparando el tiempo de los técnicos.

Se recomienda que se capacite más a los técnicos ya que estos aun no pueden resolver todas las fallas por su cuenta, por lo que aún deben trabajar usando la memoria consultando a otros sobre el problema, de ser posible que es la capacitación sea realizada por las empresas fabricantes y/o distribuidoras del producto para así tener una información mucho más confiable.

Expandir el inventario de equipos no solo a compresores sino también a otros equipos, entre estos tableros eléctricos, equipos de aire acondicionado y a dispensadores, para así realizar sus respectivos mantenimientos y poder aumentar la disponibilidad del resto de equipos de las distintas estaciones de servicio y poder garantizar una mejora atención al cliente.



## REFERENCIAS

- AGUILAR FRATTY, D.A., 2016. DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA SECCIÓN DE METALES Y PRODUCTOS MANUFACTURADOS DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA, USAC. . S.I.:
- ALAVEDRA, C., GASTELU, Y., MÉNDEZ, G., MINAYA, C., PINEDA, B., PRIETO, K., RÍOS, K. y MORENO, C., 2016. Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. [en línea]. S.I.: Disponible en: [http://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria\\_industrial/article/viewFile/529/1354](http://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/viewFile/529/1354).
- ÁLVAREZ FERNÁNDEZ, E., 2018. Gestión de Mantenimiento: Lean Maintenance y TPM. [en línea], pp. 63. Disponible en: [https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/47868/Gesti%F3n de Mantenimiento. Lean Maintenance y TPM.pdf;jsessionid=058619FD227B6780D58FD090F1DA042E?sequence=1](https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/47868/Gesti%F3n%20de%20Mantenimiento.%20Lean%20Maintenance%20y%20TPM.pdf;jsessionid=058619FD227B6780D58FD090F1DA042E?sequence=1).
- ALVAREZ RISCO, A., 2020. Justificación de la investigación. *Universidad de Lima* [en línea], vol. 15, no. 2019, pp. 1-3. ISSN 1758857X. Disponible en: [https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10821/Nota Académica 5 %2818.04.2021%29 - Justificación de la Investigación.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10821/Nota%20Acad%C3%A9mica%205%20-%20Justificaci%C3%B3n%20de%20la%20Investigaci%C3%B3n.pdf?sequence=4&isAllowed=y).
- ARÉVALO CHÁVEZ, P., CRUZ CÁRDENAS, J., GUEVARA MALDONADO, C., PALACIO FIERRO, A., BONILLA BEDOYA, S., ESTRELLA BASTIDAS, A., GUADALUPE LANAS, J., ZAPATA RODRÍGUEZ, M., JADÁN GUERRERO, J., ARIAS FLORES, H. y RAMOS GALARZA, C., 2020. *Actualización en metodología de la investigación científica*. S.I.: s.n. ISBN 9789942821133.
- BAENA PAZ, G., 2017. *Metodología de la investigación*. S.I.: s.n. ISBN 9786077447481.
- BELTRÁN, C., HEFFES, A., SURGE, I., LAXALT, I. y BELTRÁN, D.A., 2020. *Metodología de la investigación: enfoques estadístico, biográfico y de*

*conversacion grupal* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 978-987-86-4595-7. Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/269107473\\_What\\_is\\_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civil\\_wars\\_12December2010.pdf%0Ahttps://think-asia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625](https://www.researchgate.net/publication/269107473_What_is_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civil_wars_12December2010.pdf%0Ahttps://think-asia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625).

BERNAL TORRES, C.A., 2010. *Metodología de la investigación* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 978-958-699-128-5. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/269107473\\_What\\_is\\_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civil\\_wars\\_12December2010.pdf%0Ahttps://think-asia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625](https://www.researchgate.net/publication/269107473_What_is_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civil_wars_12December2010.pdf%0Ahttps://think-asia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625).

CABEZAS MEJÍA, E.D., ANDRADE NARANJO, D. y TORRES SANTAMARÍA, J., 2018. *INTRODUCCION A LA METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 9772081415. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/269107473\\_What\\_is\\_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civil\\_wars\\_12December2010.pdf%0Ahttps://think-asia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625](https://www.researchgate.net/publication/269107473_What_is_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civil_wars_12December2010.pdf%0Ahttps://think-asia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625).

CARRANZA SOLIS, C. del P. y ROSALES LOZANO, Y.A., 2018. APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO, PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE FLOTA DE MONTACARGAS EN LA EMPRESA GRÚAS LUGUENSI S.A.C - CHIMBOTE, 2018. *Universidad César Vallejo*, pp. 138.

CASTELLÓN GONZÁLEZ, L.I., 2018. *Plan de mantenimiento preventivo para las máquinas productoras de helado de la fábrica Belén de la ciudad de Estelí, realizado en el segundo semestre de 2017* [en línea]. S.l.: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Disponible en: <https://web.archive.org/web/20190712020314/http://repositorio.unan.edu.ni/8947/1/18878.pdf>.

COHEN, N. y GÓMEZ ROJAS, G., 2019. *METODOLGIA DE LA INVESTIGACION ¿PARA QUE SIRVE?* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 9772081415. Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/269107473\\_What\\_is\\_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civil\\_wars\\_12December2010.pdf%0Ahttps://think-asia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625](https://www.researchgate.net/publication/269107473_What_is_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civil_wars_12December2010.pdf%0Ahttps://think-asia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625).

FATTORINI, V.O., 2018. Existen más de 4,700 estaciones de servicio en todo el país. *GESTION* [en línea]. Disponible en: <https://gestion.pe/economia/existen-4-700-estaciones-servicio-pais-226062-noticia/>.

FERNÁNDEZ BEDOYA, V.H., 2020. Tipos de justificación en la investigación científica. *Espíritu Emprendedor TES*, vol. 4, no. 3, pp. 65-76. DOI 10.33970/eetes.v4.n3.2020.207.

GARCÍA CÓRDOBA, M., 2017. Una polémica trascendental sobre el mantenimiento Preventivo y Predictivo. *Revista de Investigaciones Sociales* [en línea], vol. 3, no. 8, pp. 1-11. Disponible en: [www.ecorfan.org/republicofnicaragua](http://www.ecorfan.org/republicofnicaragua).

GARCÍA ESPARZA, C.D., 2015. *MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA CALIDAD EN EL SERVICIO EN EL DEPARTAMENTO DE ALTA TENSIÓN DE STC METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO*. S.I.: INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL.

GONZALES ARIAS, J.L. y COVINOS GALLARDO, M., 2021. *Diseño y metodología de la investigación*. S.I.: s.n. ISBN 978-612-48444-2-3.

GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, F.J., 2014. *Auditoria del Mantenimiento e Indicadores de Gestion*. 2014. S.I.: Ediciones De La U. ISBN 9587621808.

GUTIERREZ SERNA, M.D., 2018. Propuesta De Mantenimiento Preventivo Para Mejorar La Disponibilidad Mecánica Del Cargador Frontal Caterpillar 966h En Una Empresa De Servicios, Callao, 2018. *Universidad César Vallejo*, pp. 1-89.

HEREDIA SÁNCHEZ, J.L. y ORTIZ CABEZAS, M.E., 2017. *IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS DE HOSPITAL PEDIÁTRICO ALFONSO VILLAGÓMEZ ROMÁN DE LA CUIDAD DE RIOBAMBA*. S.I.: s.n.

HORA CARRASCO, H.O., 2018. IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE

MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE TRACTOCAMIÓN INTERNATIONAL I9200 EN LA EMPRESA DE TRANSPORTES NICMAR S.A.C. , pp. 147.

ILLANES DORADO, J.M., 2019. *PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN ANÁLISIS DE ACEITE ORIENTADO AL MEJORAMIENTO DE LA DISPONIBILIDAD OPERATIVA DE LOS BUSES DE TRANSPORTE MASIVO "WAYNABUS" DE LA CIUDAD DE EL ALTO*. S.l.: s.n.

INDECOPI, 2007. GAS NATURAL SECO. Estación de servicio para venta al público de gas natural vehicular (GNV). , pp. 72.

INTEGRAMARKETS, 2018. *GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL*. S.l.: s.n. ISBN 9781370710768.

LAZIM, H.M., SASITHARAN, D., TAIB, C.A., LAMSALI, H. y SALLEH, M.N., 2019. An Empirical Investigation of Preventive Maintenance Practices Among Manufacturing Organizations: Does Cost and Quality Matter? *Global Business and Management Research* [en línea], vol. 11, no. 2, pp. 120-129. Disponible en: <https://ezp.lib.cam.ac.uk/login?url=https://www.proquest.com/scholarly-journals/empirical-investigation-preventive-maintenance/docview/2236674010/se-2?accountid=9851%0Ahttps://libkey.io/libraries/603/openurl?genre=article&au=Lazim%252C+Halim+Mad%253BSasit>.

LERMA GONZALEZ, H.D., 2016. *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN Propuesta, anteproyecto y proyecto*. 5ta edicio. S.l.: ecoe ediciones.

LI, R., 2017. Phase-based Planning for Railway Infrastructure Projects. , pp. 151.

LIZANO CHICO, H.X., 2016. La gestión de mantenimiento correctivo y su incidencia en la disponibilidad de máquinas de la empresa Carrocerías Jácome de la ciudad de Ambato. . AMBATO:

LÓPEZ ROMÁN, P., RODRÍGUEZ ARRASTIA, M.J. y ROPERO PADILLA, C., 2021. *Metodología de la investigación: de lector a divulgador*. S.l.: edual. ISBN 9788413511023.

- LUIS ZANAZZI, J., AUTRAN MONTEIRO GOMES, L.F. y DIMITROFF, M., 2014. GROUP DECISION MAKING APPLIED TO PREVENTIVE MAINTENANCE SYSTEMS. , vol. 34, pp. 91-105.
- MARTÍNEZ ZAPATA, J.A., 2017. *ESTUDIO DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y SU INCIDENCIA EN LA DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS EN LA MINA DE CALIZA DE LA PLANTA OTAVALO. S.I.: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA.*
- MOLINA RODRÍGUEZ, R.P., BLANCO BLANDÓN, F.M. y SÁNCHEZ FIGUEROA, I.M., 2018. Plan de Gestión de Mantenimiento Preventivo Total. , pp. 20.
- MONTILLA MONTAÑA, C.A., 2016. *Fundamentos de mantenimiento industrial. S.I.: Universidad Tecnológica de Pereira. ISBN 978-958-722-409-2.*
- MORALES GRAUS, F.J. y GONZALES GOMEZ, L.E., 2018. APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DEL MANIPULADOR DE MATERIALES, EMPRESA SIDERPERÚ S.A.A. CHIMBOTE, 2018. , pp. 123.
- NIELSEN CINGEL, M., 2016. Análisis de rentabilidad de «Planta de regeneración de aceites lubricantes». . S.I.:
- PÉREZ RONDÓN, F.A., 2021. *CONCEPTOS GENERALES EN LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL* [en línea]. S.I.: s.n. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/33276/9789588477923.pdf?sequence=4&isAllowed=y>.
- RAYME FLORES, M.S. y DIAZ DUMONT, orge R., 2021. Mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en los equipos de medición. *Qantu Yachay*, pp. 59-66.
- ROMAN GAMBOA, J. enrique, 2017. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PREVENTIVO COMO HERRAMIENTA DE MEJORA DE LA INOCUIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE GRANOLA EN SALUVITA, S.A. . Guatemala:
- SALGADO DUARTE, Y., MARTÍNEZ DEL CASTILLO SERPA, A. y SANTOS

- FUENTEFRÍA, A., 2018. Programación óptima del mantenimiento preventivo de generadores de sistemas de potencia con presencia eólica. *Ingeniería Energética*, vol. 39, no. 3, pp. 157-167. ISSN 1815-5901.
- TORRES, L., 2015. *Gestión Integral de Activos Físicos y Mantenimiento* [en línea]. Alfaomega. S.l.: s.n. ISBN 978-987-160-966-6. Disponible en: <https://www.alfaomega.com.mx/default/catalogo/profesional/gestion-integral-de-activos-fisicos-y-mantenimiento.html>.
- VÁSQUEZ HIDALGO, I., 2016. Tipos de estudio y métodos de investigación. *Gestiopolis* [en línea], pp. 1-12. Disponible en: <https://nodo.ugto.mx/wp-content/uploads/2016/05/Tipos-de-estudio-y-métodos-de-investigación.pdf>.
- VENTURA ZEGARRA, E.M., 2015. Gestión moderna del mantenimiento de equipos pesados. *Ciencia y Desarrollo*, vol. 18, no. 1, pp. 57-67.
- WANG, Q., CHENG, Z., LI, Z. y BAI, Y., 2019. Two-dimensional product warranty cost model under preventive maintenance time constraints. *International Journal of Performability Engineering*, vol. 15, no. 4, pp. 1227-1234. ISSN 09731318. DOI 10.23940/ijpe.19.04.p18.12271234.
- YANCHA CÁCERES, F.A., 2017. *Estudio del mantenimiento preventivo y su incidencia en la disponibilidad de los equipos de Planta Casigana de la empresa pública EMAPA Ambato*. S.l.: s.n.
- ZAVALA NAVARRO, M.A., 2018. Plan de Mantenimiento Preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos médicos en ESSALUD- Virú 2018. , pp. 116.


ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización.

