



**FACULTAD DE INGENIERÍA,  
ARQUITECTURA Y URBANISMO**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE  
INGENIERIA INDUSTRIAL**

**TESIS**

**SISTEMA DE GESTIÓN LEAN MANUFACTURING PARA  
MEJORAR LA EFICIENCIA DEL SERVICIO DE  
MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA CASIP S.A. LIMA  
2019**

**PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
INDUSTRIAL**

**Autor (es):**

**Bach. Figueroa Aguilar Paul Renan**

<https://orcid.org/0000-0002-1996-4921>

**Asesor:**

**Mg. Purihuamán Leonardo, Celso Nazario**

<https://orcid.org/0000-0003-1270-0402>

**Línea de Investigación:**

**Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente**

**Pimentel – Perú**

**2020**

**SISTEMA DE GESTIÓN LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR LA  
EFICIENCIA DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA CASIP  
S.A. LIMA 2019**

**Aprobación del jurado**

---

**Mg. Purihuamán Leonardo, Celso Nazario  
Asesor**

---

**Mg. Franciosi Willis, Juan José  
Presidente de Jurado**

---

**Mg. Purihuamán Leonardo, Celso Nazario  
Secretario(a) de Jurado**

---

**Mg. Guerrero Millones, Ana María  
Vocal de Jurado**

## DEDICATORIA

Esta investigación quiero dedicarla de manera muy especial a todas las personas que de una u otra manera influyeron en la culminación de la misma.

A mis padres Leonor Aguilar de Figueroa y Rodolfo Figueroa Delgado por todo el apoyo incondicional que me brindaron a pesar de haber pasado situaciones difíciles durante este año.

A esa gran energía que nos rodea y le da sentido al universo y nuestras vidas.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi compañera de vida Carol Jossie Alfaro Centurión por todo su apoyo y estar involucrada en la realización de este trabajo, sus palabras de aliento, esfuerzo y dedicación pudieron hacer que culminara mis estudios universitarios y lograr esta meta tan difícil pero no imposible de alcanzar.

De igual manera a la docente Mg. Ana María Guerrero Millones que me pudo guiar para cumplir con la culminación de este trabajo.

A mis hermanos Iván y Milagros que de alguna manera me apoyaron durante mi carrera universitaria.

**SISTEMA DE GESTIÓN LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA CASIP S.A. LIMA 2019**

**LEAN MANUFACTURING MANAGEMENT SYSTEM TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF THE MAINTENANCE SERVICE OF THE CASIP S.A. COMPANY LIMA 2019**

**Figuroa Aguilar Paul Renan<sup>1</sup>**

**Resumen**

*El presente trabajo de investigación tiene como objetivo general proponer un sistema de gestión con herramientas del Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia de los servicios de mantenimiento de aire acondicionado de la empresa CASIP Corporación S.A. Lima 2019, para lo cual se inició el desarrollo del estudio con un diagnóstico actual de la empresa, el diseño de la propuesta y el análisis de los beneficios económicos que representa implementar el sistema de gestión. Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo de tipo aplicada y de diseño no experimental transversal. La situación en la que se encontró la empresa evidencia que el principal problema es el desorden en el área de trabajo, mal uso de los equipos de protección personal y descoordinación en los trabajos, además de la falta de conocimientos en la realización de los servicios de mantenimiento por parte de algunos trabajadores. También se obtuvo un Lead Time de 732 minutos al analizar los procesos de mantenimiento preventivo. Se propone el diseño con herramientas como el Value Stream Mapping, 5s, Estandarización, Mejora Continua, y Control Visual, las que permitirán alcanzar un Lead Time de 557 minutos, lo que significa una mejora de la eficiencia del 23.91%. La implementación de las herramientas Lean Manufacturing representan un VAN de s/. 103,127.94 y una relación de Costo Beneficio de 1.86 lo que supone un proyecto económicamente viable para la empresa.*

**Palabras Claves:** *Lean Manufacturing, mantenimiento, eficiencia, mejora continua.*

<sup>1</sup>Adscrito a la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Industrial. Universidad Señor de Sipán, Pimentel – Chiclayo, Perú, [faguilarpaulren@crece.uss.edu.pe](mailto:faguilarpaulren@crece.uss.edu.pe), código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1996-4921>

## **Abstract**

*The general objective of this research work is to propose a management system with Lean Manufacturing tools to improve the efficiency of the air conditioning maintenance services of the company CASIP Corporación S.A. Lima 2019, for which the development of the study began with a current diagnosis of the company, the design of the proposal and the analysis of the economic benefits that implementing the management system represents. This research has a quantitative approach of an applied type and a non-experimental cross-sectional design. The situation in which the company was found shows that the main problem is disorder in the work area, misuse of personal protective equipment and lack of coordination in the work, in addition to the lack of knowledge in the performance of the services of maintenance by some workers. A Lead Time of 732 minutes was also obtained when analyzing the preventive maintenance processes. The design is proposed with tools such as Value Stream Mapping, 5s, Standardization, Continuous Improvement, and Visual Control, which will allow to achieve a Lead Time of 557 minutes, which means an improvement in efficiency of 23.91%. The implementation of Lean Manufacturing tools represents a NPV of s / . 103,127.94 and a Cost Benefit ratio of 1.86 which represents an economically viable project for the company.*

**Keywords:** *Lean Manufacturing, maintenance, efficiency, continuous improvement*

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
<i>Resumen</i> .....	v
<i>Abstract</i> .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN .....	11
<b>1.1 Realidad Problemática</b> .....	12
<b>1.2 Trabajos previos</b> .....	15
<b>1.3 Teorías relacionadas al tema</b> .....	18
<b>1.3.1 Lean Manufacturing</b> .....	18
<b>1.3.2 Eficiencia del Mantenimiento</b> .....	27
<b>1.4 Formulación del Problema</b> .....	38
<b>1.5 Justificación e importancia del estudio</b> .....	39
<b>1.6 Hipótesis</b> .....	39
<b>1.7 Objetivos</b> .....	39
<b>1.7.1 Objetivo General</b> .....	39
<b>1.7.2 Objetivos específicos</b> .....	40
CAPITULO II. MATERIAL Y MÉTODOS.....	41
<b>2.1 Tipo y Diseño de Investigación</b> .....	42
<b>2.2 Población y Muestra</b> .....	42
<b>2.3 Variables, Operacionalización</b> .....	42
<b>2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad</b> .....	45
<b>2.4.1 Confiabilidad de los instrumentos</b> .....	46
<b>2.4.2 Validación de los instrumentos</b> .....	46
<b>2.5 Procedimiento de análisis de datos</b> .....	46
<b>2.6 Criterios éticos</b> .....	47
<b>2.7 Criterios de Rigor Científico</b> .....	48
CAPITULO III. RESULTADOS.....	49
<b>3.1 Presentación de Resultados</b> .....	50
<b>3.1.1 Diagnóstico</b> .....	50
<b>3.1.2 Propuesta</b> .....	77
<b>3.1.3 Análisis Costo Beneficio</b> .....	78
<b>3.2 Discusión de Resultados</b> .....	82
<b>3.3 Propuesta de Investigación</b> .....	83
CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	97
<b>4.1 Conclusiones</b> .....	98
<b>4.2 Recomendaciones</b> .....	99

REFERENCIAS .....	100
ANEXOS.....	107



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Totales de ventas de servicios de mantenimiento durante el 2019</i> .....	14
<b>Tabla 2.</b> <i>Matriz de Operacionalización de las Variables</i> .....	43
<b>Tabla 3.</b> <i>Análisis Alfa de Cronbach</i> .....	46
<b>Tabla 4.</b> <i>Totales de ventas de servicios de mantenimiento durante el 2019</i> .....	53
<b>Tabla 5.</b> <i>Mano de obra directa</i> .....	54
<b>Tabla 6.</b> <i>Mano de obra indirecta</i> .....	54
<b>Tabla 7.</b> <i>Costos indirectos de servicio</i> .....	55
<b>Tabla 8.</b> <i>Materiales consumibles fijos</i> .....	56
<b>Tabla 9.</b> <i>Materiales consumibles variables</i> .....	56
<b>Tabla 10.</b> <i>Costos directos e indirectos</i> .....	57
<b>Tabla 11.</b> <i>Utilidad mes de marzo 2019</i> .....	58
<b>Tabla 12.</b> <i>Problemas en los trabajos de mantenimiento</i> .....	63
<b>Tabla 13.</b> <i>Costo de implementación</i> .....	79
<b>Tabla 14.</b> <i>Costo de no llegar a la meta mensual del 80% en ventas</i> .....	80
<b>Tabla 15.</b> <i>Flujo de caja del proyecto de implementación</i> .....	80
<b>Tabla 16.</b> <i>Presupuesto de implementación de mejora</i> .....	95
<b>Tabla 17.</b> <i>Costos de Verificación del proyecto de implementación</i> .....	96

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> <i>Adaptación Actualizada de la Casa Toyota</i> .....	22
<b>Figura 2.</b> <i>Organigrama actual de la empresa</i> .....	51
<b>Figura 3.</b> <i>Diagrama de Flujo de procesos del Servicio de mantenimiento</i> .....	59
<b>Figura 4.</b> <i>Diagrama Ishikawa de deficiencia del mantenimiento</i> .....	64
<b>Figura 5.</b> <i>Diagrama de Pareto de problemas en los trabajos de mantenimiento</i> .....	65
<b>Figura 6.</b> <i>Grado de conocimiento del personal sobre la gestión de la empresa</i> .....	66
<b>Figura 7.</b> <i>Capacidad de gestión de gestión del servicio de mantenimiento</i> .....	67
<b>Figura 8.</b> <i>Desperdicios en los trabajos de mantenimiento</i> .....	68
<b>Figura 9.</b> <i>Grado de dificultad en realizar trabajos por falta de conocimientos</i> .....	69
<b>Figura 10.</b> <i>Percepción del tiempo en que se dan las capacitaciones</i> .....	70
<b>Figura 11.</b> <i>Grado de conocimiento en materia de mantenimiento de aire acondicionado</i> .....	71
<b>Figura 12.</b> <i>Grado de interés en toma de decisiones</i> .....	72
<b>Figura 13.</b> <i>Grado de aceptación a participación de la planificación de mantenimiento</i> .....	73
<b>Figura 14.</b> <i>Percepción del tiempo de ejecución de los servicios de mantenimiento</i> .....	74
<b>Figura 15.</b> <i>Principales problemas en la gestion de mantenimiento</i> .....	75
<b>Figura 16.</b> <i>Grado de aceptación a realizar una mejora en la gestión del servicio de mantenimiento</i> .....	76
<b>Figura 17.</b> <i>Value Stream Mapping del Servicio de Mantenimiento Preventivo</i> .....	90
<b>Figura 18.</b> <i>Value Stream Mapping Futuro del Servicio de Mantenimiento Preventivo</i> .....	91
<b>Figura 19.</b> <i>Cronograma de actividades</i> .....	94

## **CAPITULO I. INTRODUCCIÓN**

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Realidad Problemática

Desde la aparición de la primera revolución industrial en Inglaterra en el siglo XIII, el desarrollo de las industrias no ha dejado de parar, y con ella también el desarrollo de metodologías para resolver los diversos problemas que se han presentado, así como optimizar los procesos y mejorar su eficiencia.

Una de estas metodologías es el Lean Manufacturing que nace a partir de la invención del Sistema de Producción Toyota (Madariaga, 2020), y que reúne muchas herramientas que se aplicaron inicialmente al área de producción pero que con el paso de los años ha evolucionado y abarcado áreas como la dirección, logística, mercadotecnia, servicios, contabilidad, y mantenimiento (Socconini, 2019).

#### **A nivel internacional.**

Muñoz (2017) afirma que en la empresa Maderas Arauco, en Chile, existen problemas dentro del área de control de la calidad, relacionados a un aumento en el número de rechazos de las maderas, deficiencia en la estandarización de los procesos internos del área, falta de instructivos de trabajo seguro, así como personal poco capacitado, así también se encontró muchos desperdicios en los procesos como: de movimiento, re trabajos y desaprovechamiento potencial del personal.

Díaz, y Bermúdez (2018) señalan que los problemas que tiene la empresa ABS CROMOSOL, de la ciudad de Bogotá, dedicada al cromado de piezas plásticas, están ocasionando desequilibrio en las entregas y en consecuencia pérdida de los clientes. Estos problemas están relacionados a desperdicios de sobreproducción, inventario, movimientos, tiempo y procesos.

Ruiz (2016) afirma que la empresa Hortovilla, de la ciudad de Sevilla en España, presenta problemas en su proceso de manipulación de espárragos verde, relacionados a los sistemas de flujo de información, volumen de personal en planta, deficiencias de la cadena de manipulación (falta de estandarización, capacitaciones del personal, limpieza de los puestos de trabajo, ausencia de reuniones diarias y semanales para resolver problemas).

Para Martínez (2016) el Comando Logístico “Reino de Quito” N° 25 de Ecuador, presenta problemas en su Taller de mantenimiento por una baja productividad, así como una deficiencia de servicio al cliente, esto debido a falta de orden y limpieza en las áreas de trabajo, falta de capacitación al personal, falta de control interno de los procesos, falta de un plan de mantenimiento. Estos problemas se relacionan con las mudas o desperdicios en los procesos como: sobreproducción, esperas, transporte, exceso de inventario, movimientos innecesarios, y productos defectuosos que presenta la empresa en su producción.

Guamán (2011) afirma que existe una ineficiencia en los departamentos de mantenimiento de las empresas industriales del parque industrial de Cuenca, Ecuador. Las causas que le atribuye son: desorientación del personal por falta de capacitación en las tareas de mantenimiento, falta de un plan de mantenimiento, inercia de acción de los directivos para aplicar mejoras, lo que ocasiona deterioro de los equipos y constantes paradas de la producción, reduciendo la rentabilidad de las empresas

#### **A nivel nacional.**

Gonzales y Quispe (2018) señalan que uno de los problemas recurrentes en los trabajos de mantenimiento de equipos de aire acondicionado en la empresa SAEG PERU S. A., de la ciudad de Pimentel, es que los tiempos de realización de los procesos no están estandarizados. También mencionan que debido a esta situación el planeamiento y control de los tiempos, materiales y costos de producción se ven afectados y hacen que la empresa tenga retrasos en la entrega de trabajos terminados.

Maldonado e Ysique (2017) afirman que el principal problema de la empresa Induamerica S.A.C., en la ciudad de Pimentel, se encuentra en el área de producción, pues existen muchos desperdicios como las paradas por falla en las líneas de producción, por reprocesos y por falta de materia prima, lo que ocasiona una ineficiencia y desorden en todos sus procesos.

Suarez (2016) en su investigación en la empresa SERFRIMAN EIRL de la ciudad de Trujillo, detectó falta de aplicación de las 5S en los procesos, mantenimiento preventivo insuficiente, equipos sin mantenimiento, no se cuenta con un registro de mantenimiento, personal poco calificado, falta stock de

repuestos, lo que origino problemas con los costos operativos de la empresa.

### **A nivel Local.**

La empresa CASIP Corporación SA, es una empresa que ofrece diversos servicios relacionados a los sistemas de Aire Acondicionado en la ciudad de Lima a otras compañías. Entre los servicios que ofrece tiene el de mantenimiento preventivo y correctivo de equipos de aire acondicionado. Sin embargo, se han detectado algunos problemas como la falta de un buen sistema de gestión de mantenimiento, la ausencia de indicadores de control de las operaciones, lo que ocasiona no tener un monitoreo correcto, no tener una estrategia definida para sus trabajos de mantenimiento, ausencia de un plan de capacitaciones del personal lo que a su vez ocasiona retrasos del cumplimiento de los servicios de mantenimiento y mal manejo de los tiempos de ejecución.

La empresa no presenta documentación de gestión lo que le ha llevado a tener un mínimo control de sus servicios de mantenimiento y lograr sus metas de ventas. Si bien las ventas anuales del 2018 al 2019 crecieron en un 15%, durante el 2019 la empresa ha tenido un año irregular no acercándose al 100% de las metas de ventas estimadas, y solo logrando ventas del 80% de los servicios de mantenimiento.

### **Tabla 1**

*Totales de ventas de servicios de mantenimiento durante el 2019*

Mes	Ventas
Enero	80%
Febrero	80%
Marzo	80%
Abril	55%
Mayo	60%
Junio	50%
Julio	50%
Agosto	55%
Setiembre	55%
Octubre	60%
Noviembre	64%
Diciembre	70%

Fuente: Base de datos de la empresa CASIP Corporación SA.