TITULO										
Aplicación de un programa de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de compresores en el área de operaciones de la empresa GESA, 2018										
VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE INDICADORES	TECNICA	INSTRUMENTO	UNIDAD DE MEDIDA	FORMULA	METODOLOGIA
Programa de mantenimiento preventivo	Montilla (2016) explico: Un programa de mantenimiento preventivo es un sistema de mantenimiento cuyo objetivo esencial es prevenir la ocurrencia de fallas en un sistema productivo, con base en la ejecución de unas tareas básicas (observar, inspeccionar, calibrar, ajustar, cambiar, lubricar, reparar, etc.), a unas frecuencias predeterminadas, asociadas a cada ciclo productivo en particular. (p. 59)	las rutinas básicas son tareas sencillas que se realizan al momento se ejecutar los mantenimientos preventivos de una Manera lógica sin desperdicio de recursos, una forma de medir esta dimensión sería por medio del número de acciones de mantenimiento que han sido solicitadas y tienen como origen rutinas del MP.	Inventario de equipos	Nivel porcentual de equipos críticos dentro del mantenimiento (NPECM)	porcentaje	software de mantenimiento	reportes de mantenimiento	semanal	$NPECM = \frac{ECI}{ECT}$ ECI: Equipos críticos inventariados ECT: Equipos críticos totales	recolección de datos
			programacion	Nivel porcentual de mantenimientos preventivos ejecutados (NPMPE)	porcentaje	software de mantenimiento	programa de mantenimiento	semanal	$NPMPE = \frac{IRF}{IP}$ IRF: Inspecciones realizadas dentro de la fecha IP: Inspecciones programadas	recolección de datos
			Rutinas básicas de mantenimiento	Nivel porcentual de mantenimientos preventivos (NPMP)	porcentaje	software de mantenimiento	programa de mantenimiento	semanal	$NPMP = \frac{MP}{MC + MP}$ MP: Mantenimiento preventivo MF: Mantenimiento correctivo	recolección de datos
Disponibilidad	González (2014) redactó: El porcentaje de tiempo que el sistema o equipo esta útil (disponible) para producción. El tiempo que esta fuera de servicio (indisponible) de contemplar todas paralización por mantenimiento correctivo o preventivo, desde el momento en que queda fuera de servicio hasta que se devuelve a entregar operativo. (p. 57).	La disponibilidad es la confiabilidad sobre la suma entre la mantenibilidad y la confiabilidad	Confiabilidad	tiempo medio entre fallos (MTBF)	porcentaje	software de mantenimiento	panel de control del área de operaciones	semanal	$MTBF = \frac{\sum_1^n TBF}{n}$ TTF = tiempo entre fallos n = número de mantenimientos	recolección de datos
			Mantenibilidad	Tiempo medio entre reparación (MTTR)	porcentaje	software de mantenimiento	panel de control del área de operaciones	semanal	$MTTR = \frac{\sum_1^n TTR}{n}$ TTR = tiempo entre reparación n = número de mantenimientos	recolección de datos

Anexo 2. Hoja de vida firmada

CODIGO:		HOJA DE VIDA						
ESTACION:		NOMBRE DE EQUIPO:			PAGINA:			
DIRECCION:		MARCA:	MODELO:	WBS:	FECHA DE PUESTA EN MARCHA:			
GNH-C-CAF-2					2			
DATOS DE LA FALLA			HISTORIAL DE REPARACIONES					
FECHA	HORA	CODIGO DE FALLAS	FALLA	FECHA	HORA INICIAL	HORA FINAL	CODIGO DE MANTENIMIENTO	DESERVACION
				04/02/19	08:48	09:22	P-SH-PE	
				04/02/19	10:02	11:21	P-SH-C	
				04/02/19	11:21	12:19	P-SH-F	
				04/02/19	12:14	13:20	P-SH-VC	
				04/02/19	13:20	13:45	P-SH-M3	
				01/02/19	13:45	14:24	P-SH-MR	
11/03/19	14:26	F-SL-3	Expuma en el aceite de la cavista	22/03/19	08:05	09:00	C-SL-3	
				22/04/19	08:12	08:59	P-SH-F	
				22/03/19	08:04	09:43	P-SH-MR	
02/04/19	18:20	F-SH-2	Falta de velocidad de admision	04/04/19	08:10	09:02	C-SH-2	
13/04/19	15:36	F-SL-3	Expuma en el aceite de la cavista	14/04/19	08:13	09:04	C-SL-3	
				23/04/19	08:11	08:55	P-SL-CA	
				23/04/19	08:55	09:46	P-SH-PE	
				23/04/19	09:46	10:33	P-SH-VC	
				23/04/19	10:33	11:26	P-SH-MR	



**GESHA**  
Tu Estación de Confianza

FIRMA (ADMINISTRADOR):

FIRMA (TECNICO):

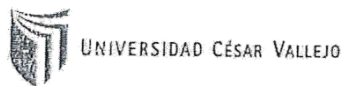
*José Ramón Rodríguez*  
 José Ramón Rodríguez  
 Gerente de Operaciones  
 GESHA ESTACIONES S.A.

FIRMA (OPERACIONES):

Vº Bº



### **Anexo 3. Instrumentos de medición**



**DOCUMENTOS PARA VALIDAR LOS INSTRUMENTOS DE  
MEDICIÓN A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS**



## CARTA DE PRESENTACIÓN

Seño: MG. ING. BÁZAN ROBLES ROMEL DARIO

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, Yo Morales Ruiz Álvaro Felix, siendo estudiante de pre- grado de Ingeniería Industrial en la sede Lima Este, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optaremos el grado de Bachiller.


El título de mi tesis de investigación es: "Aplicación de un programa de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de compresores en el área de operaciones de la empresa GESA, 2018", y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

  
\_\_\_\_\_  
Morales Ruiz Álvaro Félix  
D.N.I: 73253783



## DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

### Variable Independiente

“Programa de Mantenimiento preventivo”

Montilla (2016) explicó:

Un programa de mantenimiento preventivo es un sistema de mantenimiento cuyo objetivo esencial es prevenir la ocurrencia de fallas en un sistema productivo, con base en la ejecución de unas tareas básicas (observar, inspeccionar, calibrar, ajustar, cambiar, lubricar, reparar, etc.), a unas frecuencias predeterminadas, asociadas a cada ciclo productivo en particular. (p. 59).

### Dimensiones de la variable:

#### Dimensión 1

Inventario de equipos, inmuebles y vehículos.

Montilla (2016) consideró:

Se busca con esta tarea elaborar el censo o listado de las máquinas y equipos que serán cobijados dentro del programa de mantenimiento [...] con este inventario se conforma un archivo maestro de máquinas, debidamente codificado, [se debe evitar] situaciones en las cuales máquinas/equipos no relevantes queden cobijados por el programa de mantenimiento o por el contrario, máquinas/equipos importantes queden fuera de él. (p. 63)

#### Dimensión 2

Programación.

Montilla (2016) escribió: “El conjunto de acciones tendientes a organizar la ejecución de un conjunto de tareas en un periodo de tiempo generalmente preestablecido, distribuyéndolas, con el fin de racionalizar los recursos (humanos, repuestos, herramientas).” (p. 85)



### Dimensión 3:

Rutinas básicas de mantenimiento.

Montilla (2016) concluyó:

Constituye un conjunto de tareas de lubricación, electricidad, mecánica e instrumentación, definidas en formatos estandarizados, que deben ser ejecutadas por un(os), siguiendo una determinada ruta lógica dentro de las plantas sus áreas, las máquinas y al interior de estos, reduciendo los desperdicios de tiempo y recursos. (p. 74)

### Variable Dependiente

Disponibilidad

González (2014) redactó:

El porcentaje de tiempo que el sistema o equipo esta útil (disponible) para producción. El tiempo que esta fuera de servicio (indisponible) de contemplar todas paralización por mantenimiento correctivo o preventivo, desde el momento en que queda fuera de servicio hasta que se devuelve a entregar operativo. (p. 57).

### Dimensiones de la variable:

Dimensión 1

Mantenibilidad

González (2014) expresó: "la probabilidad de duración de relación/revisión [se puede calcular por el MTTR que es la] media de procesos de reparación o revisión". (p. 56)

Dimensión 2

Confiabilidad

González (2014) definió:

Media de los tiempos de buen funcionamiento (que puede ser evaluada por kilómetros hora de vuelo, piezas producidas, etc) está íntimamente relacionada con la media de tiempo para revisar o para reparar [se puede calcular por el MTBF que es la] media de tiempos de buen funcionamiento. (p. 56)



## MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable independiente: Programa de Mantenimiento Preventivo

DIMENSIONES	INDICADOR	FORMULA	TECNICA	INSTRUMENTO
Inventario de equipos	Nivel porcentual de equipos críticos dentro del mantenimiento (NPECM)	$NPECM = \frac{ECI}{ECT}$ ECI: Equipos críticos inventariados ECT: Equipos críticos totales	Observación y análisis	software de mantenimiento
Programacion	Nivel porcentual de mantenimientos preventivos ejecutados (NPMPE)	$NPMPE = \frac{IRF}{IP}$ IRF: Inspecciones realizadas dentro de la fecha IP: Inspecciones programadas	Observación y análisis	reporte de mantenimiento y cronograma de mantenimiento
Rutinas básicas de mantenimiento	Nivel porcentual de mantenimientos preventivos (NPMP)	$NPMP = \frac{MP}{MC + MP}$ MP: Mantenimiento preventivo MT: Mantenimiento correctivo	Observación y análisis	reporte de mantenimiento y software de mantenimiento



Variable dependiente: **Disponibilidad**

DIMENSIONES	INDICADOR	FORMULA	TECNICA	INSTRUMENTO
Confiability	tiempo medio entre fallos (MTBF)	$MTBF = \frac{\sum_1^n TBF}{n}$ <p>TTF = Tiempo entre fallos n = Número de mantenimientos</p>	Observación y análisis	Reporte de mantenimiento
Mantenibilidad	Tiempo medio entre reparación (MTTR)	$MTTR = \frac{\sum_1^n TTR}{n}$ <p>TTR = Tiempo entre reparación n = Número de mantenimientos</p>	Observación y análisis	Reporte de mantenimiento



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:**

“Aplicación de un programa de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de compresores en el área de operaciones de la empresa GESA, 2018”

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>Variable independiente:</b> Programa de mantenimiento preventivo.							
<b>1</b>	<b>Dimensión 1:</b> Inventario de equipos.							
	Nivel porcentual de equipos críticos dentro del mantenimiento (NPECM)							
	$NPECM = \frac{ECI}{ECT}$ <p>ECI: Equipos críticos inventariados ECT: Equipos críticos totales</p>	✓		✓		✓		
<b>2</b>	<b>Dimensión 2:</b> Programación.							
	Nivel porcentual de mantenimientos preventivos ejecutados (NPMPE)							
	$NPMPE = \frac{IRF}{IP}$ <p>IRF: Inspecciones realizadas dentro de la fecha IP: Inspecciones programadas</p>	✓		✓		✓		
<b>3</b>	<b>Dimensión 3:</b> Rutinas básicas de mantenimiento.							
	Nivel porcentual de mantenimientos preventivos (NPMP)							
	$NPMP = \frac{MP}{MC + MP}$ <p>MP: Mantenimiento preventivo MT: Mantenimiento correctivo</p>	✓		✓		✓		



”

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>Variable Dependiente: Disponibilidad</b>							
<b>2</b>	<b>Dimensión 2: Confiabilidad</b>							
	Tiempo medio entre fallos (MTBF)							
	$MTBF = \frac{\sum_1^n TBF}{n}$ TTF = Tiempo entre fallos n = Número de mantenimientos	✓		✓		✓		
<b>1</b>	<b>Dimensión 1: Mantenibilidad</b>							
	Tiempo medio entre reparación (MTTR)							
	$MTTR = \frac{\sum_1^n TTR}{n}$ TTR = Tiempo entre reparación n = Número de mantenimientos	✓		✓		✓		





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

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg: Barral Ibañez, Juan David    DNI: 41391324  
Especialidad del validador: \_\_\_\_\_

- <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

Lima 29 de MAYO del 2019

-----  
Firma del Experto Informante.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**DOCUMENTOS PARA VALIDAR LOS INSTRUMENTOS DE  
MEDICIÓN A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS**



## CARTA DE PRESENTACIÓN

DRA. ING LUZ GRACIELA SÁNCHEZ RAMÍREZ

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, Yo Morales Ruiz Álvaro Félix, siendo estudiante de pre- grado de Ingeniería Industrial en la sede Lima Este, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optaremos el grado de Bachiller.


El título de mi tesis de investigación es: "Aplicación de un programa de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de compresores en el área de operaciones de la empresa GESA, 2018", y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

  
\_\_\_\_\_  
Morales Ruiz Álvaro Félix  
D.N.I: 73253783

## DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

### Variable Independiente

“Programa de Mantenimiento preventivo”

Montilla (2016) explicó:

Un programa de mantenimiento preventivo es un sistema de mantenimiento cuyo objetivo esencial es prevenir la ocurrencia de fallas en un sistema productivo, con base en la ejecución de unas tareas básicas (observar, inspeccionar, calibrar, ajustar, cambiar, lubricar, reparar, etc.), a unas frecuencias predeterminadas, asociadas a cada ciclo productivo en particular. (p. 59).

### Dimensiones de la variable:

#### Dimensión 1

Inventario de equipos, inmuebles y vehículos.

Montilla (2016) consideró:

Se busca con esta tarea elaborar el censo o listado de las máquinas y equipos que serán cobijados dentro del programa de mantenimiento [...] con este inventario se conforma un archivo maestro de máquinas, debidamente codificado, [se debe evitar] situaciones en las cuales máquinas/equipos no relevantes queden cobijados por el programa de mantenimiento o por el contrario, máquinas /equipos importantes queden fuera de él. (p. 63)

#### Dimensión 2

Programación.

Montilla (2016) escribió: “El conjunto de acciones tendientes a organizar la ejecución de un conjunto de tareas en un periodo de tiempo generalmente preestablecido, distribuyéndolas, con el fin de racionalizar los recursos (humanos, repuestos, herramientas).” (p. 85)



**Dimensión 3:**

Rutinas básicas de mantenimiento.

Montilla (2016) concluyó:

Constituye un conjunto de tareas de lubricación, electricidad, mecánica e instrumentación, definidas en formatos estandarizados, que deben ser ejecutadas por un(os), siguiendo una determinada ruta lógica dentro de las plantas sus áreas, las máquinas y al interior de estos, reduciendo los desperdicios de tiempo y recursos. (p. 74)

**Variable Dependiente**

Disponibilidad

González (2014) redactó:

El porcentaje de tiempo que el sistema o equipo esta útil (disponible) para producción. El tiempo que esta fuera de servicio (indisponible) de contemplar todas paralización por mantenimiento correctivo o preventivo, desde el momento en que queda fuera de servicio hasta que se devuelve a entregar operativo. (p. 57).

**Dimensiones de la variable:**

Dimensión 1

Mantenibilidad

González (2014) expresó: “la probabilidad de duración de relación/revisión [se puede calcular por el MTTR que es la] media de procesos de reparación o revisión”. (p. 56)

Dimensión 2

Confiabilidad

González (2014) definió:

Media de los tiempos de buen funcionamiento (que puede ser evaluada por kilómetros hora de vuelo, piezas producidas, etc) está íntimamente relacionada con la media de tiempo para revisar o para reparar [se puede calcular por el MTBF que es la] media de tiempos de buen funcionamiento. (p. 56)



## MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable independiente: Programa de Mantenimiento Preventivo

DIMENSIONES	INDICADOR	FORMULA	TECNICA	INSTRUMENTO
Inventario de equipos	Nivel porcentual de equipos críticos dentro del mantenimiento (NPECM)	$NPECM = \frac{ECI}{ECT}$ ECI: Equipos críticos inventariados ECT: Equipos críticos totales	Observación y análisis	software de mantenimiento
Programacion	Nivel porcentual de mantenimientos preventivos ejecutados (NPMPE)	$NPMPE = \frac{IRF}{IP}$ IRF: Inspecciones realizadas dentro de la fecha IP: Inspecciones programadas	Observación y análisis	reporte de mantenimiento y cronograma de mantenimiento
Rutinas básicas de mantenimiento	Nivel porcentual de mantenimientos preventivos (NPMP)	$NPMP = \frac{MP}{MC + MP}$ MP: Mantenimiento preventivo MT: Mantenimiento correctivo	Observación y análisis	reporte de mantenimiento y software de mantenimiento



Variable dependiente: **Disponibilidad**

DIMENSIONES	INDICADOR	FORMULA	TECNICA	INSTRUMENTO
Confiabilidad	tiempo medio entre fallos (MTBF)	$MTBF = \frac{\sum_1^n TBF}{n}$ <p>TTF = Tiempo entre fallos n = Número de mantenimientos</p>	Observación y análisis	Reporte de mantenimiento
Mantenibilidad	Tiempo medio entre reparación (MTTR)	$MTTR = \frac{\sum_1^n TTR}{n}$ <p>TTR = Tiempo entre reparación n = Número de mantenimientos</p>	Observación y análisis	Reporte de mantenimiento

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:**

“Aplicación de un programa de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de compresores en el área de operaciones de la empresa GESA, 2018”

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>Variable independiente:</b> Programa de mantenimiento preventivo.							
<b>1</b>	<b>Dimensión 1:</b> Inventario de equipos.							
	Nivel porcentual de equipos críticos dentro del mantenimiento (NPECM)							
	$NPECM = \frac{ECI}{ECT}$ ECI: Equipos críticos inventariados ECT: Equipos críticos totales	✓		✓		✓		
<b>2</b>	<b>Dimensión 2:</b> Programación.							
	Nivel porcentual de mantenimientos preventivos ejecutados (NPMPE)							
	$NPMPE = \frac{IRF}{IP}$ IRF: Inspecciones realizadas dentro de la fecha IP: Inspecciones programadas	✓		✓		✓		
<b>3</b>	<b>Dimensión 3:</b> Rutinas básicas de mantenimiento.							
	Nivel porcentual de mantenimientos preventivos (NPMP)							
	$NPMP = \frac{MP}{MC + MP}$ MP: Mantenimiento preventivo MT: Mantenimiento correctivo	✓		✓		✓		



”

N°	DIMENSIONES / items	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>Variable Dependiente: Disponibilidad</b>							
<b>2</b>	<b>Dimensión 2: Confiabilidad</b>							
	Tiempo medio entre fallos (MTBF)							
	$MTBF = \frac{\sum_1^n TBF}{n}$ <p>TTF = Tiempo entre fallos n = Número de mantenimientos</p>	✓		✓		✓		
<b>1</b>	<b>Dimensión 1: Mantenibilidad</b>							
	Tiempo medio entre reparación (MTTR)							
	$MTTR = \frac{\sum_1^n TTR}{n}$ <p>TTR = Tiempo entre reparación n = Número de mantenimientos</p>	✓		✓		✓		



Observaciones (precisar si hay suficiencia):

SE HAY SUFICIENCIA

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg: SANCHEZ RIVERA LUIS GABRIEL

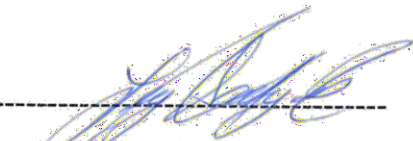
DNI:.....

Especialidad del validador: GESTION DE OPERACIONES Y PRODUCTIVIDAD

- <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

Lima 10 de Novo del 2019

  
-----  
Firma del Experto Informante.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**DOCUMENTOS PARA VALIDAR LOS INSTRUMENTOS DE  
MEDICIÓN A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS**



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## CARTA DE PRESENTACIÓN

Seño: MG. ING. PANTA SALAZAR JAVIER FRANCISCO

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, Yo Morales Ruiz Álvaro Félix, siendo estudiante de pre- grado de Ingeniería Industrial en la sede Lima Este, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optaremos el grado de Bachiller.

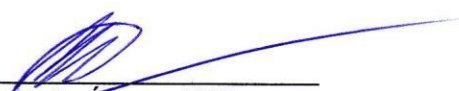
El título de mi tesis de investigación es: "Aplicación de un programa de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de compresores en el área de operaciones de la empresa GESA, 2018", y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

  
\_\_\_\_\_  
Morales Ruiz Álvaro Félix  
D.N.I: 73253783

## DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

### Variable Independiente

“Programa de Mantenimiento preventivo”

Montilla (2016) explicó:

Un programa de mantenimiento preventivo es un sistema de mantenimiento cuyo objetivo esencial es prevenir la ocurrencia de fallas en un sistema productivo, con base en la ejecución de unas tareas básicas (observar, inspeccionar, calibrar, ajustar, cambiar, lubricar, reparar, etc.), a unas frecuencias predeterminadas, asociadas a cada ciclo productivo en particular. (p. 59).

### Dimensiones de la variable:

#### Dimensión 1

Inventario de equipos, inmuebles y vehículos.

Montilla (2016) consideró:

Se busca con esta tarea elaborar el censo o listado de las máquinas y equipos que serán cobijados dentro del programa de mantenimiento [...] con este inventario se conforma un archivo maestro de máquinas, debidamente codificado, [se debe evitar] situaciones en las cuales máquinas/equipos no relevantes queden cobijados por el programa de mantenimiento o por el contrario, máquinas/equipos importantes queden fuera de él. (p. 63)

#### Dimensión 2

Programación.

Montilla (2016) escribió: “El conjunto de acciones tendientes a organizar la ejecución de un conjunto de tareas en un periodo de tiempo generalmente preestablecido, distribuyéndolas, con el fin de racionalizar los recursos (humanos, repuestos, herramientas).” (p. 85)



### Dimensión 3:

Rutinas básicas de mantenimiento.

Montilla (2016) concluyó:

Constituye un conjunto de tareas de lubricación, electricidad, mecánica e instrumentación, definidas en formatos estandarizados, que deben ser ejecutadas por un(os), siguiendo una determinada ruta lógica dentro de las plantas sus áreas, las máquinas y al interior de estos, reduciendo los desperdicios de tiempo y recursos. (p. 74)

### Variable Dependiente

Disponibilidad

González (2014) redactó:

El porcentaje de tiempo que el sistema o equipo esta útil (disponible) para producción. El tiempo que esta fuera de servicio (indisponible) de contemplar todas paralización por mantenimiento correctivo o preventivo, desde el momento en que queda fuera de servicio hasta que se devuelve a entregar operativo. (p. 57).

### Dimensiones de la variable:

Dimensión 1

Mantenibilidad

González (2014) expresó: "la probabilidad de duración de relación/revisión [se puede calcular por el MTTR que es la] media de procesos de reparación o revisión". (p. 56)

Dimensión 2

Confiabilidad

González (2014) definió:

Media de los tiempos de buen funcionamiento (que puede ser evaluada por kilómetros hora de vuelo, piezas producidas, etc) está íntimamente relacionada con la media de tiempo para revisar o para reparar [se puede calcular por el MTBF que es la] media de tiempos de buen funcionamiento. (p. 56)



### MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable independiente: Programa de Mantenimiento Preventivo

DIMENSIONES	INDICADOR	FORMULA	TECNICA	INSTRUMENTO
Inventario de equipos	Nivel porcentual de equipos críticos dentro del mantenimiento (NPECM)	$NPECM = \frac{ECI}{ECT}$ <p>ECI: Equipos críticos inventariados ECT: Equipos críticos totales</p>	Observación y análisis	software de mantenimiento
Programacion	Nivel porcentual de mantenimientos preventivos ejecutados (NPMPE)	$NPMPE = \frac{IRF}{IP}$ <p>IRF: Inspecciones realizadas dentro de la fecha IP: Inspecciones programadas</p>	Observación y análisis	reporte de mantenimiento y cronograma de mantenimiento
Rutinas básicas de mantenimiento	Nivel porcentual de mantenimientos preventivos (NPMP)	$NPMP = \frac{MP}{MC + MP}$ <p>MP: Mantenimiento preventivo MT: Mantenimiento correctivo</p>	Observación y análisis	reporte de mantenimiento y software de mantenimiento



Variable dependiente: **Disponibilidad**

DIMENSIONES	INDICADOR	FORMULA	TECNICA	INSTRUMENTO
Confiabilidad	tiempo medio entre fallos (MTBF)	$MTBF = \frac{\sum_1^n TBF}{n}$ <p>TTF = Tiempo entre fallos n = Número de mantenimientos</p>	Observación y análisis	Reporte de mantenimiento
Mantenibilidad	Tiempo medio entre reparación (MTTR)	$MTTR = \frac{\sum_1^n TTR}{n}$ <p>TTR = Tiempo entre reparación n = Número de mantenimientos</p>	Observación y análisis	Reporte de mantenimiento



**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE:**

“Aplicación de un programa de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de compresores en el área de operaciones de la empresa GESA, 2018”

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>Variable independiente:</b> Programa de mantenimiento preventivo.							
<b>1</b>	<b>Dimensión 1:</b> Inventario de equipos.							
	Nivel porcentual de equipos críticos dentro del mantenimiento (NPECM)							
	$NPECM = \frac{ECI}{ECT}$ ECI: Equipos críticos inventariados ECT: Equipos críticos totales	✓		✓		✓		
<b>2</b>	<b>Dimensión 2:</b> Programación.							
	Nivel porcentual de mantenimientos preventivos ejecutados (NPMPE)							
	$NPMPE = \frac{IRF}{IP}$ IRF: Inspecciones realizadas dentro de la fecha IP: Inspecciones programadas	✓		✓		✓		
<b>3</b>	<b>Dimensión 3:</b> Rutinas básicas de mantenimiento.							
	Nivel porcentual de mantenimientos preventivos (NPMP)							
	$NPMP = \frac{MP}{MC + MP}$ MP: Mantenimiento preventivo MT: Mantenimiento correctivo	✓		✓		✓		



”

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>Variable Dependiente: Disponibilidad</b>							
<b>2</b>	<b>Dimensión 2: Confiabilidad</b>							
	Tiempo medio entre fallos (MTBF)							
	$MTBF = \frac{\sum_1^n TBF}{n}$ TTF = Tiempo entre fallos n = Número de mantenimientos	✓		✓		✓		
<b>1</b>	<b>Dimensión 1: Mantenibilidad</b>							
	Tiempo medio entre reparación (MTTR)							
	$MTTR = \frac{\sum_1^n TTR}{n}$ TTR = Tiempo entre reparación n = Número de mantenimientos	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. / Mg: Pante Salazar Janin Francisco    DNI: 02626381  
Especialidad del validador: Ing Industrial

- <sup>1</sup>**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
- <sup>2</sup>**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
- <sup>3</sup>**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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

Lima 08 de Mayo del 2019



Firma del Experto Informante.

Anexo 4: Modelo de consentimiento o asentimiento informado UCV y autorización



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**Autorización de Publicación en Repositorio Institucional**

Yo (Nosotros), Alvaro Félix Morales Ruiz.....  
 identificado con DNI N° 73253783....., (respectivamente), egresado  
 (s) de la Facultad de / Escuela de posgrado Ingeniería Industrial.....  
 y Escuela Profesional / Programa Académico Ingeniería Industrial.... de la  
 Universidad César Vallejo, autorizo (autorizamos) () , no autorizo (autorizamos)  
 ( ) la divulgación y comunicación pública de mi (nuestro) Trabajo de Investigación  
 / Tesis:

"Aplicación de un programa de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de compresores en el área de operación de la empresa GESA, 2018."

En el Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulada en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de **NO** autorización:

Lugar y fecha,

Apellidos y Nombres del Autor Paterno Materno, Nombre1 Nombre2	
DNI:	Firma
ORCID:	
Apellidos y Nombres del Autor <u>Morales Ruiz Alvaro Félix</u>	
DNI: <u>73253783</u>	Firma
ORCID: <u>0000-0002-8296-3485</u>	
Apellidos y Nombres del Autor	
DNI:	Firma
ORCID:	
Apellidos y Nombres del Autor	
DNI:	Firma
ORCID:	

Las filas de la tabla dependerán del número de estudiantes implicados.



**AUTORIZACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN PARA PUBLICAR SU IDENTIDAD EN  
LOS RESULTADOS DE LAS INVESTIGACIONES**

Datos Generales

Nombre de la Organización: <b>GESA</b>	RUC: <b>20100111838</b>
Nombre del Titular o Representante legal: <b>Pedro Espinoza Orihuela (Presidente de directorio)</b>	
Nombres y Apellidos <b>Pedro Espinoza Orihuela</b>	DNI: <b>07438467</b>

Consentimiento:

De conformidad con lo establecido en el artículo 7º, literal "f" del Código de Ética en Investigación de la Universidad César Vallejo (\*), autorizo [, no autorizo [] publicar LA IDENTIDAD DE LA ORGANIZACIÓN, en la cual se lleva a cabo la investigación:

Nombre del Trabajo de Investigación <b>Aplicación de un programa de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de compresores en el área de operaciones de la empresa GESA, 2018</b>	
Nombre del Programa Académico: <b>Ingeniería Industrial</b>	
Autor: Nombres y Apellidos <b>ALVARO FELIX MORALES RUIZ</b>	DNI: <b>73253783</b>

En caso de autorizarse, soy consciente que la investigación será alojada en el Repositorio Institucional de la UCV, la misma que será de acceso abierto para los usuarios y podrá ser referenciada en futuras investigaciones, dejando en claro que los derechos de propiedad intelectual corresponden exclusivamente al autor (a) del estudio.

Lugar y Fecha:

Firma:   
**PEDRO ESPINOZA ORIHUELA**  
PRESIDENTE DEL DIRECTORIO  
**(Titular o Representante legal de la Institución)**

(\* ) Código de Ética en Investigación de la Universidad César Vallejo-Artículo 7º, literal " f " Para difundir o publicar los resultados de un trabajo de investigación es necesario mantener bajo anonimato el nombre de la institución donde se llevó a cabo el estudio, salvo el caso en que haya un acuerdo formal con el gerente o director de la organización, para que se difunda la identidad de la institución. Por ello, tanto en los proyectos de investigación como en los informes o tesis, no se deberá incluir la denominación de la organización, pero sí será necesario describir sus características.

## Declaratoria de Originalidad del Autor/ Autores

Yo (Nosotros), (Apellidos y nombres) ... *Morales Ruiz, Alvaro Félix* .....,  
egresado de la Facultad / Escuela de posgrado ..... y Escuela  
Profesional / Programa académico de *Ing. Industrial* de la Universidad César Vallejo  
(Sede o campus), declaro (declaramos) bajo juramento que todos los datos e  
información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado:


"..... *Aplicación de un programa de mantenimiento preventivo* .....  
*para mejorar la disponibilidad de compresores en el área de* .....  
*operación de la empresa GESA, 2018.*.....",

es de mi (nuestra) autoría, por lo tanto, declaro (declaramos) que el Trabajo de  
Investigación / Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He (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 asumo (asumimos) la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha,

Apellidos y Nombres del Autor Paterno Materno, Nombre1 Nombre2	
DNI:	Firma
ORCID:	
Apellidos y Nombres del Autor <i>Morales Ruiz Alvaro Félix</i>	
DNI: <i>73253783</i>	Firma 
ORCID: <i>0000-0002-8256-3485</i>	
Apellidos y Nombres del Autor	
DNI:	Firma
ORCID:	
Apellidos y Nombres del Autor	
DNI:	Firma
ORCID:	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

DICTAMEN DE SUSTENTACIÓN DEL DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACION N° 052 (C)-2019-UCV- Lima Este /EP-ING-IND.

El presidente y los miembros del Jurado Evaluador designado con RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 052 (B)-2019- UCV Lima Este/DA de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial acuerdan:

**PRIMERO.-:**

Aprobar por sobresaliente : 18 - 20 puntos ( )  
Aprobar por unanimidad : 14 - 17 puntos ( )  
Aprobar por mayoría : 11 - 13 puntos (X)  
Desaprobar : 0 - 10 puntos ( )

El Desarrollo del Proyecto de Investigación presentado por el (la) estudiante MORALES RUIZ ALVARO FELIX denominado: "APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE COMPRESORES EN EL ÁREA DE OPERACIONES DE LA EMPRESA GESA, 2018."

**SEGUNDO.-** Al culminar la sustentación, el (la) estudiante **MORALES RUIZ ALVARO FELIX**, obtuvo el siguiente calificativo:

NUMERO	LETRAS
12	DOCE

Presidente(a): DR. ROBERT JULIO CONTRERAS RIVERA

Firma

Secretario(a): DRA. LUZ GRACIELA SANCHEZ RAMIREZ

Firma

Vocal: DR. JAVIER FRANCISCO PANTA SALAZAR

Firma

San Juan de Lurigancho, 10 de Julio de 2019.