## **1.2 Trabajos previos**

### **A nivel Internacional.**

La preocupación por mejorar la productividad y la eficiencia de las operaciones y procesos en la industria siempre será una prioridad para tener una mayor rentabilidad, y crecimiento económico. La evolución de las herramientas del Lean Manufacturing permiten solucionar problemas como la ineficiencia en los procesos en cualquier área o departamento de una empresa, tal como el mantenimiento.

Orozco, Cuervo y Bolaños (2016), en su trabajo de investigación “Implementación de Herramientas Lean Manufacturing para el aumento de la eficiencia en la producción de Eka Corporación.”, para obtener el título de Ingenieros Industriales de la Universidad Cooperativa de Colombia, señalan que se realizó un diagnóstico inicial de la zona de trabajo para determinar las problemáticas y aplicar las herramientas como la Teoría de las Restricciones(TOC), Herramientas de Distribución de Planta (LAYOUT), reducción de los tiempos perdidos por preparación, (SMED - Single Minute Exchange Die), y las 5S, lográndose con el proyecto una mejora en la eficiencia de los procesos de trabajo, así como 85 millones de pesos de ganancia neta.

Fernández (2018), en su trabajo Fin de Master “Gestión de Mantenimiento: Lean Maintenance y TPM”, para obtener el grado de Máster Universitario de la Universidad de Oviedo España, afirma que el mantenimiento industrial es muy importante en el aspecto económico de toda empresa, por tal motivo sus costos representan un gran porcentaje. En tal sentido se han desarrollado metodologías para erradicar las deficiencias que los procesos de mantenimiento tienen, como el TPM (Mantenimiento Productivo Total) y el Lean Maintenance, las mismas que ayudan a reducir costes y tiempo de reparación, lo que a su vez lleva a un aumento de producción y de dinero a la empresa. También se mencionan herramientas como las 5S, Just in Time, Estandarización, Control Visual, entre otras.

López (2015), en su memoria de investigación “Implantación del Lean Manufacturing en una estación de reparaciones aeronáutica”, de la Universitat Politècnica de Catalunya, señala que la implementación de herramientas del Lean Manufacturing en los procesos de puesta a punto de componentes reparados en la Estación de Reparaciones de Airbus España tiene como objetivo la reducción de

los tiempos de entregas de los elementos. Las herramientas que se usan son la Gestión Visual, Estandarización, las 5S, Kaizen y Value Stream Mapping. Se obtuvieron resultados de reducción de tiempos de hasta más de la mitad en la media de días necesarios para las tareas de reparación, debido a la reducción de tiempos de entrega. Así mismo, se mejoró el clima laboral, una mejor relación con el cliente y su trabajo en conjunto.

Carrillo, Alvis, Mendoza y Cohen (2018), señalan en su artículo científico “Lean manufacturing: 5 s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmecánica en Cartagena, Colombia”, de la Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco, Colombia, que el objetivo de su estudio es establecer una propuesta de implementación de lean Manufacturing por medio del uso de herramientas como las 5s, TPM y de confiabilidad de procesos. Para tal efecto se hicieron mediciones del sistema antes y después de la aplicación de las mejoras. Esta investigación es de tipo descriptiva y obteniendo resultados como un 22% de espacio liberado en la zona de trabajo por efecto de las 5s, una reducción del 50% al 10% en probabilidad de fallos de las maquinarias si se aplican rutinas de inspección en base al TPM. Así también se hace recomendación de capacitaciones al personal, tanto como adecuación de la gestión del mantenimiento a esta herramienta para que pueda desarrollarse efectivamente.

Correal (2019), afirma en su trabajo de grado “Reducción del tiempo de abastecimiento del inventario, por medio de la integración de herramientas Lean en una planta de mantenimiento. Caso de estudio: empresa sector hidrocarburos”, para optar por el grado de Magister en Ingeniería Industrial de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Bogotá Colombia, que el problema de su estudio se centra en el proceso de abastecimiento, encontrando la causa en la ineficiencia en los procesos de inspección y requisición, falta de comunicación entre las áreas de trabajo y desconocimiento de los procesos de trabajo. El objetivo de su estudio es reducir los tiempos de pedido y tener todos los equipos y/o sensores operativos en una planta de mantenimiento, para lo cual utiliza varias herramientas como el Layout Configuration, Kanban, 5S y Estandarización. El resultado es una reducción del 75% del tiempo del proceso total, así como una meta de la planta del 85% de mejora en la eficiencia.



### **A nivel Nacional.**

Larico (2020), en su trabajo de tesis “Propuesta de implementación de gestión por procesos para incrementar la eficiencia económica de la empresa S.O. TU SALUD S.A.C., AREQUIPA 2020”, para optar por el grado de Ingeniero Industrial de la Universidad Señor de Sipán, que el objetivo de su investigación es la elaboración de una propuesta basada en la gestión por procesos, para incrementar la eficiencia económica de la empresa, para lo cual utiliza herramientas como el mapa de procesos, diagrama de flujo y diagrama de Ishikawa. La investigación es de tipo descriptiva diseño no experimental. Los resultados de la propuesta se miden por el indicador del costo beneficio de 1.26, siendo favorable para la empresa.

Castro (2016), en su trabajo de tesis “Propuesta de implementación de la metodología Lean Manufacturing para la mejora del proceso productivo en la línea de envasado PET de la empresa AJEPER S.A”, para optar por el grado de Ingeniero Industrial de la Universidad Nacional Trujillo, manifiesta que su objetivo es analizar la situación actual del objeto de estudio y proponer la implementación de las herramientas Lean Manufacturing que le permita mejorar la calidad de sus productos, reducir el tiempo muerto para ser más competitivos en el mercado.

Cerdán (2020), en su informe de tesis “Diseño de las herramientas Lean Service para reducir los tiempos de mantenimiento correctivo y preventivo, en el taller de la empresa COANSA del Perú Ingenieros”, para optar por el grado de Ingeniero Industrial de la Universidad Privada del Norte, sede Cajamarca, afirma que el objetivo de su informe es la influencia del diseño de Lean Service en los tiempos de mantenimiento, para lo cual se utilizaron herramientas como el Value Stream Mapping, Diagrama Spaguetti, 5S, Kit de herramientas, POUS en taller, Kaizen y Polivalencia. La investigación es de tipo aplicada, explicativa, cuantitativa y pre experimental. Los resultados fueron favorables ya que se redujeron demoras de 871 minutos, y en el aspecto económico se muestran indicadores de TIR de 67%, VAN de 9 469 soles y costo beneficio de 2.34 soles.

### **A nivel Local.**

Guzmán (2019), en su informe de tesis “Implementación del Lean Manufacturing para reducir los productos no conforme en las áreas de montaje y

acabado en el rubro de calzado”, para optar al grado de Ingeniero Industrial de la Universidad Ricardo Palma, menciona que el objetivo general de su estudio es Aplicar el Lean Manufacturing en la empresa de rubro de calzado CALIMOD, para reducir la cantidad de productos no conforme. El estudio es cuantitativo tipo aplicada, y utilizó herramientas como las 5S y Diagrama de Operaciones de Procesos, obteniendo resultados favorables para la empresa con un aumento de la productividad en las áreas de montaje y acabado en un 5% y 13.73% respectivamente, reducción del tiempo de ciclo de 7.5% Y 31.11%, y reducción del costo de los productos de 10.92% y 32.43% respectivamente a las áreas mencionadas.

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

#### **1.3.1 Lean Manufacturing.**

**Sistema de Gestión.** Según la Norma Internacional de Normalización (ISO 9000, 2015) un sistema de gestión es un “conjunto de elementos de una organización interrelacionados o que interactúan para establecer políticas, objetivos, y procesos para lograr estos objetivos” (p. 17).

Un sistema de gestión por tanto es un conjunto de elementos, reglas, principios relacionados entre sí para dirigir una organización y alcanzar objetivos trazados.

#### **Lean Manufacturing.**

**Definición.** El termino en ingles Lean significa sin grasa, flaco, lo que se ha tomado para el entorno de la gestión como sin desperdicio. La traducción al español de Lean Manufacturing es manufactura esbelta que podría definirse como una manufactura sin grasa, sin desperdicios, perfecta.

Para Hernández y Vizán (2013) Lean Manufacturing es una metodología de trabajo, fundamentada en las personas, que busca la forma de mejora y optimización de los sistemas de producción centrándose en identificar y eliminar todo tipo de desperdicios.

Los desperdicios a los que se refieren Hernández y Vizán son catalogados como procesos o tareas que usan más recursos de los que se necesitan para realizarlas.

Por su parte Madariaga (2020) define al Lean Manufacturing como un

modelo que busca la eficiencia en la fabricación de productos.

Para Rajadell y Sánchez (2010) Lean Manufacturing es la búsqueda incansable de la mejora del sistema de fabricación por medio de la eliminación del desperdicio, afirmando además que desperdicio son todas las acciones que no aportan algún valor al producto final y que el cliente no pagaría.

Lean Manufacturing es la optimización de procesos tanto de producto como de servicios, buscando eliminar los desperdicios o despilfarros.

**Orígenes del Lean Manufacturing.** Madariaga (2020) señala algunos hitos importantes en el origen del Lean:

La primera revolución industrial:

- Que dio paso de la producción artesanal a la en serie. Tiene su surgimiento en el siglo XIII en Inglaterra con la industria textil.
- En sus inicios, la industria utilizó la energía hidráulica, luego en 1776, el escocés James Watt difundió el primer motor a vapor, así como se hizo uso del carbón en las industrias.
- En 1801, el estadounidense Eli Whitney diseñó nuevos sistemas de trabajo en serie para producir mosquetes.
- Se reemplazó la madera por el hierro para la fabricación de maquinaria, y en 1856 se produjo acero en gran escala.

La segunda revolución industrial: Donde se pasó a la producción en masa, y destacaron tres personas: Frederick W. Taylor, Henry Ford y Alfred P. Sloan.

- Frederick Winslow Taylor (1856-1915). Elabora un sistema de dirección científica del trabajo en 1890, análisis, medición, planificación del trabajo.
- Henry Ford (1863-1947). Funda en 1903 la Ford Motor Company, y en 1908 desarrolla el Modelo T. Diseñó el sistema de manufactura en línea.
- Alfred P. Sloan (1875-1966). Destaca sus aportes en las áreas de la gestión el marketing

TPS (Sistema de producción de Toyota)

- Sakichi Toyoda (1867-1930). Patentó el telar automático en 1924 que tenía un mecanismo de detección de rotura y parada automática. Los conceptos del telar son base para el segundo pilar del sistema Toyota: el Jidoka.
- Kiichiro Toyoda (1894-1952). En 1935 fabricó un prototipo de automóvil,

el A1, y de camión, el G1. En 1937 fundó la empresa de automoción Toyota Motor Company, Ltd. Se le atribuye el concepto Just in time.

- Eiji Toyoda (1913-2013). Promovió y buscó alternativas de mejoras basadas en el Sistema de Producción Toyota.
- Taiichi Ohno (1912-1990). Al igual que Eiji Toyoda mejoró el Sistema de Producción Toyota.

#### Lean Manufacturing

- Entre los años 1950 y 1980 hubo un crecimiento de la industria automotriz japonesa.
- El ingeniero John Krafcik fue el primero en acuñar la expresión Lean Manufacturing, refiriéndose al eficiente sistema de producción en masa de las empresas automotrices japonesas.
- En el libro *The Machine that Changed the World* (La máquina que cambió el mundo), publicado en 1990 y escrita por Womack, Jones y Roos, se establece por primera vez la frase Lean Production.

#### ***Beneficios del Lean Manufacturing.*** Socconini (2017)

menciona los beneficios de la implantación del Lean Manufacturing en una empresa:

- Mejora significativa en la calidad de los productos
- Reducción en los tiempos de entrega
- Reducción de los costos de producción
- Mejora en la comunicación
- Reducción de inventarios
- Aumento del conocimiento de los procesos
- Mayor flexibilidad.
- Reducción de los costos de la no calidad

***Los 7 despilfarros en una organización.*** Hernández y Vizán (2013) hacen mención de estos despilfarros o desperdicios en su estudio de la metodología Lean Manufacturing:

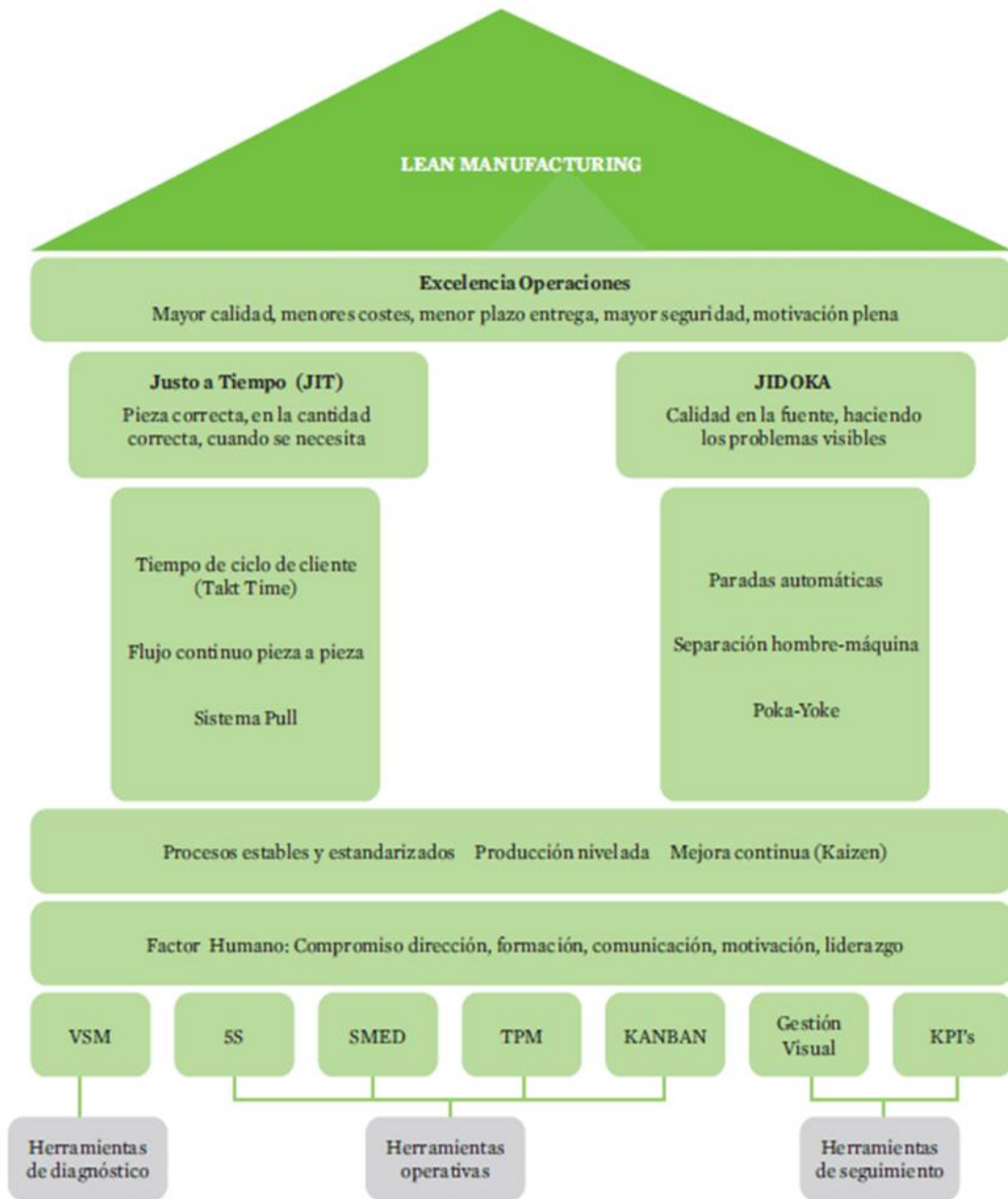
- Sobreproducción, cuando se produce más de lo que se requiere. Genera consumo innecesario de tiempo y materiales.
- Tiempo de espera, por fallas, falta de instrucciones al personal, error en los materiales.