Se adjunta el acta de sustentación del jurado

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



ucv.edu.pe

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**


Yo, SÁNCHEZ RAMÍREZ, LUZ GRACIELA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, asesor(a) del Trabajo de Investigación / Tesis titulada: **“APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE COMPRESORES EN EL ÁREA DE OPERACIONES DE LA EMPRESA GESA, 2018.”**, del (los) autor (autores) **MORALES RUIZ ALVARO**

**FELIX**, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y 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 el Trabajo de Investigación / 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, 31 de mayo de 2021


Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SÁNCHEZ RAMÍREZ, LUZ GRACIELA DNI: 32771174 ORCID: 0000-0002-2308-4281	



## Anexo 5: Resultado de reporte de similitud de Turnitin

Alvaro Felix Morales Ruiz II | Aplicación de un programa de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de compresores en el área de operaciones de la empresa GESA, 2018

Preparando la

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Aplicación de un programa de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de compresores en el área de operaciones de la empresa GESA, 2018

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
Ingeniero Industrial

**AUTOR:**  
Morales Ruiz, Alvaro Felix ([orcid.org/0000-0002-8256-3485](https://orcid.org/0000-0002-8256-3485))

**ASESORA:**  
Dra. Sánchez Ramirez, Luz Graciela ([orcid.org/0000-0002-2308-4281](https://orcid.org/0000-0002-2308-4281))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
Gestión Empresarial Productiva

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**  
Desarrollo industrial de productos y servicios

Resumen de coincidencias

24 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

Rank	Source	Percentage
1	repositorio.ucv.edu.pe	8 %
2	Entregado a Universidad...	6 %
3	hdl.handle.net	4 %
4	core.ac.uk	1 %
5	repositorio.unisa.bo	1 %
6	repositorio.uti.edu.ec	1 %
7	dspace.espooh.edu.ec	1 %
8	Entregado a Universidad...	<1 %
9	docplayer.es	<1 %
10	www.scribd.br	<1 %
11	vsiip.info	<1 %
12	Entregado a Universidad...	<1 %
13	repositorio.upn.edu.pe	<1 %
14	Alicia Lozano Toró, M.	<1 %
15	Entregado a Universidad...	<1 %

Anexo 6: Demanda mundial de gasolina en (1000 b/d) del 2007 al 2017, aumentode 21769 a 26046 (1000 b/d) con crecimiento de 4277 en esos 10 años.



## Anexo 7: Producción de gasolina y gas natural desde 1980 hasta 2017

Año	Demanda de gasolina			Demanda de gas natural		
	(1,000 b/d)	variacion	% variacion	(m standard cu m)	variacion	% variacion
1980	15,047			1,488,744		
1981	15,042	-5	-0.03%	1,503,486	14,742	0.99%
1982	15,096	54	0.36%	1,501,157	-2,329	-0.15%
1983	15,208	112	0.74%	1,507,157	5,999	0.40%
1984	15,371	163	1.07%	1,636,108	128,951	8.56%
1985	15,545	174	1.13%	1,696,047	59,940	3.66%
1986	16,045	500	3.21%	1,729,375	33,328	1.97%
1987	16,539	494	3.08%	1,822,389	93,014	5.38%
1988	17,025	486	2.94%	1,897,548	75,159	4.12%
1989	17,428	403	2.37%	1,965,046	67,498	3.56%
1990	16,981	-448	-2.57%	2,113,978	148,932	7.58%
1991	17,066	85	0.50%	2,147,391	33,414	1.58%
1992	17,322	256	1.50%	2,155,311	7,920	0.37%
1993	17,621	299	1.73%	2,201,824	46,513	2.16%
1994	17,829	209	1.18%	2,214,916	13,092	0.59%
1995	18,269	440	2.47%	2,267,822	52,907	2.39%
1996	18,626	357	1.95%	2,266,337	-1,485	-0.07%
1997	19,045	419	2.25%	2,255,199	-11,138	-0.49%
1998	19,362	317	1.66%	2,300,011	44,812	1.99%
1999	19,580	218	1.13%	2,363,651	63,640	2.77%
2000	19,525	-55	-0.28%	2,445,342	81,691	3.46%
2001	19,865	340	1.74%	2,500,514	55,172	2.26%
2002	20,320	455	2.29%	2,558,846	58,332	2.33%
2003	20,506	186	0.92%	2,657,837	98,991	3.87%
2004	20,948	442	2.16%	2,721,489	63,652	2.39%
2005	21,203	255	1.22%	2,844,087	122,597	4.50%
2006	21,434	231	1.09%	2,899,515	55,428	1.95%
2007	21,769	334	1.56%	2,998,694	99,179	3.42%
2008	21,880	111	0.51%	3,098,130	99,436	3.32%
2009	22,082	202	0.92%	3,009,833	-88,297	-2.85%
2010	22,801	719	3.26%	3,236,894	227,060	7.54%
2011	22,857	56	0.25%	3,296,120	59,226	1.83%
2012	23,217	360	1.57%	3,401,290	105,170	3.19%
2013	23,863	646	2.78%	3,467,463	66,174	1.95%
2014	24,117	254	1.06%	3,471,961	4,498	0.13%
2015	24,960	843	3.50%	3,516,785	44,824	1.29%
2016	25,493	533	2.14%	3,571,003	54,218	1.54%
2017	26,046	554	2.17%	3,714,429	143,427	4.02%
		297	1.50%		60,154	2.53%

Nota: se vio que la gasolina ha tenido un crecimiento promedio de 1.50% mientras que el gas natural creció en un 2.53% de mostrando que hay un crecimiento en la demanda de gas natural, Elaboración propia

Anexo 8. Demanda de gas por país del 2012 al 2017 de Sudamérica (m standard cu m)

<b>Demanda de gas por país del 2012 al 2017 de sudamerica (m standard cu m)</b>													
<b>Año</b>	<b>Mexico</b>	<b>Argentina</b>	<b>Brazil</b>	<b>Venezuela</b>	<b>Trinidad</b>		<b>Colombia</b>	<b>Peru</b>	<b>Chile</b>	<b>Others</b>	<b>Bolivia</b>	<b>Ecuador</b>	<b>Total</b>
					<b>&amp;</b>	<b>Tobago</b>							
2012	65,030	46,442	30,254	24,606	22,668	10,090	6,614	5,063	3,730	3,190	517	218,205	
2013	70,919	47,240	35,720	23,643	23,010	10,700	7,020	4,674	3,930	3,370	515	230,741	
2014	70,169	46,690	37,780	23,720	23,010	11,730	7,670	4,646	4,020	3,850	578	233,863	
2015	66,349	46,987	39,391	24,076	21,852	11,510	7,674	4,779	4,067	3,340	497	230,521	
2016	64,544	49,723	33,912	23,715	18,418	11,177	8,937	5,323	4,060	3,000	530	223,339	
2017	54,550	50,309	34,708	26,204	20,259	10,416	7,737	5,396	4,109	2,997	461	217,145	
<b>Promedio</b>	<b>65,260</b>	<b>47,898</b>	<b>35,294</b>	<b>24,328</b>	<b>21,536</b>	<b>10,937</b>	<b>7,609</b>	<b>4,980</b>	<b>3,986</b>	<b>3,291</b>	<b>516</b>	<b>225,636</b>	
2012	29.80%	21.28%	13.87%	11.28%	10.39%	4.62%	3.03%	2.32%	1.71%	1.46%	0.24%	100.00%	
2013	30.74%	20.47%	15.48%	10.25%	9.97%	4.64%	3.04%	2.03%	1.70%	1.46%	0.22%	100.00%	
2014	30.00%	19.96%	16.15%	10.14%	9.84%	5.02%	3.28%	1.99%	1.72%	1.65%	0.25%	100.00%	
2015	28.78%	20.38%	17.09%	10.44%	9.48%	4.99%	3.33%	2.07%	1.76%	1.45%	0.22%	100.00%	
2016	28.90%	22.26%	15.18%	10.62%	8.25%	5.00%	4.00%	2.38%	1.82%	1.34%	0.24%	100.00%	
2017	25.12%	23.17%	15.98%	12.07%	9.33%	4.80%	3.56%	2.48%	1.89%	1.38%	0.21%	100.00%	
<b>Promedio</b>	<b>28.89%</b>	<b>21.26%</b>	<b>15.63%</b>	<b>10.80%</b>	<b>9.54%</b>	<b>4.85%</b>	<b>3.37%</b>	<b>2.21%</b>	<b>1.77%</b>	<b>1.46%</b>	<b>0.23%</b>	<b>100.00%</b>	

Nota: México es el país que más consumo gas natural, entre el 2012 al 2017 ha tenido un 28.89% del promedio de consumo de gas al nivel regional, siguió argentina con 21.26% y Brasil con 15.63%

Anexo 9. Producción fiscalizada de gas natural (Miles de pies cúbicos)

Producción fiscalizada de gas natural (Miles de pies cúbicos)							
AÑO	Cusco	Piura	Ucayali	Total Nacional	variacion	% variacion	
1994	-	9,536.73	-	9,536.73			
1995	-	9,425.07	-	9,425.07	-	111.65	-1.17%
1996	-	8,768.22	-	8,768.22	-	656.86	-6.97%
1997	-	8,530.88	-	8,530.88	-	237.34	-2.71%
1998	-	10,291.66	4,140.24	14,431.91	5,901.03		69.17%
1999	-	10,562.23	4,082.30	14,644.53	212.62		1.47%
2000	-	8,883.24	3,300.68	12,183.92	-	2,460.61	-16.80%
2001	-	7,628.16	5,448.37	13,076.53	892.61		7.33%
2002	-	6,746.81	8,851.81	15,598.62	2,522.09		19.29%
2003	-	8,558.26	9,924.79	18,483.05	2,884.44		18.49%
2004	7,219.73	10,099.65	13,223.22	30,542.60	12,059.54		65.25%
2005	29,205.62	9,920.78	15,205.54	54,331.93	23,789.34		77.89%
2006	38,448.97	11,288.52	13,818.71	63,556.20	9,224.27		16.98%
2007	70,726.97	11,464.83	14,014.66	96,206.45	32,650.26		51.37%
2008	95,364.68	11,959.29	14,906.17	122,230.14	26,023.69		27.05%
2009	102,341.59	10,274.07	12,683.95	125,299.61	3,069.47		2.51%
2010	234,315.02	11,307.19	9,987.02	255,609.23	130,309.62		104.00%
2011	382,342.10	12,260.16	6,567.17	401,169.43	145,560.20		56.95%
2012	396,411.36	11,195.81	11,187.58	418,794.75	17,625.33		4.39%
2013	415,832.90	9,392.89	5,333.35	430,559.14	11,764.39		2.81%
2014	437,669.13	13,439.33	5,298.52	456,406.97	25,847.83		6.00%
2015	418,754.85	16,342.29	6,141.63	441,238.77	-	15,168.21	-3.32%
2016	472,891.61	16,939.75	4,599.58	494,430.94	53,192.17		12.06%
2017	439,541.03	15,924.14	1,584.96	457,050.12	-	37,380.81	-7.56%
							21.93%

Nota: Producción fiscalizada de gas natural (Miles de pies cúbicos) desde el año 1994 al 2017 en las provincias de Cuso, Piura y Ucayali. Aquí se evidencia que Saudi Aramco posee un crecimiento del 104% en el año 2010 con respecto al año anterior 2009, en total hay un promedio de 21.93%.

## Anexo 10. Producción fiscalizada de gas natural, según empresa, 2017

PRODUCCIÓN FISCALIZADA DE GAS NATURAL, SEGÚN EMPRESA, 2017			
Empresa Contratista	Lote	(Millones de pies cúbicos)	%porcentaje
Pluspetrol Perú Corporation	88	232 768.6	84.13%
Pluspetrol Perú Corporation	56	151 765.2	
Repsol	57	55 007.2	12.04%
Petrobras Energía	X	5 189.8	1.14%
Olympic	XIII	3 588.1	0.79%
Graña y Montero Petrolera	I	2 661.1	0.58%
Savia Perú	Z-2B	2 585.0	0.57%
Aguaytía	31-C	1 585.0	0.35%
Sapet	VII/VI	1 055.8	0.23%
Petrolera Monterico	II	844.4	0.18%
		457050.12	100.00%

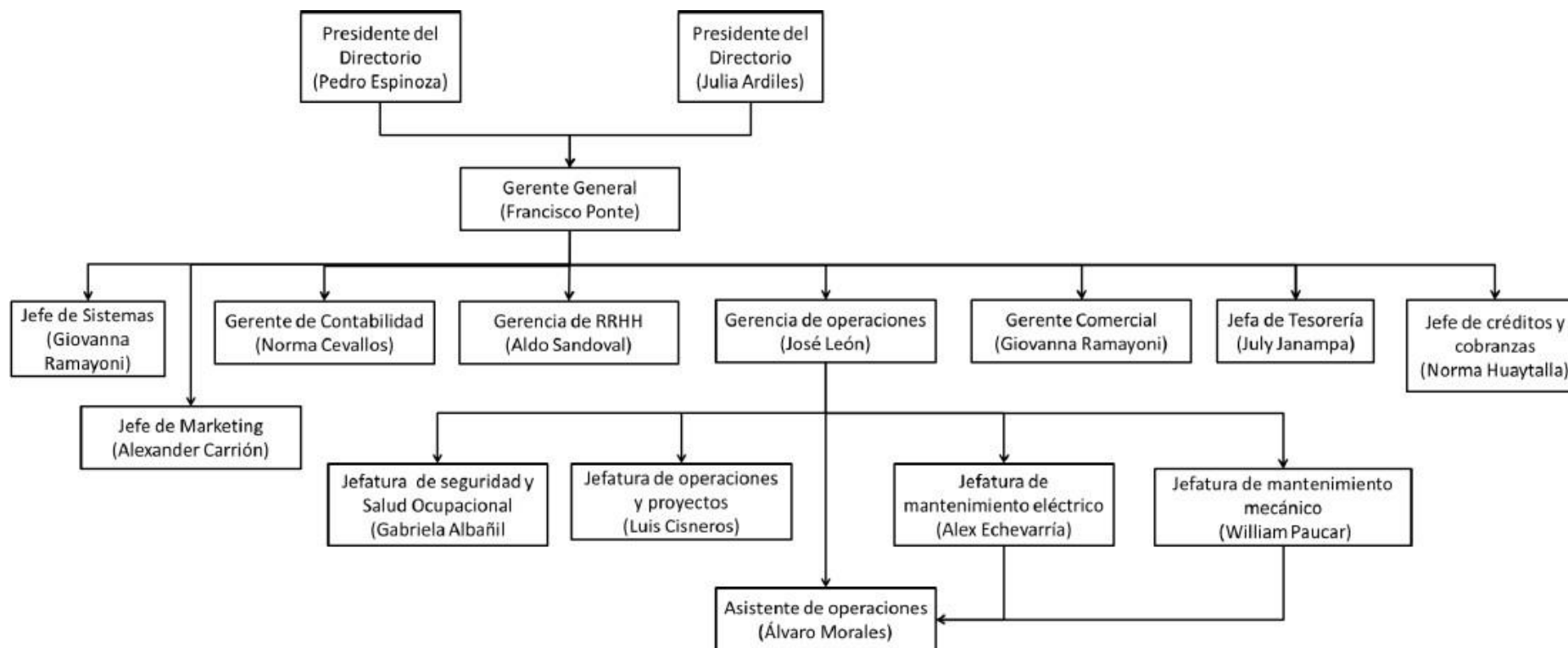
Nota: Producción de gas natural del 2017 por empresa, lote, producción en millones de pies cúbicos y porcentaje del total, en las provincias de Cusco, Piura y Ucayali. Aquí se evidencia que Plus Peru Corporation controla el 84% de la producción de gas natural mientras que otras empresas como Repsol, Petrobras entre otras controlan el resto, Elaboración Propia