- Movimientos innecesarios, realizados por los operarios para darle valor al producto o servicio.
- Transporte, traslado innecesario de un producto o personal de un lugar a otro o de una etapa del proceso a otra.
- Exceso de almacenamiento, o inventario de: materiales, productos en proceso o productos terminados, lo que supone costos innecesarios.
- Tiempo de proceso, ocasionados por malos métodos de trabajo, mala utilización de los recursos de trabajo.
- Defectos y rechazos, causados por repetir y corregir procesos o reprocesos, ocasionando costos por tiempos empleados como para eliminar los residuos.

**Estructura del sistema Lean.** La estructura del Lean tiene variaciones según el autor que la describa. Hernández y Vizán (2013) presentan una estructura basándose en la llamada casa del sistema de producción Toyota para poder visualizar la filosofía Lean y sus técnicas, como muestra la figura 1.

**Figura 1**

*Adaptación Actualizada de la Casa Toyota*



Fuente: Hernández y Vizán (2013)

### ***Herramientas del Lean Manufacturing.***

**Las 5S.** Las 5S son una herramienta cuya denominación viene de las palabras japonesas: Seiri (separar), Seiton (ordenar), Seiso (limpiar), Seiketsu (control visual) y Shitsuke (disciplina), que son en resumen los pasos para la implementación de esta metodología (Madariaga, 2020). Los beneficios de esta metodología son:

- Mejoras en la seguridad y la calidad
- Reducción de averías
- Reducción de tiempos de cambios y su variación en desplazamientos de personal para realizar cambios en sus puestos de trabajo y búsqueda de herramientas.

Seiri (Separar): Consiste en clasificar y eliminar todos los elementos que estén en un área y que no aporten a las labores que se realicen en ella.

Hernández y Vizán (2013) afirman que la forma de aplicar el Seiri es usar unas tarjetas rojas para identificar ciertos elementos y evaluar si son desechos o no.

Seiton (ordenar): Consiste en el ordenamiento del área de trabajo de todos los elementos y herramientas que son útiles, seleccionando un lugar para cada cosa de manera que puedan ser identificados con facilidad. Hernández y Vizán (2013) comentan sobre la implantación del Seiton:

- Marcar los límites de las áreas de trabajo, almacenaje y zonas de paso.
- Disponer de un lugar adecuado, evitando duplicidades; cada cosa en su lugar y un lugar para cada cosa. (p. 39)

Seiso (limpiar): Consiste en limpiar e inspeccionar las áreas en busca de defectos y eliminarlos, como una manera de prevenirlo y que ocasionen otros problemas o demoras. Hernández y Vizán (2013) explican que su aplicación comprende los siguientes:

- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.
- Asumir la limpieza como una tarea de inspección necesaria.
- Centrarse tanto o más en la eliminación de los focos de suciedad que en sus consecuencias.

- Conservar los elementos en condiciones óptimas. (p. 39)

Seiketsu (control visual): Comprende el establecimiento de un estándar con el que se debe comparar y realizar el control visual de la actividad, para así poder detectar cualquier situación que no esté acorde con el estándar. Hernández y Vizán (2013) enumeran los tres pasos para seguir una limpieza estandarizada:

- Asignar responsabilidades sobre las 3S primeras. Los operarios deben saber qué hacer, cuándo, dónde y cómo hacerlo.
- Integrar las actividades de las 5S dentro de los trabajos regulares.
- Chequear el nivel de mantenimiento de los tres pilares. Una vez se han aplicado las 3S y se han definido las responsabilidades y las tareas a hacer, hay que evaluar la eficiencia y el rigor con que se aplican. (p. 40)

Shitsuke (disciplina) Consiste en mantener el estándar de las 4S anteriores. Se realizan auditorias y acciones correctivas para vigilar y verificar que se están siguiendo los pasos correctos en la aplicación de las 5S y se mantiene el nivel esperado. Hernández y Vizán (2013) afirman que el objetivo del shitsuke es “convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados y aceptar la aplicación normalizada” (p 41).

**Estandarización.** La estandarización es hacer las cosas de acuerdo a un patrón un modelo o una norma para evitar el hacerlo de otra forma y tener pérdidas de tiempo y las desviaciones en las acciones.

Madariaga (2020) afirma que la estandarización tiene como objetivo eliminar el despilfarro y la reducir la variación.

Se podría afirmar que estandarizar los procesos es como se empieza la mejora continua, así como también que es uno de los pilares de la casa Lean.

Madariaga (2020) también afirma que “En el contexto del Lean Manufacturing, un estándar es una referencia con la que comparar” (p.59).

**Control visual.** Hernández y Vizán (2013) definen al control visual como “conjunto de técnicas de control y comunicación visual que tienen por objetivo facilitar a todos los empleados el conocimiento del estado del sistema y del avance de las acciones de mejora” (p.35).

El control visual utiliza de señalizaciones presentando información sobre



métodos de trabajo, indicadores de producción, seguridad, metas alcanzadas.

Esta herramienta permite al empleado tener conocimiento de la gestión y es una forma de decirles los logros de su trabajo y la responsabilidad directa que ellos tienen lo que les incentiva a mejorarlos.

**VSM (Value Stream Mapping).** El mapa de cadena de valor es una herramienta de análisis de la situación de los procesos dentro de una empresa que se representa por medio de un gráfico donde se visualiza el flujo de materiales como el flujo de información que inicia con el proveedor hasta su punto final en el cliente. Hernández y Vizán (2013) dicen que el VSM “facilita, de forma visual, la identificación de las actividades que no aportan valor añadido al negocio con el fin de eliminarlas y ganar en eficiencia” (p. 90).

**Mejora Continua y Kaizen.** La mejora continua es una metodología o filosofía de trabajo que busca optimizar los procesos mediante la mejora de la calidad, analizando y evaluando en cada nuevo proceso. La mejora continua parte del espíritu Kaizen japonés que significa “cambio para mejora”. “Kaizen es el cambio en la actitud de las personas. Es la actitud hacia la mejora, hacia la utilización de las capacidades de todo el personal, la que hace avanzar el sistema hasta llevarlo al éxito” (Hernández y Vizán, 2013, p. 27).

Hernández y Vizán (2013) también mencionan los puntos clave del espíritu Kaizen:

1. Abandonar las ideas fijas, rechazar el estado actual de las cosas.
2. En lugar de explicar los que no se puede hacer, reflexionar sobre cómo hacerlo.
3. Realizar inmediatamente las buenas propuestas de mejora.
4. No buscar la perfección, ganar el 60% desde ahora.
5. Corregir un error inmediatamente e in situ.
6. Encontrar las ideas en la dificultad.
7. Buscar la causa real, plantearse los 5 porqués y buscar la solución.
8. Tener en cuenta las ideas de diez personas en lugar de esperar la idea genial de una sola.

9. Probar y después validar.

10. La mejora es infinita. (p. 29)

**Ciclo PDCA.** Llamado también el ciclo de Deming consiste en cuatro pasos que buscan mejorar la calidad de los procesos. Madariaga (2020) menciona estos pasos:

- Plan

Comprender el estado actual del proceso; Definir el objetivo de la mejora (el nuevo estándar).

Identificar los factores que pueden contribuir a la mejora.

Determinar las acciones necesarias para alcanzar la mejora.

Evaluar las acciones según su dificultad, coste de implantación y su impacto en seguridad, calidad, servicio y productividad.

Elaborar un plan para llevar a cabo las acciones (qué, quién y cuándo)

- Do (ejecutar el plan)

- Check (evaluar los resultados)

- Act (actuar en función de los resultados)

Actualizar la documentación y estandarizar el nuevo método.

Si no se ha obtenido el resultado esperado, se repetirá el ciclo de mejora: analizar de nuevo la situación actual. (p. 247)

### 1.3.2 Eficiencia del Mantenimiento.

**Eficiencia.** La eficiencia es un término que está presente en la industria y también es de uso cotidiano y se refiere a alcanzar algún objetivo optimizando la cantidad de recursos utilizados.

La norma internacional ISO 9000 (2015) definen a la eficiencia como: “relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados” (p.23).

Para Parra et al. (2009) la definición de eficiencia son las relaciones que se dan entre un ingreso y un gasto, una entrada y una salida, un recurso y un producto.

Además, señalan que en estas relaciones hay una proporción de división entre un input y un output:

$$F = E/I$$

Donde: F= Eficiencia

E= Input (entrada)

I= output (salida)

Parra y Crespo (2015) define la eficiencia como “actuar o producir con el mínimo esfuerzo, minimizando derroche o desperdicio de recursos, y los gastos asociados a los mismos” (p.2).