## Anexo 11. Estaciones de servicio y planta de gas natural comprimido (GNC)

Nombre	Dirección	Ciudad
ESTACION TABLADA	Av. Prolongación Pachacutec 5295, V.M.T	LIMA
ESTACION MOLIGESA	Av La Molina Este 1595, La Molina	LIMA
ESTACION SOL DE ORO INDEPENDENCIA	Av. Alfredo Mendiola 3550, Independencia	LIMA
ESTACION ULTRAGRIFOS	Panamericana Sur km 18.5, Chorrillos	LIMA
ESTACION CENTRAL	Av Nicolás Ayllón 4359, Ate	LIMA
ESTACION PUENTEPIEDRA	Panamericana Norte Km 27.5, Puente Piedra	LIMA
ESTACION VILLA	Av. Micaela Bastidas 1848, Villa el Salvador	LIMA
ESTACION ICA	Panamericana Sur km 300, Sub Lote B Subtanjalla	ICA
ESTACION SANTA MARIA	Panamericana Norte km. 147.5	HUACHO
ESTACION SANTA LUISA	Panamericana Norte km 423, MZ D, lote 1-4	NUEVO CHIMBOTE
ESTACION ASIA	Panamericana Sur Km 97.5, Asia	CAÑETE
ESTACION BARRANCA	Antigua Panamericana Norte km 196, Las Palmeras	BARRANCA
ESTACION CAMPEON	Av. La sagrada familia Mz. PI Lote 19	NUEVO CHIMBOTE
ESTACION HUACHO	Panamericana Norte km. 148, Lote 1, Agua Dulce	HUACHO
ESTACION CAÑETE	Panamericana Sur km 143.50, San Vicente	CAÑETE
ESTACION AREQUIPA	Av. Arequipa 908, Cercado de Lima	LIMA
ESTACION EL OVALO	Mz. A Lote 1, 1 Etapa, Zona Gran Trapecio	NUEVO CHIMBOTE
ESTACION PISCO	Av. Fermin Tanguis 200-220	PISCO
ESTACION BELA	Chacarilla con petit thouars, san isidro	LIMA
ESTACION GESA	Av. Lima 2205 José Galvez, Pachacamac	LIMA
ESTACION DE CARGA GNC - GESA	Av. Lima 2205 José Galvez, Pachacamac	LIMA

Nota: Estaciones de servicio y planta de gas natural comprimido (GNC) y planta de gas natural, se puede ver que se cuenta con 20 estaciones y una planta de gas comprimido. Elaboración propia.

Anexo 12. Organigrama de la empresa GESA, se resalta en azul la parte del área de operaciones.



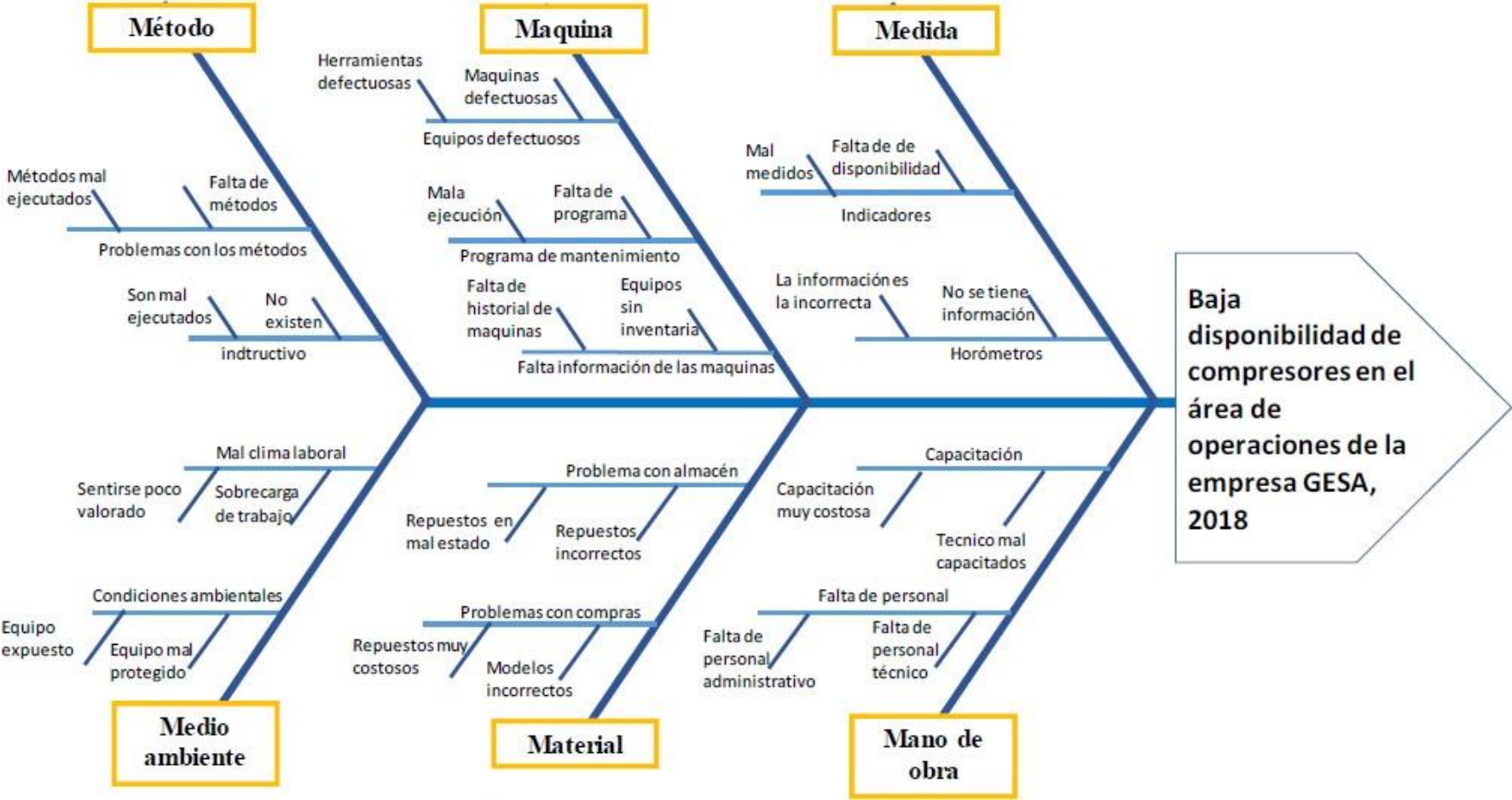
### Anexo 13. Compresores de las estaciones de servicio.

CODIGO DE COMPRESOR	ORDEN	NOMBRE DE COMPRESOR	CODIGO ESTACION	ESTACION	DIRECCION	CIUDAD	MARCA	MODELO
GCA-C-GNV-1	1C	COMPRESOR DE GNV - GCA	GCA	ESTACION AREQUIPA	Av. Arequipa 908, Cercado de Lima	LIMA	IMW INDUSTRIES	IMW50
GCC-C-GNV-1	2C	COMPRESOR DE GNV - GCC	GCC	ESTACION CENTRAL	Av Nicolás Ayllón 4359, Ate	LIMA	ASPRO	I0DM 115-4R
GCS-C-GNV-1	3C	COMPRESOR DE GNV A - GCS	GCS	ESTACION SOL DE ORO INDEPENDENCIA	Av. Alfredo Mendiola 3550, Independencia	LIMA	ASPRO	I0DM 115-3
GCS-C-GNV-2	4C	COMPRESOR DE GNV B - GCS	GCS	ESTACION SOL DE ORO INDEPENDENCIA	Av. Alfredo Mendiola 3550, Independencia	LIMA	ASPRO	I0DM 115-3
GNB-C-GNV-1	5C	COMPRESOR DE GNV - GNB	GNB	ESTACION BARRANCA	Antigua Panamericana Norte km 196, Las Palmeras	BARRANCA	FORNOVOGAS	2SA200
GNCH-C-GNV-1	6C	COMPRESOR DE GNV - GNCH	GNCH	ESTACION SANTA LUISA	Panamericana Norte km 423, MZ D, lote 1-4	NUEVO CHIMBOTE	FORNOVOGAS	2SA200
GNH-C-GNV-1	7C	COMPRESOR DE GNV - A - GNH	GNH	ESTACION HUACHO	Panamericana Norte km. 148, Lote 1, Agua Dulce	HUACHO	FORNOVOGAS	2SA200
GNH-C-GNV-2	8C	COMPRESOR DE GNV - B - GNH	GNH	ESTACION HUACHO	Panamericana Norte km. 148, Lote 1, Agua Dulce	HUACHO	FORNOVOGAS	2SA200
GNP-C-GNV-1	9C	COMPRESOR DE GNV - GNP	GNP	ESTACION PUENTE PIEDRA	Panamericana Norte Km 27.5, Puente Piedra	LIMA	FORNOVOGAS	2SA200
GSA-C-GNV-1	10C	COMPRESOR DE GNV - GSA	GSA	ESTACION ASIA	Panamericana Sur Km 97.5, Asia	CAÑETE	FORNOVOGAS	2 SA200
GSG-C-GNV-1	11C	COMPRESOR DE GNV - GSG	GSG	ESTACION GESA	Av. Lima 2205 José Galvez, Pachacamac	LIMA	ASPRO	I0DM 115 -2
GSG-C-GNV-2	12C	COMPRESOR DE GNV A - GSG	GSG	ESTACION GESA	Av. Lima 2205 José Galvez, Pachacamac	LIMA	IMW INDUSTRIES	IWIN 50
GSG-C-GNV-3	13C	COMPRESOR DE GNV B - GSG	GSG	ESTACION GESA	Av. Lima 2205 José Galvez, Pachacamac	LIMA	IMW INDUSTRIES	IMW 50
GSI-C-GNV-1	14C	COMPRESOR DE GNV A - GSI	GSI	ESTACION ICA	Panamericana Sur km 300, Sub Lote B Subtanjalla	ICA	FORNOVOGAS	4DA300
GSI-C-GNV-2	15C	COMPRESOR DE GNV B - GSI	GSI	ESTACION ICA	Panamericana Sur km 300, Sub Lote B Subtanjalla	ICA	FORNOVOGAS	4DA300
GSP-C-GNV-1	16C	COMPRESOR DE GNV - GSP	GSP	ESTACION PISCO	Av. Fermin Tanguis 200-220	PISCO	FORNOVOGAS	2SA200
GST-C-GNV-1	17C	COMPRESOR DE GNV A - GST	GST	ESTACION TABLADA	Av. Prolongación Pachacutec 5295, V.M.T	LIMA	FORNOVOGAS	DA300
GST-C-GNV-2	18C	COMPRESOR DE GNV B - GST	GST	ESTACION TABLADA	Av. Prolongación Pachacutec 5295, V.M.T	LIMA	FORNOVOGAS	DA300
GSU-C-GNV-1	19C	COMPRESOR DE GNV A - GSU	GSU	ESTACION ULTRA GRIFOS	Panamericana Sur km 18.5, Chorrillos	LIMA	IDROMECCANICA	DDE13.160.110
GSU-C-GNV-2	20C	COMPRESOR DE GNV B - GSU	GSU	ESTACION ULTRA GRIFOS	Panamericana Sur km 18.5, Chorrillos	LIMA	IDROMECCANICA	DDE13.160.110
GSV-C-GNV-1	21C	COMPRESOR DE GNV - GSV	GSV	ESTACION VILLA	Av. Micaela Bastidas 1848, Villa el Salvador	LIMA	FORNOVOGAS	2SA200

Nota: Hay un total de 21 compresores en las estaciones de servicio entre los que se encuentran la marca Aspro, Fornovogas, Idro Mecanica y IMW



Anexo 14. Diagrama Ishikawa (Causa y efecto), Gráfica de Ishikawa para encontrar la causa raíz y mejorar la baja disponibilidad para compresores de GNV.



Anexo 15. Pareto la baja disponibilidad para compresores de GNV.

SOLICITUDES DE MANTENIMIENTO				
CAUSAS		(OCTUBRE 2018 - ENERO 2019)	ACUMULADO	%
8C	Falta de programa de mantenimiento preventivo	111	111	26.18%
7C	Falta de disponibilidad	72	183	43.16%
4C	Equipos sin inventariar	36	219	51.65%
1C	Mala ejecución del programa de mantenimiento preventivo	35	254	59.91%
9C	Falta de instructivos	21	275	64.86%
5C	Falta de historial de máquinas	13	288	67.92%
6C	Máquinas defectuosas	12	300	70.75%
15C	Equipo mal protegido	11	311	73.35%
22C	Modelos incorrectos	10	321	75.71%
16C	equipo expuesto	10	331	78.07%
2C	Falta de métodos	10	341	80.42%
3C	Procedimientos son mal ejecutados	9	350	82.55%
10C	Herramientas defectuosas	8	358	84.43%
11C	Indicadores mal medidos	7	365	86.08%
12C	Métodos mal ejecutados	7	372	87.74%
13C	La información es la incorrecta	7	379	89.39%
14C	No se tiene información	6	385	90.80%
21C	Repuestos muy costosos	6	391	92.22%
17C	Sobrecarga de trabajo	6	397	93.63%
20C	Repuestos incorrectos	6	403	95.05%
24C	Técnico mal capacitados	5	408	96.23%
26C	Falta de personal técnico	5	413	97.41%
18C	Sentirse poco valorado	5	418	98.58%
19C	Repuestos en mal estado	2	420	99.06%
23C	Capacitación muy costosa	2	422	99.53%
25C	Falta de personal administrativo	2	424	100.00%
		<b>424</b>		

Nota: la tabla muestra 424 solicitudes de mantenimiento de octubre del 2018 a enero del 2019, elaboración propia.

Anexo 16. Pareto de las causas raíces de los mantenimientos.