#### **Tipos de eficiencia.**

**Eficiencia técnica.** Es aquella donde se puede obtener más productos (outputs) por la misma cantidad de recursos empleados (inputs), y también puede ser cuando se obtiene la misma cantidad de productos con menos recursos (Parra et al., 2009).

**Eficiencia económica.** Se refiere cuando el costo por producir bienes y servicios es menor en comparación a otro proceso de producción o anterior, manteniendo el valor del producto.

También puede decirse que es “la destreza con la que un sistema económico utiliza sus recursos, de manera eficiente, para lograr una máxima producción de bienes y servicios” (Enciclopedia económica, 2018).

**Eficiencia Asignativa.** Para Parra et al. (2009) la eficiencia asignativa “refleja la habilidad de una empresa para utilizar los inputs en una proporción óptima, considerando los precios de los inputs” (p. 4).

Una empresa es eficientemente asignativa cuando el costo marginal de su

producción está en equilibrio con el precio del mercado.

**Medición de la eficiencia.** La medición de la eficiencia se basa en la comparación del rendimiento actual de una empresa, maquina o persona respecto al óptimo que debería ser.

Para medir la eficiencia existe dos técnicas: paramétricas y no paramétricas.

**Técnicas Paramétricas.** Parra et al. (2009) afirman que las técnicas paramétricas estiman la eficiencia con una frontera estocástica por técnicas econométricas

Se basa en la construir una función promedio aplicable a cada unidad productiva, para calcular las medidas de eficiencia a partir de la proximidad a la frontera econométrica que ha sido elaborada por una función de comportamiento eficiente de una empresa.

Para la medición de los parámetros se usa la programación de datos o las técnicas econométricas.

**Técnicas no Paramétricas.** Parra et al. (2009) afirma que se realiza a partir del el Análisis Envolvente de Datos (DEA), que se basa en la resolución del modelo por una programación lineal.

Esta técnica se basa en el uso de la programación matemática para elegir, de entre un modelo, las empresas que son eficientes, y a partir de ellas construir una envolvente de las observaciones, así como obtener una medida de eficiencia para cada empresa, haciendo un comparativo con dicha envolvente.

Las técnicas no paramétricas parten de la forma más básica de comparación: outputs(salidas)/inputs(entradas).

**Eficiencia de la Gestión de Mantenimiento.** Parra y Crespo (2015) definen la eficiencia de la gestión de mantenimiento como la gestión de “minimizar los costes directos de mantenimiento, es decir realizar un servicio de mantenimiento de igual o mejor calidad a costes más competitivos” (p. 2).

La eficiencia en un servicio de mantenimiento por tanto debe abocarse al uso de recursos del área, tanto en personal como de herramientas y materiales.

García y Carillo (2016) Presentan los siguientes indicadores que sirven para analizar la eficiencia del servicio de mantenimiento:

Indicadores de producción:

- $\text{Productividad del personal} = \frac{\text{Horas hombre empleadas en la producción}}{\text{Total de horas hombre mano de obra directa}}$

Indicadores de calidad:

- $\text{Rechazos externos} = \frac{\text{Total de unidades defectuosas reportadas por el cliente}}{\text{Total de unidades entregadas al cliente}}$

Indicador financiero:

- $\text{Índice de crecimiento en ventas} = \left( \frac{\text{Ventas del año corriente}}{\text{Ventas del año anterior}} - 1 \right) \times 100$

Indicadores de gestión de órdenes de trabajo:

- N° de Órdenes de trabajo generadas en un periodo determinado
- Porcentaje de Órdenes de trabajo realizadas en el tiempo programado
- N° de Órdenes de trabajo acabadas
- N° de Órdenes de trabajo pendientes
- $\text{Tiempo medio para realización de O.T.} = \frac{\text{N° de O.T resueltas}}{\text{N° Horas dedicadas al mantenimiento}}$

Indicadores de costos de mantenimiento

- $\text{Costo del personal (\%)} = \frac{\text{Costo del personal}}{\text{Costo total del mantenimiento}}$
- $\text{Costo de abastecimiento industrial (\%)} = \frac{\text{Consumo de partes industriales}}{\text{Costo total del mantenimiento.}}$

**Gestión de mantenimiento.** Parra y Crespo (2015) afirman que la gestión de mantenimiento es realizar todas aquellas actividades de gestión como: determinar los objetivos y prioridades de mantenimiento, es decir las metas; definir las estrategias o metodología de esta gestión y las responsabilidades que se van a asumir en la gestión.

Waeyenbergh G (Citado por Villegas, 2016) menciona que la gestión de mantenimiento es el conjunto de actividades necesarias para implementar las políticas específicas de mantenimiento en una empresa, en base a un objetivo. Es la metodología de como la organización piensa sobre el papel (función a cumplir) del mantenimiento, vista como una función operativa.

**Mantenimiento.** López (2017) define al mantenimiento como: “Un conjunto de acciones técnicas y administrativas que se ejecutan con la finalidad de conservar las funciones requeridas de los activos físicos, establecidas por el contexto operacional dentro de un proceso productivo, con la mayor eficiencia y eficacia” (p. 11).

Montilla (Citado por Tacca, 2018) menciona que el mantenimiento es un conjunto de acciones planificadas y encaminadas a mantener los equipos, de cualquier tipo, operativos; lo mejor posible de su estado teórico o nominal, optimizando la inversión económica, tiempo, insumos y con seguridad para el personal y el medio ambiente, coadyuvando de manera positiva a cumplir las metas de la organización.

Teniendo en cuenta las definiciones anteriores, el mantenimiento es toda actividad que se realiza para maximizar la disponibilidad y efectividad de la infraestructura requerida para producción de bienes o servicios.

**Objetivos del mantenimiento.** Tenemos como objetivos los siguientes:

- Disminuir y prevenir el riesgo de fallas funcionales de los equipos e instalaciones de la organización;
- Aumentar la vida útil para maximizar la disponibilidad;
- Recuperar el desempeño deteriorado por pérdida de capacidad de producción y aumento de los costos de las operaciones;
- Asegurar que los equipos e instalaciones funcionen según los parámetros de seguridad para las personas y el medio ambiente.

**Tipos de mantenimiento.** Para efectos de este informe se ha seleccionado la literatura de López (2017) para presentar los tipos de mantenimiento:

**Mantenimiento Rutinario.** Son semanales y comprenden actividades como: lubricación, limpieza, protección, ajustes, calibración y otras.

**Mantenimiento Programado.** Puede ser quincenal hasta anual. Se basa en las instrucciones técnicas de los fabricantes, constructores, diseñadores usuarios y experiencias conocidas, para realizar los trabajos de mantenimiento a programar.

**Mantenimiento por Avería o Reparación.** Se realiza de inmediato al conocerse la falla para evitarse paradas de los equipos.

**Mantenimiento correctivo.** También conocido como parada de planta, se realiza en base a la gestión de mantenimiento y de los registros de fallas para

eliminarlas.

**Mantenimiento circunstancial.** López (2017) afirma que es una combinación de los mantenimientos rutinario, programado por avería y correctivo. Se aplica a los sistemas de apoyo al proceso y con mantenimiento programado, pero sin punto de inicio fijado debido a que son equipos que funcionan de manera alterna.

**Mantenimiento preventivo.** López (2017) afirma que tiene por objetivo adelantarse ante la aparición o predecir la presencia de fallas. Este mantenimiento se encarga de las fallas que pueden generar mantenimiento correctivo y las que presentan cierta regularidad de aparición. Este mantenimiento utiliza todos los medios disponibles para determinar la frecuencia de las inspecciones, revisiones, sustitución de piezas claves, probabilidad de aparición de averías, vida útil, u otras.

**Parámetros de mantenimiento.** Para López (2017) las características esenciales de una maquina son importantes tener siempre medidas por medio de parámetros al momento de analizar su desempeño y las enumera a continuación:

**Confiabilidad:** Es la probabilidad de que un objeto o sistema opere bajo condiciones normales durante un periodo de tiempo establecido, el parámetro que identifica la confiabilidad es el Tiempo Medio de Fallas, es decir son lapsos de tiempos entre una falla y otra.

**Mantenibilidad:** Es la probabilidad de que un objeto o sistema sea reparado durante un periodo de tiempo establecido bajo condiciones procedimentales establecidas para ello, siendo su parámetro básico el Tiempo Promedio Fuera de Servicio.