Anexo 17. Tarjeta maestra

TARJETA MAESTRA			
<b>1. DATOS GENERALES</b>			
EQUIPO:		CÓDIGO:	
MARCA:	MODELO:	CAPACIDAD:	
IMAGEN			
TIPO DE OPERACIÓN :			
JORNADA LABORA		INTERMITENTE:	
HOJA DE VIDA Nº:	CATÁLOGO:	FECHA DE INSTALACIÓN:	
<b>2. DATOS DEL FABRICANTE Y/O REPRESENTANTE</b>			
NOMBRE:		TELÉFONO:	DIRECCIÓN:
CIUDAD:		CORREO ELECTRÓNICO:	OTROS DATOS:
<b>3. SERVICIOS DE OPERACIÓN</b>			
VOLTAJE:		AMPERAJE:	POTENCIA:
PRESIÓN DE TRABAJO:	TIPO DE BOMBA:	TIPO DE FLÚIDO:	POTENCIA DE LA BOMBA:
<b>4. MOTOR ELECTRICICO</b>			
MARCA:	MODELO:	TIPO:	SERIE:
HP:	RPM:	VOLTS:	AMP:
			


Anexo 18. Instructivo de muestra

<b>INSTRUCTIVO</b>			
<b>CODIGO</b>	<b>TIPO:</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>TIEMPO PROMEDIO</b>
C-SE-1	CORRECTIVO	Parada de maquina por corte de sensor de nivel de	
<b>BLOQUE</b>		<b>POSIBLES CAUSAS</b>	<b>COMO DIAGNOSTICAR LA CUASA</b>
SISTEMA DE LUBRICACION		Falta de fase ó corte de energía	Chequear en voltímetro de panel de control tensiones.
		Parada de emergencia.	Por golpe de puño.
<b>PROCEDIMIENTO</b>			
<b>POSIBLES CAUSAS</b>		<b>PASOS</b>	
Falta de fase ó corte de energía		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar que la maquina está apagada completamente.</li> <li>• Despresurizar la máquina.</li> <li>• Verificar tensión en las tres fases del tablero general.</li> </ul>	
Parada de emergencia.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar que la maquina está apagada completamente.</li> <li>• Despresurizar la máquina por condensador y tanque de choque</li> <li>• Despresurizar la máquina por tanque de choque</li> <li>• habilitar el sistema.</li> </ul>	
<b>PERSONAL:</b>		Antonio Machaca, Enrique Sanchez y Basilio Fernandez	
<b>OBSERVACIONES :</b>			
<p>_____</p> <p><b>FIRMA (ADMINISTRADOR):</b></p>			
<p>_____</p> <p><b>FIRMA (TECNICO):</b></p>			
<p>_____</p> <p><b>FIRMA (OPERACIONES):</b></p>			
			



Anexo 20: Historial de equipo

HOJA DE VIDA								
CODIGO:		NOMBRE DE EQUIPO:					PAGINA:	
ESTACION		DIRECCION		MARCA	MODELO	SERIE	FECHA DE PUESTA EN MARCHA : :	
HISTORIAL DE REPARACIONES								
DATOS DE LA FALLA				DATOS DEL MANTENIMIENTO				
FECHA	HORA	CODIGO DE FALLAS	FALLA	FECHA	HORA INICIAL	HORA FINAL	CODIGO DE MANTENIMIENTO	OBSERVACION



**Tu Estación de Confianza**

---

FIRMA (ADMINISTRADOR):


---

FIRMA (TECNICO):


---

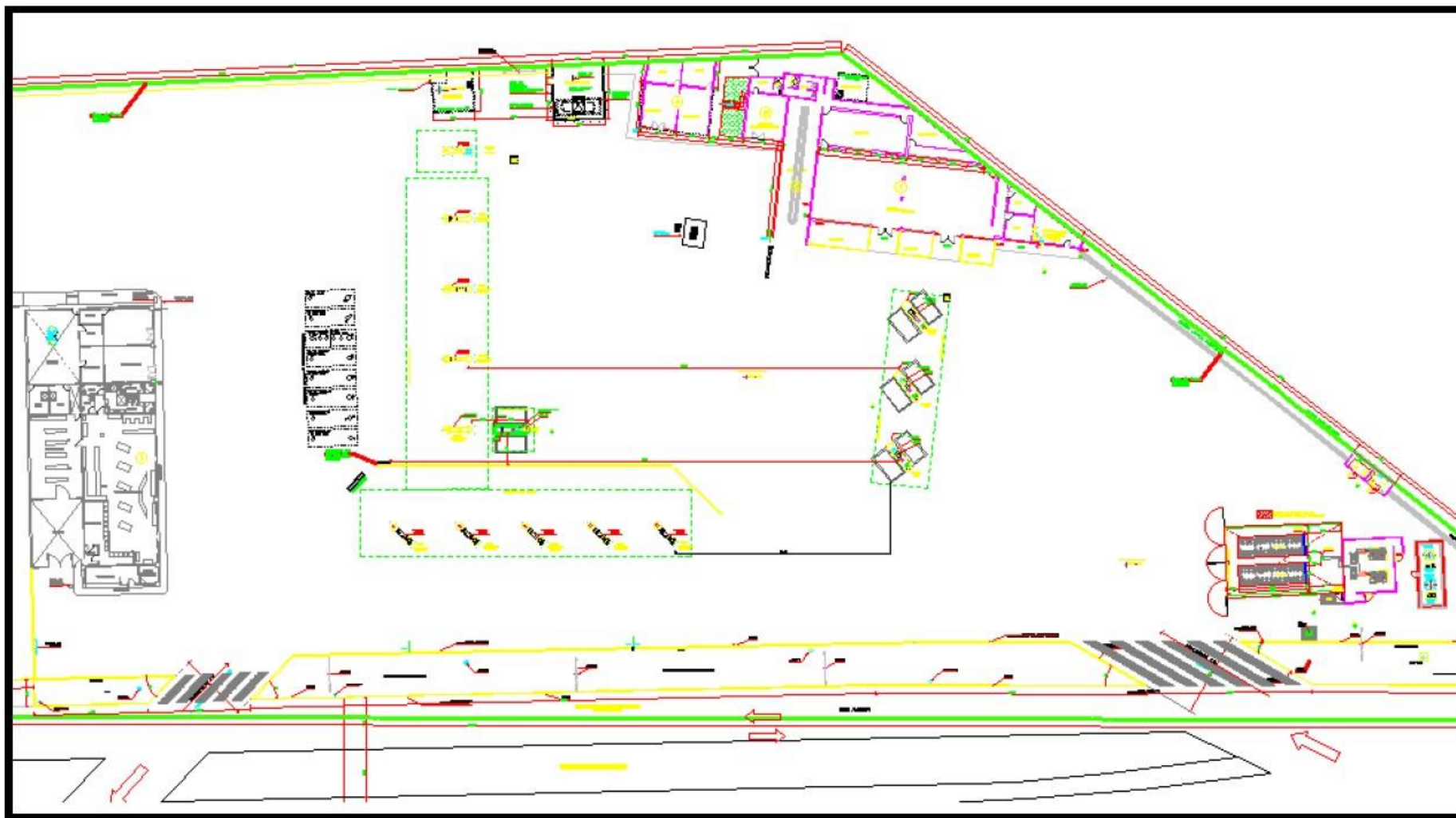
FIRMA (OPERACIONES):

Anexo 21. Oficina de Javier prado, oficina donde está ubicada el área de operaciones de la empresa GESA.












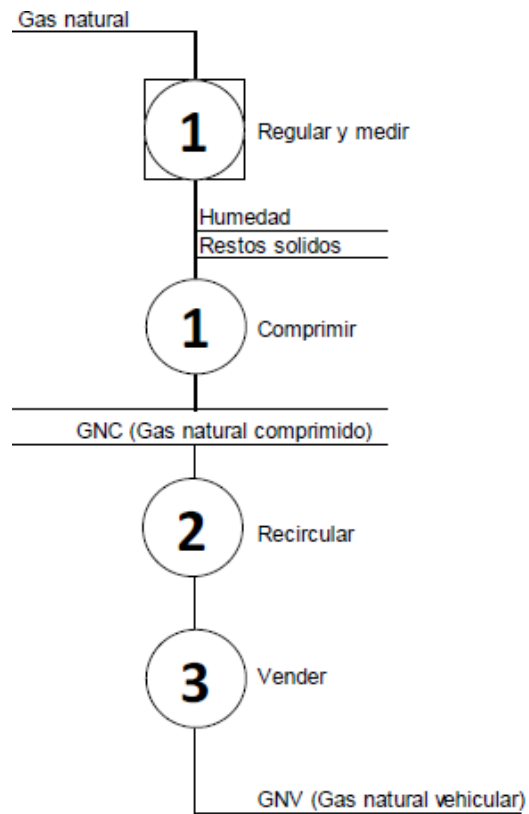
Anexo 22. Plano de una estación de servicio.



Anexo 23. Línea de productos, principales productos los cuales ofrecen las diversas estaciones de servicio de la empresa GESA.

LINEA	PRODUCTOS						SERVICIOS	
	COMBUSTIBLE LIQUIDO	90-95-DB2	84-90	97	98	GLP (GAS LICUADO DE PETROLEO)	GNV (GAS NATURAL VEHICULAR)	MARKET GESA
IMAGEN DE UN DISPENSADOR DISTRIBUIDOR								
ESTACION	ESTACION PUENTE PIEDRA	STACION SOL DE OR	STACION SOL DE OR	ESTACION AREQUIPA	ESTACION PUENTE PIEDRA	ESTACION PUENTE PIEDRA	Av. Javier Prado Este Nro. 6519	
ISLA	1	1	1	1	14	9		
CAUDAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL	NORMAL	LADO 1 ALTO LADO 2 NORMAL		
CANTIDAD DE PRODUCTOS	3	4	3	4	1	1		
LADOS	2	2	2	2	2	2		
MANGUERAS	6	8	6	8	2	2		
COMPOSICION	Gasolina con valores de octanaje de 84, 90, 95, 97, 98 y DB5 (diésel). El octanaje es la proporción de isoctano con respecto al total mientras el resto viene a ser n- heptano.				Está formado por metano CH <sub>4</sub> (90%), C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> (2%), C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> (5%), C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> (1%) y C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> (2%) comprimido a 250 bar y temperaturas menores de -40°.		Esta formado por metano CH <sub>4</sub> (90%), C <sub>2</sub> H <sub>8</sub> (5%), C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> (5%), C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> (1%) y C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> (2%) comprimido a 250 bar.	Ventas de productos de consumo publico.

Anexo 24. DOP Diagrama de operaciones del proceso de producción y venta de GNV (Gas natural vehicular).

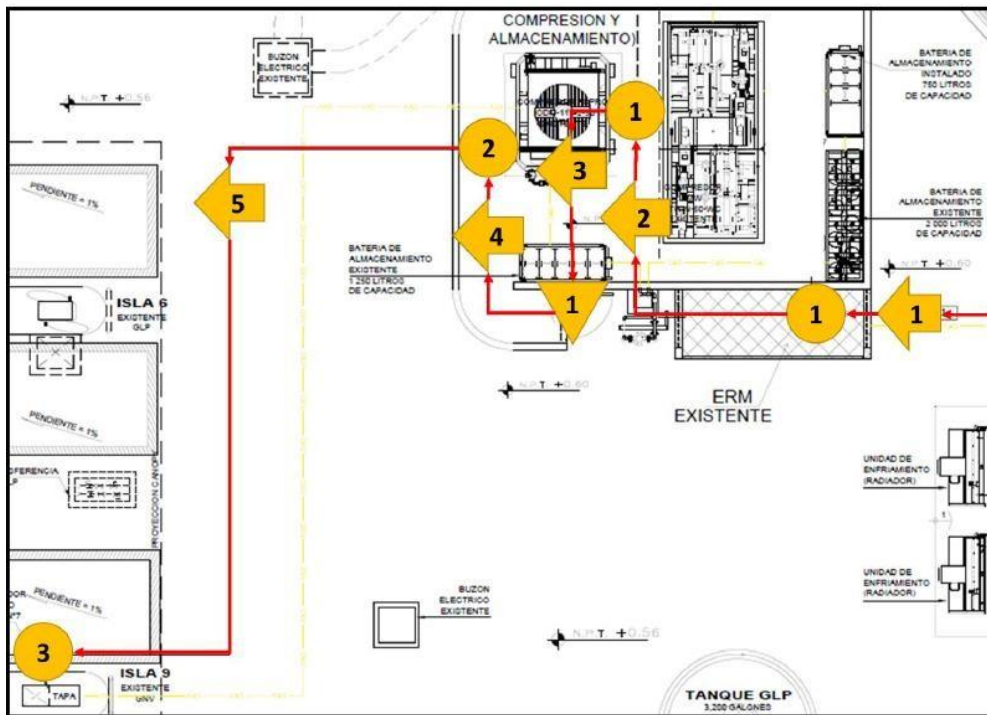


ACTIVIDADES		
Operaciones		<b>1</b>
Inspección y Operación		<b>3</b>

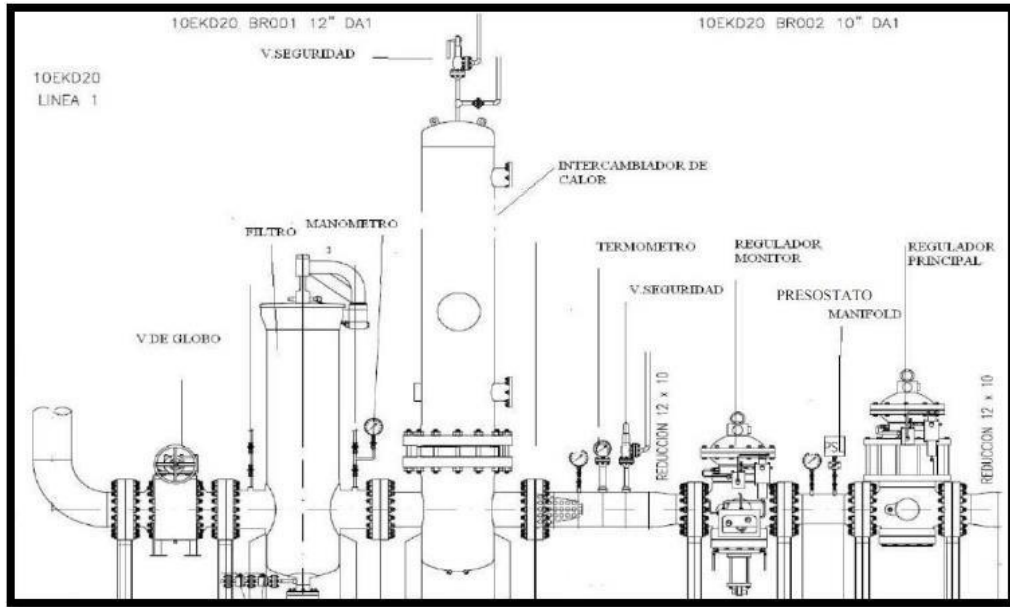
Anexo 25. DAP (Diagrama de análisis del proceso), diagrama de análisis de proceso de producción y venta de GNV (Gas natural vehicular).

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS							Material				
Diagrama Num	1 Hoja Num 1 de 1			Resumen							
Objeto:	GNV (gas natural vehicular)			Actividad			Actual				
Proceso:	Proceso de produccion y venta de GNV			Operación	○		3				
Metodo:	Actual			Transporte	⇒		5				
Lugar:	Planta de produccion de GESA			Demora	D		0				
Compuesto por:	Morales	Fecha:	3-May	Inspeccion	□		0				
	Ruiz Alvaro	Fecha:	3-May	Almacenamiento	▽		1				
				operación inspeccion	◻		1				
				Totales			10				
Nº	Descripcion	Cantidad	Distancia (metros)	Tiempo (min)	○	⇒	D	□	▽	◻	Observaciones
1	Transporte de gas natural suministrado por calidda	Flujo continuo	4.57								por medio de tuberias
2	ERM (estacion de regulacion y medicion)	Flujo continuo									
3	Transporte de GN de ERM al compresor	Flujo continuo	1.32								por medio de tuberias
4	Compresion a 250 bar para generar gas natural comprimido	Flujo continuo									
5	Transporte de GN de compresor a cilindros	Flujo continuo	1.35								por medio de tuberias
6	Almacenamiento en cilindros de GN	Flujo continuo									
7	Transporte de GN de cilindros a compresor	Flujo continuo	1.35								por medio de tuberias
8	Panel prioritario	Flujo continuo									
9	Transporte del compresor de GNC al surtidor de GNV	Flujo continuo	22.87								por medio de tuberias
10	Venta de GNV	Flujo continuo									
					3	5	0	0	1	1	10

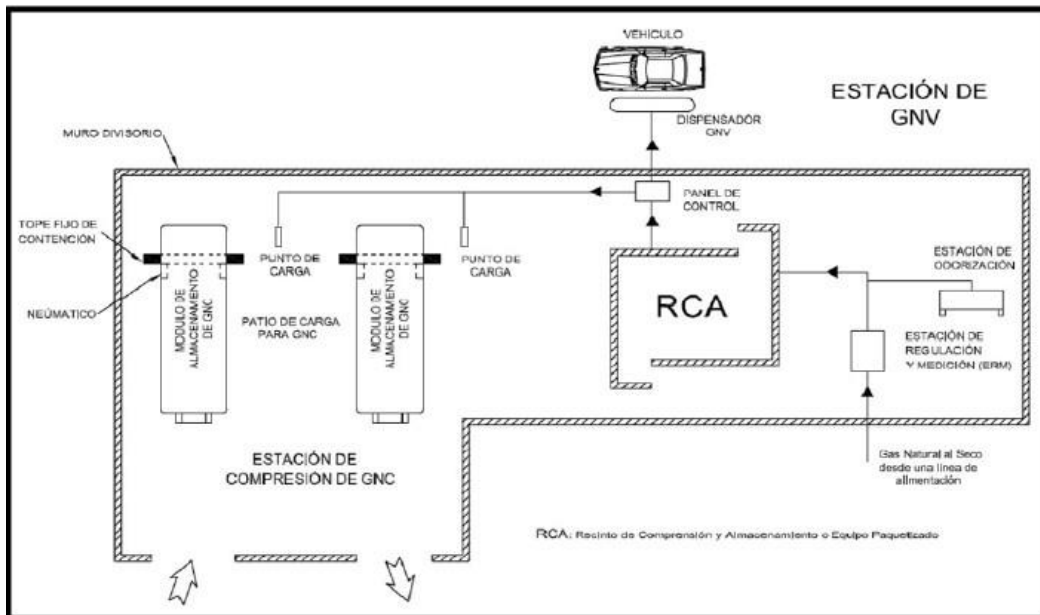
Anexo 26. DR (diagrama de recorrido).