**Disponibilidad:** Es el tiempo que un objeto o sistema permanece funcionando dentro del sistema productivo bajo ciertas condiciones determinadas. Este parámetro es tal vez el más importante dentro de un sistema productivo, ya que de él depende de la planificación del resto de actividades de la organización. (p.15)

## **Mantenimiento de Sistemas de Aire Acondicionado.**

**Sistema de Aire Acondicionado.** Se puede definir como el sistema que controla simultáneamente la temperatura, humedad, composición, movimiento y distribución de aire para hacer confortable el ambiente o espacio cerrado o para fines industriales (Calderón, 2018).

El sistema de aire acondicionado es aquel que refrigera el aire para refrescar ambientes cerrados con altas temperaturas y que pueden ser de uso doméstico o industrial.

El sistema de aire acondicionado consta de cuatro componentes principales:

- **Compresor:** Es la parte central del sistema, funciona como una bomba de vapor, pues bombea el refrigerante por el circuito de tuberías del sistema. El compresor como su nombre lo dice comprime el gas que viene del evaporador.
- **Condensador:** Compuesto por un sistema de bobinas de tubos de cobre y un ventilador que se encuentran en la parte externa del ambiente. Es el intercambiador de calor exterior.
- **Sistema de Expansión:** compuesto por una válvula de expansión que se encuentra junto al evaporador. Su función consiste en restringir el flujo de refrigerante y bajar su temperatura disminuyendo la presión.
- **Evaporador:** Es la unidad interna compuesto en su interior por bobinas de cobre, turbina, rodamiento y persianas que permiten el ingreso y salida de aire. El evaporador recibe el refrigerante a baja temperatura que absorbe el aire caliente que irá por el sistema hasta el condensador.

**Ciclo de Refrigeración.** Para Cengel y Boles (2014) la definición del ciclo de refrigeración es:

La transferencia de calor de una región de temperatura inferior hacia una temperatura superior. El ciclo de refrigeración que se utiliza con más frecuencia es por compresión de vapor, donde el refrigerante se evapora y se condensa alternadamente, para luego comprimirse en la fase de vapor.  
(p. 615)

El ciclo de refrigeración es un proceso termodinámico donde se trasfiere



calor de un espacio hacia otro reduciendo su nivel térmico. Para la transferencia de temperaturas se utiliza un gas refrigerante el cual sufre altas y bajas temperaturas y presiones durante el proceso.

El buen funcionamiento del ciclo de refrigeración es importante para que las temperaturas de los ambientes estén en óptimas condiciones.

**Funcionamiento del sistema de aire acondicionado.** Se inicia en el compresor que comprime el gas refrigerante y lo envía hacia el condensador con alta temperatura y presión. El gas, al pasar por el condensador libera calor al exterior ayudado por un ventilador haciendo que se condense y pase a estado líquido.

El refrigerante que sale del condensador está en estado líquido a menor temperatura y presión y pasa por el interior de un filtro, que elimina impurezas y humedad antes de ir hasta el evaporador.

El refrigerante llega a la válvula de expansión que se encargará de regular la dosificación del refrigerante en estado líquido que entra en el evaporador.

El refrigerante entra al evaporador a baja presión, va circulando por la tubería y el ventilador empuja el aire frío hacia el ambiente interior. El estado del refrigerante pasa de líquido a gas.

El gas va hacia el compresor que aspira el gas para seguir comprimiendo y llevarlo nuevamente por el circuito cerrado.

**Mantenimiento preventivo de sistema de aire acondicionado.** Se realiza de acuerdo al periodo programado (que puede ser de 60 a 90 días de acuerdo con el equipo y el requerimiento del cliente) y consiste en la limpieza integral de los equipos de aire acondicionado, tanto la unidad externa (condensador) como la unidad interna (evaporador) así como de los conductos de aire. Lo que se busca es tener todo el sistema limpio y lubricado, revisando ajustes en tornillos y estructuras, chequeo de terminales eléctricas y verificación seguimiento de las lecturas de consumo eléctrico, ruido, temperaturas de condensación y de evaporación del gas refrigerante.

**Mantenimiento correctivo de sistema de aire acondicionado.** Se realiza en base a la detección de alguna avería o problemas que se detecten en los equipos por parte del personal técnico o del cliente. Según el tipo de problema que presente el sistema se procederá a su reparación empleándose el tiempo necesario para su

solución y puesta en marcha.

**Marco Normativo.**

**UNE 100012 2005.** Esta norma española es el referente internacional para los trabajos de limpieza (mantenimiento preventivo) de sistemas de ventilación y acondicionamiento de aire. Fue elaborada por el comité técnico AEN/CTN 100 Climatización, que tiene como secretaria técnica a la AFEC (Asociación de Fabricantes de Equipos de Climatización) y que a su vez es gestionada por la AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación).

La norma está dirigida a los propietarios de edificios, empresas de servicios de higienización, empresas de mantenimiento, usuarios de instalaciones y empresas de asesoría y control de sistemas de ventilación y aire acondicionado.

El objetivo de esta norma es valorar la higiene de los sistemas de ventilación y aire acondicionado, por medio de criterios para la valorización, para la descontaminación, y para la validación de la calidad de esta higienización.

En esta norma se contemplan los procedimientos de limpieza y desinfección de los equipos de ventilación y aire acondicionado, los criterios de evaluación, la validación de la eficacia de los procesos, así como los estándares y criterios de seguridad.

**Código de Buenas Prácticas en Refrigeración.** Con Resolución Ministerial N° 241-2001-ITINCI/DM se aprobó el Código de Buenas Prácticas en Refrigeración en nuestro país en el año 2001 que busca enmarcar las normas y procedimientos para los servicios de refrigeración y aire acondicionado obteniendo de este modo una mejor calidad y eficiencia de las empresas y técnicos y operarios de este sector.

Este código contiene modificación, instalación y operaciones de mantenimiento de sistemas de refrigeración y aire acondicionado, manipulación y almacenamiento de refrigerantes, normas de seguridad, capacitación y certificación, entre otros temas relacionados.

Este código pone especial énfasis en la reducción de la emisión de refrigerantes a la atmosfera, así como la reducción del uso del CFC (clorofluorocarbonos) en los gases refrigerantes.

**ISO 9001.** Es una norma internacional enfocada en la calidad de la gestión, que propicia el desarrollo sostenido de una empresa en base a las mejoras del

desempeño de todas las áreas.

Según la Norma Internacional de Normalización (ISO, 2015) Sus beneficios son:

- La capacidad para proporcionar regularmente productos y servicios que satisfagan los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables;
- facilitar oportunidades de aumentar la satisfacción del cliente;
- abordar los riesgos y oportunidades asociadas con su contexto y objetivos;
- la capacidad de demostrar la conformidad con requisitos del sistema de gestión de la calidad especificados. (p. 7)

**Ley 29783.** La ley de Seguridad y salud en el trabajo establece que todos los empleadores deben garantizar la vida, la salud y el bienestar de todos sus trabajadores, así como asumir las responsabilidades económicas y legales en casos de accidentes o enfermedad que sufra algún trabajador en el desarrollo de sus labores o que sean consecuencia de ello.

Además, en su artículo N° 17 la ley establece la elaboración de un Sistema de Seguridad y Salud en el trabajo con el fin de que se puedan cumplir los principios que establece esta ley.

**Análisis Costo Beneficio.** Es una herramienta financiera que analiza la diferencia entre los costos y los beneficios de un proyecto para determinar su viabilidad.

Según Aguilera (2017) el análisis del costo-beneficio es un proceso que sirve para evaluar un proyecto, para la toma de decisiones. Este análisis involucra de manera explícita e implícita, establecer el total de costos y beneficios de todas las alternativas para optar por la mejor o la más rentable.

Para determinar el costo beneficio se utiliza la siguiente formula:

$B/C > 1$  la propuesta es rentable, se presentan ingresos

$B/C = 1$  no hay pérdida ni ganancia.

$B/C < 1$  la propuesta no es rentable y no hay mejoras

Dónde: B= beneficios

C= costos

**Estado del Arte.** Para este estudio se tomarán los trabajos de investigación referentes al mantenimiento y la eficiencia.