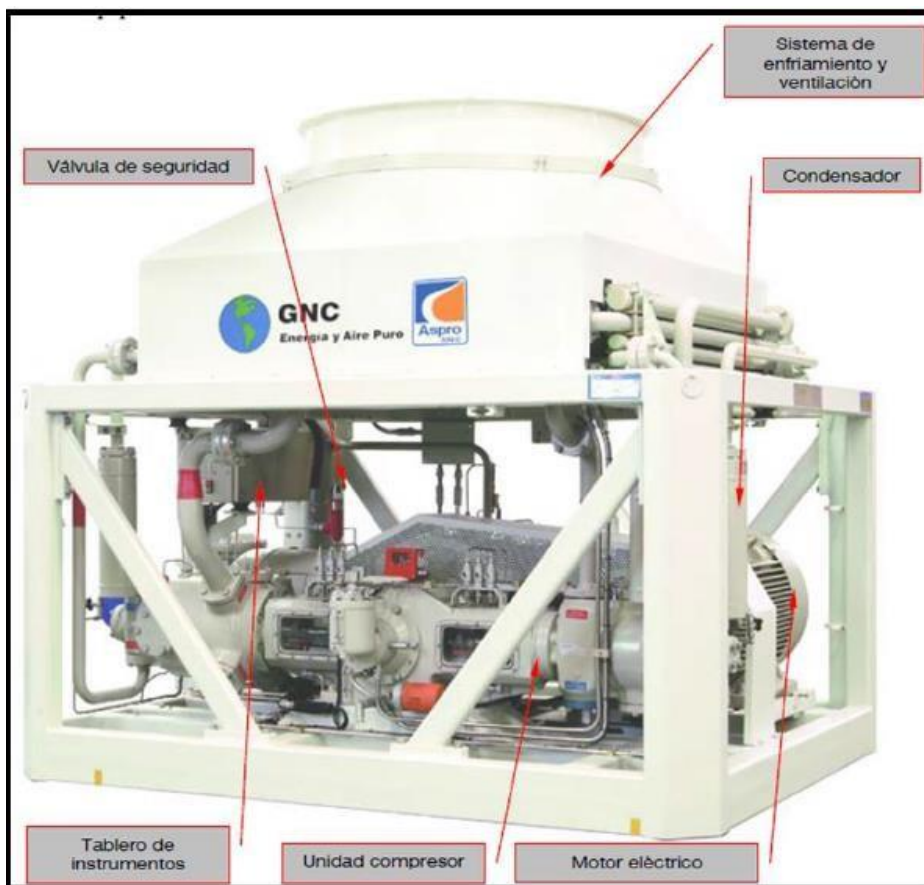
Anexo 27. ERM (estación de regulación y medición).



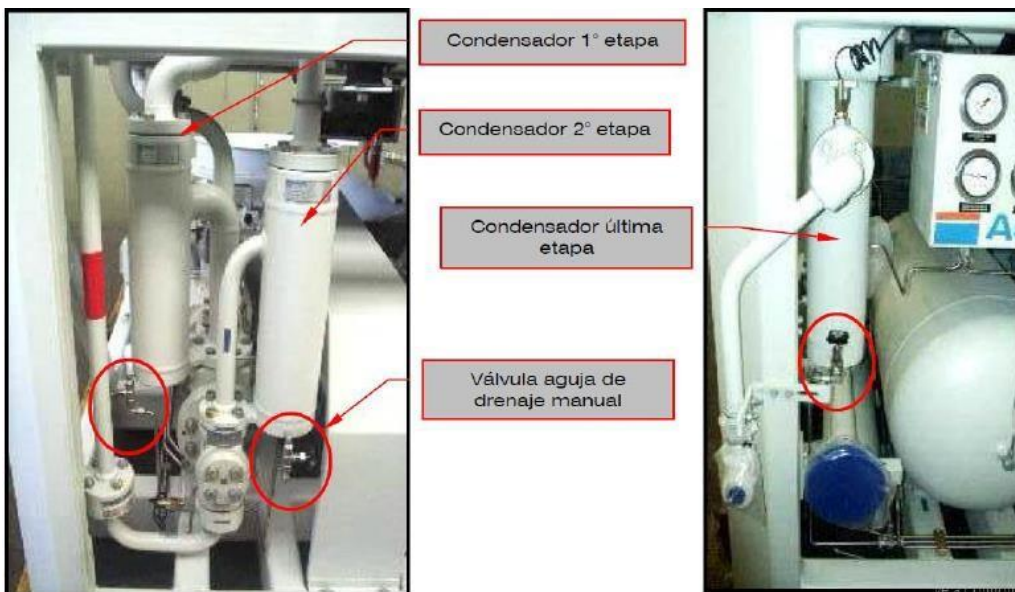
Anexo 28. RCA (recinto de compresión y almacenamiento), es un bunker de concreto donde está ubicado el compresor junto con los cilindros de almacenamiento de gas comprimido.



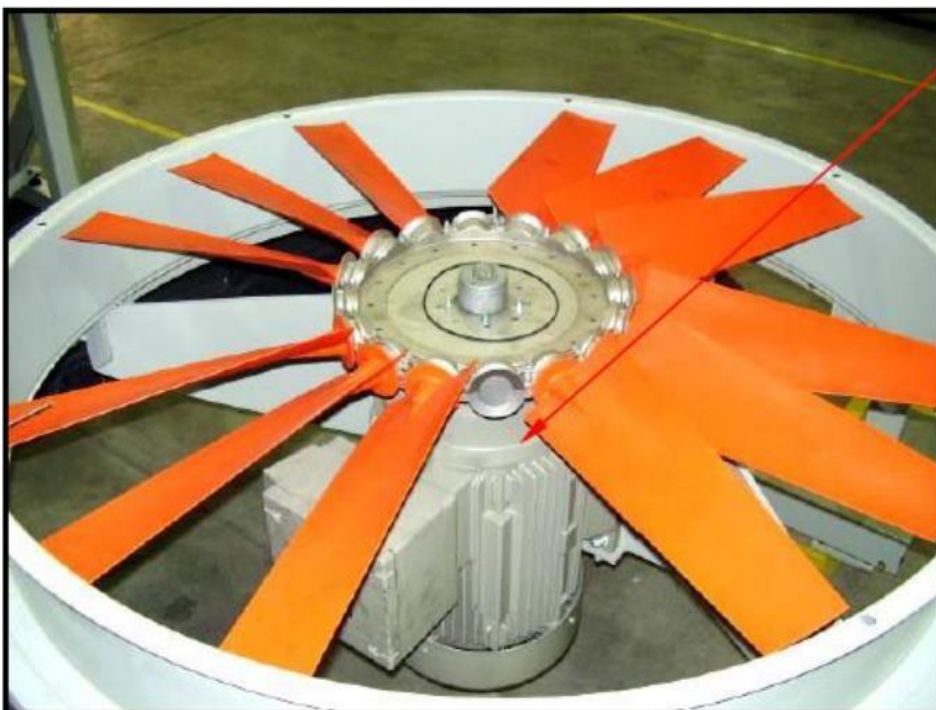
Anexo 29. Compresor de gas IODM 115-4R.



Anexo 30. Condensadores, están afuera de cada etapa y capturan el vapor de agua y aceite que quede en el gas comprimido debido a la alta temperatura con que sale de cada etapa.



Anexo 31. Ventilador, este sirve para expulsar el calor hacia el exterior para que el gas vuelva al compresor para ser comprimido para la siguiente etapa.





Anexo 32. Cilindros de almacenamiento de gas comprimido.



Anexo 33. panel prioritario, es el que se encarga de hacer recircular el gas del compresor a los cilindros..



Anexo 34. Surtidor de GNV.



Anexo 35. Protocolo de mantenimiento

PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO						
LISTADO DE TAREAS A REALIZAR EN LOS COMPRESORES						
ORDEN	TAREA	ESPECIALIDAD DEL TRABAJO	FRECUENCIA (HORAS)	DURACION ESTIMADA	NECESIDAD DE PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
1	LIMPIEZA COMPLETA DE EQUIPO	SISTEMA MECANICO	10000	0.5H	NO	SI
2	CONTROL DE ACEITE	SISTEMA DE LUBRICACION	2500	0.5H	NO	SI
3	PRUEBA DE EQUIPOS	SISTEMA MECANICO	2500	0.5H	NO	SI
4	CALIBRACION	SISTEMA MECANICO	4000	0.5H	NO	SI
5	MANTENIMIENTO DE FILTROS	SISTEMA MECANICO	7500	0.5H	NO	SI
6	MANTENIMIENTO DE VALVULA DE COMPRESOR	SISTEMA MECANICO	2500	0.5H	NO	SI
7	MANTENIMIENTO DE SELLOS	SISTEMA MECANICO	4000	0.5H	NO	SI
8	MANTENIMIENTO DE RODAMIENTOS	SISTEMA MECANICO	2500	0.5H	NO	SI

Severidad de las Consecuencias Vs Probabilidad/Frecuencia

SEVERIDAD	Catastróficos (50)	50	100	150	200	250
	Mayor (20)	20	40	60	80	100
	Moderado alto (10)	10	20	30	40	50
	Moderado (5)	5	10	15	20	25
	Moderado Leve (2)	2	4	6	8	10
	Mínima (1)	1	2	3	4	5
		Escasa (1)	Baja Probabilidad (2)	Puede Suceder (3)	Probable (4)	Muy Probable (5)
PROBABILIDAD						

VALORACION DE RIESGOS		
RIESGO CRÍTICO	ROJO	$50 < X \leq 250$
RIESGO ALTO	NARANJA	$15 < X \leq 50$
RIESGO MEDIO	AMARILLO	$3 < X \leq 15$
RIESGO BAJO	VERDE	$X \leq 3$

Anexo 36. Matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos de las actividades de mantenimiento (IPER)



## MATRIZ DE IDENTIFICACION DE PELIGROS Y EVALUACION DE RIESGOS

Método (1) basado según lo indicado en la R.M. 050-2013-TR "Guía Básica sobre SGSST" - Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos

N	CODIGO DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO	CAUSAS	ACTIVIDADES DEL PROCESO	PELIGRO	CONSECUENCIA / RIESGO	METODOS DE CONTROL EXISTENTES	EVALUACION DE RIESGO / IMPACTO			VALORACION	METODOS DE CONTROL A IMPLEMENTAR	RESPONSABLE	
							PROBABILIDAD (P)	SEVERIDAD (S)	P x Q				
1	F-SL-1	Falta aceite en depósito bomba a levas.	Agregar aceite recomendado por la parte superior (tapa hexagonal).				2	10	20	RIESGO ALTO			
2	F-SL-2	Defectuosa regulación de bomba a levas	• Ajustar tornillo. Desde la boca, viendo el tornillo desde arriba, en sentido horario libera más aceite, en sentido anti-horario libera menos aceite.	• Derrame de aceite o líquido lubricante	• Irritación en la piel por el aceite • Irritación en los ojos por rozamiento por contacto con el aceite	Cumplimiento de los procedimientos normados en el respectivo instructivo	1	5	5	RIESGO MEDIO	Seguir el acatamiento de los respectivos instructivos	Antonio Machaca, Enrique Sanchez y Basilio Fernandez.	
			• Purgado de cañería.				3	10	30	RIESGO ALTO			
			• Ver que no retroceda el gas por la cañería (debido a que la válvula anti retorno no cierra).				2	5	10	RIESGO MEDIO			
3	F-SL-3	Entra aire al aceite. Hay alguna virola suelta o conector flojo en la cañería	• Desarmar cañería	• Fuga de gas natural	• Riesgo de inflamación de gas natural	Cumplimiento de los procedimientos normados en el respectivo instructivo	1	10	10	RIESGO MEDIO	Seguir el acatamiento de los respectivos instructivos	Antonio Machaca, Enrique Sanchez y Basilio Fernandez.	
		Falta aceite en el sistema.	• Revisar que toda la cañería de entrada esté hermética. • Agregar aceite recomendado.				• Aire caliente que sale de la parte superior del compresor	• Daño a largo plazo de los oídos por vibraciones del compresor • Riesgo de quemarse con el aire caliente de la salida del compresor	2	5			10
4	F-SL-4	Filtro tapado	• Cambiar filtro	• Ruido de los pistones del compresor • Aire caliente que sale de la parte superior del compresor	• Daño a largo plazo de los oídos por vibraciones del compresor • Riesgo de quemarse con el aire caliente de la salida del compresor	Cumplimiento de los procedimientos normados en el respectivo instructivo	3	5	15	RIESGO MEDIO	Seguir el acatamiento de los respectivos instructivos	Antonio Machaca, Enrique Sanchez y Basilio Fernandez.	
		Falta aceite en bastidor	• Agregar aceite recomendado.				• Desenroscar tapón hexagonal sobre cuerpo bastidor (diseño nuevo) ó levantar cuidadosamente tapa circular junto con detector vibración. • cargar aceite y cerrar todo	3	5	15			RIESGO MEDIO
			Entrada de aire en cañería				• Ajuste general de conectores.	2	10	20			RIESGO ALTO
			Desconexión de acople chaveta				• Desarmado, limpieza (con mucha precaución) y armado con repuesto. • Parar la máquina.	2	5	10			RIESGO MEDIO
		5	F-SM-1				Suciedad sobre el asiento o asiento en mal estado.	• Cerrar válvula entrada gas (según modelo de máquina)	• Derrame de aceite o líquido lubricante	• Irritación en la piel por el aceite • Irritación en los ojos por rozamiento por contacto con el aceite			Cumplimiento de los procedimientos normados en el respectivo instructivo
• Cerrar válvula salida gas diámetro 1"	2			10	20	RIESGO ALTO							
• Retirar válvula de retención, reparar o en su defecto reemplazar	2			5	10	RIESGO MEDIO							



# MATRIZ DE IDENTIFICACION DE PELIGROS Y EVALUACION DE RIESGOS

Método (1) basado según lo indicado en la R.M. 050-2013-TR "Guía Básica sobre SGSST" - Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos

N	CODIGO DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO	CAUSAS	ACTIVIDADES DEL PROCESO	PELIGRO	CONSECUENCIA / RIESGO	METODOS DE CONTROL EXISTENTES	EVALUACION DE RIESGO / IMPACTO			VALORACION	METODOS DE CONTROL A IMPLEMENTAR	RESPONSABLE
							PROBABILIDAD (P)	SEVERIDAD (S)	P x Q			
6	F-SM-2	Resorte ó platillo roto, ó en mal estado.	• Parar la máquina (en forma programada).	• Derrame de aceite o líquido lubricante • Fuga de gas natural • Ruido de los pistones del compresor • Aire caliente que salía de la parte superior del compresor	• Irritación en la piel por el aceite • Irritación en los ojos por rozamiento por contacto con el aceite • Riesgo de inflamación de gas natural • Daño a largo plazo de los oídos por vibraciones del compresor • Riesgo de quemarse con el aire caliente de la salida del compresor	Cumplimiento de los procedimientos normados en el respectivo instructivo	2	10	20	RIESGO ALTO	Seguir el acatamiento de los respectivos instructivos	Antonio Machaca, Enrique Sanchez y Basilio Fernandez.
			2				15	30	RIESGO ALTO			
			1				10	10	RIESGO MEDIO			
			1				10	10	RIESGO MEDIO			
			2				10	20	RIESGO ALTO			
			1				10	10	RIESGO MEDIO			
			2				5	10	RIESGO MEDIO			
7	F-SM-3	Exceso de presión en la etapa correspondiente o válvula con falla	Verificar si luego de estallar vuelve a cerrar normalmente, si no es así, reemplazar la válvula.				1	15	15	RIESGO MEDIO		
8	F-SM-4	Válvula de retención de aceite colocada sobre los cilindros o en empaquetadura esta fallando.	• Parar la máquina (forma programada).	• Fuga de gas natural • Aire caliente que salía de la parte superior del compresor	• Riesgo de inflamación de gas natural • Daño a largo plazo de los oídos por vibraciones del compresor • Riesgo de quemarse con el aire caliente de la salida del compresor	Cumplimiento de los procedimientos normados en el respectivo instructivo	2	10	20	RIESGO ALTO	Seguir el acatamiento de los respectivos instructivos	Antonio Machaca, Enrique Sanchez y Basilio Fernandez.
			• Despresurizar la etapa por condensadores que				1	10	10	RIESGO MEDIO		
			• Desarmar caño diámetro 1/4".				2	5	10	RIESGO MEDIO		
			• Sacar válvula de retención y desarmarla, verificar estado, puede tener basura. Colocar válvula reparada o nueva.				1	10	10	RIESGO MEDIO		
			• Desarmar el o los visores de aceite y vaciarlos.				1	15	15	RIESGO MEDIO		
			• Verificar estado válvulas internas.				1	10	10	RIESGO MEDIO		
			• Llenar con glicerina nueva y armar los visores.				2	5	10	RIESGO MEDIO		
			• Conectar caño 1/4" con visor.				2	10	20	RIESGO ALTO		
			• El otro extremo del caño queda suelto Mandar aceite haciendo girar manualmente la bomba a levas.				1	5	5	RIESGO MEDIO		
			• Cuando aparece el aceite en el extremo libre del caño diam 1/4", conectarlo a la válvula de retención.				2	5	10	RIESGO MEDIO		
			• Cerrar condensa y probar				2	10	20	RIESGO ALTO		



# MATRIZ DE IDENTIFICACION DE PELIGROS Y EVALUACION DE RIESGOS

Método (1) basado según lo indicado en la R.M. 050-2013-TR "Guía Básica sobre SGSST" - Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos

N	CODIGO DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO	CAUSAS	ACTIVIDADES DEL PROCESO	PELIGRO	CONSECUENCIA / RIESGO	METODOS DE CONTROL EXISTENTES	EVALUACION DE RIESGO / IMPACTO			VALORACION	METODOS DE CONTROL A IMPLEMENTAR	RESPONSABLE
							PROBABILIDAD (P)	SEVERIDAD (S)	P x Q			
6	F-SM-2	Resorte ó platillo roto, ó en mal estado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Parar la máquina (en forma programada).</li> <li>Desconectar el seccionador principal</li> <li>Despresurizar en forma completa la máquina (todas las etapas).</li> <li>Limpiar el sector si hiciere falta y desarmar todo lo que sea necesario para acceder a la válvula en cuestión</li> <li>Cambiar la válvula y juntas de cobre si hiciere falta y volver a armar.</li> <li>Conectar y probar que la falla haya sido resuelta.</li> <li>Para este procedimiento comunicarse con el Servicio Técnico de DELTA COMPRESIÓN SRL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Derrame de aceite o liquido lubricante</li> <li>Fuga de gas natural</li> <li>Ruido de los pistones del compresor</li> <li>Aire caliente que salía de la parte superior del compresor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Irritación en la piel por el aceite</li> <li>Irritación en los ojos por rozamiento por contacto con el aceite</li> <li>Riesgo de inflamación de gas natural</li> <li>Daño a largo plazo de los oídos por vibraciones del compresor</li> <li>Riesgo de quemarse con el aire caliente de la salida del compresor</li> </ul>	Cumplimiento de los procedimientos normados en el respectivo instructivo	2	10	20	RIESGO ALTO	Seguir el acatamiento de los respectivo instructivo	Antonio Machaca, Enrique Sanchez y Basilio Fernandez.
							2	15	30	RIESGO ALTO		
							1	10	10	RIESGO MEDIO		
							1	10	10	RIESGO MEDIO		
							2	10	20	RIESGO ALTO		
							1	10	10	RIESGO MEDIO		
							2	5	10	RIESGO MEDIO		
7	F-SM-3	Exceso de presión en la etapa correspondiente o válvula con falla	Verificar si luego de estallar vuelve a cerrar normalmente, si no es así, reemplazar la válvula.				1	15	15	RIESGO MEDIO		
							2	10	20	RIESGO ALTO		
8	F-SM-4	Válvula de retención de aceite colocada sobre los cilindros o en empaquetadura esta fallando.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Parar la máquina (forma programada).</li> <li>Despresurizar la etapa por condensadores que</li> <li>Desarmar caño diámetro 1/4".</li> <li>Sacar válvula de retención y desarmarla, verificar estado, puede tener basura. Colocar válvula reparada o nueva.</li> <li>Desarmar el o los visores de aceite y vaciarlos.</li> <li>Verificar estado válvulas internas.</li> <li>Llenar con glicerina nueva y armar los visores.</li> <li>Conectar caño 1/4" con visor.</li> <li>El otro extremo del caño queda suelto Mandar aceite haciendo girar manualmente la bomba a levas.</li> <li>Cuando aparece el aceite en el extremo libre del caño diam 1/4" , conectarlo a la válvula de retención.</li> <li>Cerrar condensa y probar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aire caliente que salía de la parte superior del compresor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daño a largo plazo de los oídos por vibraciones del compresor</li> <li>Riesgo de quemarse con el aire caliente de la salida del compresor</li> </ul>	Cumplimiento de los procedimientos normados en el respectivo instructivo	2	10	20	RIESGO ALTO		
							1	10	10	RIESGO MEDIO		
							2	5	10	RIESGO MEDIO		
							1	10	10	RIESGO MEDIO		
							1	15	15	RIESGO MEDIO		
							1	10	10	RIESGO MEDIO		
							2	5	10	RIESGO MEDIO		
							2	10	20	RIESGO ALTO		
							1	5	5	RIESGO MEDIO		
							2	5	10	RIESGO MEDIO		
							2	10	20	RIESGO ALTO		



# MATRIZ DE IDENTIFICACION DE PELIGROS Y EVALUACION DE RIESGOS

Método (1) basado según lo indicado en la R.M. 050-2013-TR "Guía Básica sobre SGSST" - Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos

N	CODIGO DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO	CAUSAS	ACTIVIDADES DEL PROCESO	PELIGRO	CONSECUENCIA / RIESGO	METODOS DE CONTROL EXISTENTES	EVALUACION DE RIESGO / IMPACTO			VALORACION	METODOS DE CONTROL A IMPLEMENTAR	RESPONSABLE
							PROBABILIDAD (P)	SEVERIDAD (S)	P x Q			
9	F-SM-5	Falla válvula entrada a tanque pulmón	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regular correctamente.</li> <li>Reparar válvula.</li> </ul>				3	15	45	RIESGO ALTO		
10	F-SM-6	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se pierde rendimiento.</li> <li>El / los manómetros acusan baja presión en el tablero del compresor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Parar la máquina (en forma programada).</li> <li>Desconectar el seccionador principal.</li> <li>Despresurizar en forma completa la máquina (todas las etapas).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Derrame de aceite o líquido lubricante</li> <li>Fuga de gas natural</li> <li>Ruido de los pistones del compresor</li> <li>Aire caliente que salía de la parte superior del compresor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Irritación en la piel por el aceite</li> <li>Irritación en los ojos por rozamiento por contacto con el aceite</li> <li>Riesgo de inflamación de gas natural</li> <li>Daño a largo plazo de los oídos por vibraciones del compresor</li> <li>Riesgo de quemarse con el aire caliente de la salida del compresor</li> </ul>	Cumplimiento de los procedimientos normados en el respectivo instructivo	2	5	10	RIESGO MEDIO	Seguir el acatamiento de los respectivo instructivo	Antonio Machaca, Enrique Sanchez y Basilio Fernandez.
			<ul style="list-style-type: none"> <li>sea necesario para acceder a la válvula en cuestión (cañerías, bridas, pernos, etc.).</li> <li>Cambiar la válvula y juntas de cobre si hiciere falta y volver a armar.</li> <li>Conectar y probar que la falla haya sido resuelta.</li> <li>Para este procedimiento comunicarse con el Servicio Técnico de DELTA COMPRESIÓN SRL</li> </ul>				1	10	10	RIESGO MEDIO		
			<ul style="list-style-type: none"> <li>Si están flojos torqu coasta a 50 kgm.cada una.</li> <li>Reponer Máquina en "manual".</li> <li>Reponer switch.</li> <li>Prueba en máquina en forma manual.</li> <li>Probar; si se repite, consultar al Depto. De Servicio Técnico de DELTA COMPRESIÓN SRL</li> </ul>				2	15	30	RIESGO ALTO		
			<ul style="list-style-type: none"> <li>Si están flojos torqu coasta a 35 Kgm. cada uno.</li> <li>Reponer Máquina.</li> <li>Reponer switch.</li> <li>Prueba en máquina en forma manual.</li> <li>Probar; si se repite consultar al Depto. de Servicio Técnico de DELTA COMPRESIÓN SRL</li> </ul>				1	10	10	RIESGO MEDIO		
							1	10	10	RIESGO MEDIO		
							2	10	20	RIESGO ALTO		
							2	10	20	RIESGO ALTO		
							1	15	15	RIESGO MEDIO		
							1	10	10	RIESGO MEDIO		
							2	10	20	RIESGO ALTO		



# MATRIZ DE IDENTIFICACION DE PELIGROS Y EVALUACION DE RIESGOS

Método (1) basado según lo indicado en la R.M. 050-2013-TR "Guía Básica sobre SGSST" - Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos

N	CODIGO DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO	CAUSAS	ACTIVIDADES DEL PROCESO	PELIGRO	CONSECUENCIA / RIESGO	METODOS DE CONTROL EXISTENTES	EVALUACION DE RIESGO / IMPACTO			VALORACION	METODOS DE CONTROL A IMPLEMENTAR	RESPONSABLE
							PROBABILIDAD (P)	SEVERIDAD (S)	P x Q			
12	F-SM-8	Mal cierre de válvula aguja	• Se para la máquina para que no arranque nuevamente.				2	10	20	RIESGO ALTO		
			• Luego se cierra válvula salida de gas a almacenaje y se despresurizan todas las etapas.				1	15	15	RIESGO MEDIO		
			• Luego se coloca la válvula en estado natural (esto puede ser a través de volcarle encima de la misma agua caliente).				2	15	30	RIESGO ALTO		
			• Se cierra bien la válvula aguja de última etapa y se procede a abrir la válvula de salida de gas a almacenaje.				1	10	10	RIESGO MEDIO		
			• Luego se resetea el equipo compresor y se coloca en marcha nuevamente.				1	10	10	RIESGO MEDIO		
13	F-SM-9	Correas flojas	• Parar la máquina y tensar correas.	• Derrame de aceite o líquido lubricante	• Irritación en la piel por el aceite		1	10	10	RIESGO MEDIO		
			• Para este procedimiento comunicarse con el Servicio Técnico de DELTA COMPRESIÓN SRL.				2	10	20	RIESGO ALTO		
14	F-SM-10	Filtro de entrada tapado	Limpiar filtro.	• Fuga de gas natural	• Riesgo de inflamación de gas natural		1	15	15	RIESGO MEDIO		
		Pérdida en medición de presostato	Reemplazar filtro				3	15	45	RIESGO ALTO		
15	F-SM-11	Basura en tornillo amortiguador del manómetro. (según modelo de manómetro)	Reparar / reemplazar instrumento	• Ruido de los pistones del compresor	• Daño a largo plazo de los oídos por vibraciones del compresor	Cumplimiento de los procedimientos normados en el respectivo instructivo	2	5	10	RIESGO MEDIO	Seguir el acatamiento de los respectivos instructivos	Antonio Machaca, Enrique Sanchez y Basilio Fernandez.
16	F-SM-12	Falla de los sellos por suciedad o desgaste.	• Parar el equipo compresor en forma programada y despresurizar todas las etapas.	• Aire caliente que salía de la parte superior del compresor	• Riesgo de quemarse con el aire caliente de la salida del compresor		2	10	20	RIESGO ALTO		
			• Comunicarse con el Servicio Técnico de DELTA COMPRESIÓN SRL.				1	15	15	RIESGO MEDIO		
17	F-SM-13	Baja presión de aspiración	• De no ser normal, reclamar a la distribuidora de gas correspondiente.				3	10	30	RIESGO ALTO		
			• Si la presión es normal, reparar la válvula reguladora de entrada al compresor.				1	10	10	RIESGO MEDIO		
		Baja presión de aspiración	Parar la máquina, despresurizar, sacar filtro y limpiarlo o cambiarlo.				1	15	15	RIESGO MEDIO		
			Reparar o regular correctamente				1	15	15	RIESGO MEDIO		
18	F-SE-1	Falta de fase ó corte de energía	• Despresurizar la máquina.				2	15	30	RIESGO ALTO		
			• verificar tensión en las tres fases del tablero general.				3	15	45	RIESGO ALTO		
			• Despresurizar la máquina por condensador y tanque de choque.				2	10	20	RIESGO ALTO		
		Parada de emergencia.	• luego habilitar el sistema.				1	15	15	RIESGO MEDIO		



## ANEXO 8. Declaratoria de autenticidad del asesor



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

### Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SÁNCHEZ RAMÍREZ, LUZ GRACIELA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, asesor(a) del Trabajo de Investigación / Tesis titulada: **“APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE COMPRESORES EN EL ÁREA DE OPERACIONES DE LA EMPRESA GESA, 2018.”**, del (los) autor (autores) **MORALES RUIZ ALVARO FELIX**, constato que la investigación cumple con el índice de similitud de 25 % 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 el Trabajo de Investigación / 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, 31 de mayo de 2021

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SÁNCHEZ RAMÍREZ, LUZ GRACIELA DNI: 32771174 ORCID: 0000-0002-2308-4281	