El mantenimiento industrial ha tenido una evolución desde sus inicios con la aparición de la primera revolución industrial. Se empezó con el mantenimiento correctivo y luego en la Segunda Guerra Mundial aparece el preventivo (Mora. 2009).

Los últimos estudios sobre mantenimiento industrial se centran en el TPM (Total, Productive, Maintenance) mantenimiento productivo total, que es una herramienta del Lean Manufacturing y que sirve como base para el Lean Maintenance, metodología impulsada por Socconini (2019).

Para el caso específico del mantenimiento de sistemas de aire acondicionado, algunos de los métodos que se están empleando son mediante el uso Algoritmos y de dispositivos de monitoreo para el análisis y diagnóstico de datos que determinen el momento en que se tiene que realizar el mantenimiento.

Maldonado y Ysique (2017) investigan sobre la aplicación del sistema de la mejora continua basada en la metodología TPM para alcanzar su objetivo de reducir los desperdicios en el área de producción. Los resultados del análisis de la empresa muestran al indicador de Eficiencia Global de Maquinas de 29.6% lo que se necesita mejorar. Para ello proponen 5 pilares del TPM como: la mejora focalizada, el mantenimiento autónomo, el mantenimiento planeado, la capacitación y finalmente el establecimiento de las condiciones ideales en cuanto a seguridad, higiene y ambiente.

Miranda y Torres (2018) Aplicaron herramientas del Lean Manufacturing para mejora del proceso de reparación de equipos y maquinaria minera, para lo cual utilizó herramientas como Value Stream Mapping, Heijunka, 5s, y Kaizen. Los

resultados del VAN de \$ 143,576.72 mayor de cero, y TIR de 28.62% mayor que el costo de oportunidad de 11.79 %, lo que indica que la propuesta de implementación es factible.

Nzukam, Voisin, Levrat, Sauter, y lung (2017) presenta un sistema de mantenimiento de HVAC que consiste en la planificación temprana de las intervenciones de mantenimiento, en base a las características de las paradas de los equipos, un sistema de componentes múltiples basado en el sistema RUL (Remaining Useful Life que en castellano es Vida Útil Restante), y la criticidad de los equipos. Además, este sistema dinámico de mantenimiento utiliza el algoritmo de probabilidades para optimizar la disponibilidad del sistema y la reducción de costos de mantenimiento.

Kukkonen (2018), presenta un estudio sobre un sistema de mantenimiento basado en condición de unidades de tratamiento de aire, evaluando métodos de detección automática de fallas y su diagnóstico. Estos métodos están basados en sensores e infraestructura para el monitoreo y la detección de las fallas.

Con respecto a la eficiencia se encontró poca literatura referente a la eficiencia laboral, lo que es contrario a la cantidad de estudios en eficiencia energética y de otro tipo.

Robles (2008) habla en su investigación sobre la eficacia y la eficiencia en la capacitación del recurso humano. El objetivo del estudio es analizar los procedimientos para valorar la eficacia y eficiencia de las actividades de capacitación. Concluye que es aplicable y de gran valor la realización de estas actividades además de ser de fácil implementación en las empresas.

Curo (2018) investiga sobre la planificación de la gestión logística y su efecto en la eficiencia de la empresa objeto de estudio. El diagnóstico inicial presenta deficiencias en la gestión de la empresa, como el abasteciendo, mantenimiento y transporte. Concluye que con la implementación la eficiencia en el servicio mejoraría en un 7%, con un costo beneficio del 1.33.

Chávez y Martell (2017) tienen como objeto de estudio los Centros de Educación Técnica Productiva (CETPRO), donde buscan mejorar la eficacia y eficiencia en la administración de estos centros, mediante la gestión de procesos. Los resultados que muestran son positivos en base al modelo propuesto por los

investigadores, así como del cumplimiento de indicadores diseñados para esta investigación.

### ***Definición de Términos Básicos.***

**Andon:** Es una señal visual y/o auditiva para la identificación de condiciones anormales y dar aviso a los trabajadores sobre problemas o eventos de un área específica o proceso.

**Box Score:** Lista de indicadores que se colocan en tableros visibles a todo el personal para visualizar los desempeños de toda la compañía, plantear estrategias en base al análisis de estos indicadores.

**Cadena de valor:** Es el flujo de información y materiales, a través del proceso o servicio, que será liberado para el cliente.

**Diagrama de Pareto:** Es un gráfico de barras que identifica la fuente de problemas en los procesos. El principio de Pareto, básicamente, establece que el 20% de las causas dan un efecto del 80%.

**HVAC:** Son siglas de: heating, ventilation, and air conditioning que traducido al castellano es calefacción, ventilación y aire acondicionado. Se hace referencia a estas siglas cuando se habla de sistemas, instalaciones o equipos.

**Ishikawa:** El gráfico de causa y efecto, también conocido como Ishikawa o espina de pescado presenta la relación de causa y efecto que existen entre variables de un proceso. Se representa por una línea horizontal y varias conectadas donde se colocan las causas que contribuyen a un problema.

**Lead time:** Lapso de tiempo desde que se inicia un proceso hasta la aparición de los resultados o se complete. También en el aspecto de producción es el tiempo desde que se recibe el pedido de un cliente hasta que se embarca el producto.

**Takt time:** Es el ritmo al que debe de ir un proceso para poder cubrir la demanda. Su fórmula es tiempo disponible/demanda.

## **1.4 Formulación del Problema**

¿En qué medida la propuesta de un sistema de gestión con herramientas del Lean Manufacturing mejorará la eficiencia del servicio de mantenimiento de equipos de aire acondicionado de la empresa CASIP Corporación S.A. Lima 2019?

## **1.5 Justificación e importancia del estudio**

El presente trabajo tiene mucha importancia pues se ha analizado los servicios de mantenimiento que ofrece la empresa CASIP Corporación SA y se ha detectado un decrecimiento de estos servicios y por lo tanto la rentabilidad, por lo cual es necesario la realización de este estudio para poder encontrar las causas y mejorar esta situación.

A nivel Social, la investigación se justifica porque permite a la empresa manejar de manera adecuada los recursos en los trabajos de mantenimiento, obteniéndose de esta manera mejoras en los procesos, y mejor disposición del tiempo de los trabajadores. Se generará un crecimiento de la empresa que podrá dar mejores beneficios económicos a sus trabajadores y como consecuencia mejor calidad de vida en sus hogares, así como generar más puestos de trabajo. Además, debido a la mejora en la calidad de los servicios, los equipos de aire acondicionado tendrán un buen funcionamiento lo que beneficiará a los usuarios y clientes externos.

A nivel Económico, esta investigación se justifica porque al mejorar la eficiencia, la empresa va a tener mejor rentabilidad, se incrementará la cartera de clientes obteniéndose mejores ganancias.

A nivel Tecnológico, esta investigación se justifica porque se aplicarán metodologías y técnicas que podrán servir de modelos y referencias para estudios posteriores que deseen mejorar su eficiencia por medio de la gestión de mantenimiento.

## **1.6 Hipótesis**

El sistema de gestión Lean Manufacturing mejorará la eficiencia de los servicios de mantenimiento de la empresa CASIP Corporación S.A. Lima 2019

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo General.**

Proponer un sistema de gestión con herramientas del Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia de los servicios de mantenimiento de aire acondicionado de la empresa CASIP Corporación S.A. Lima 2019.

### **1.7.2 Objetivos específicos.**

Diagnosticar la situación del sistema de gestión de los servicios de mantenimiento de la empresa CASIP Corporación S.A. Lima 2019.

Diseñar una propuesta de un sistema de gestión con herramientas Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia en los servicios de mantenimiento en la empresa CASIP Corporación S.A. Lima 2019.

Analizar los beneficios económicos que el nuevo sistema de gestión proporcionaría para la empresa CASIP Corporación S.A. Lima 2019.



## **CAPITULO II. MATERIAL Y MÉTODOS**

## **II. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **2.1 Tipo y Diseño de Investigación**

La presente investigación se desarrolló de un enfoque cuantitativo para responder al planteamiento del problema. Además, es una investigación de tipo aplicada, y de diseño no experimental transversal.

### **2.2 Población y Muestra**

Por motivos de que la población es pequeña, ésta es igual a la muestra. Para esta investigación será: los procesos y recursos de la gestión de mantenimiento de aire acondicionado y 10 trabajadores que son los encargados del área.

### **2.3 Variables, Operacionalización**

**Tabla 2**

*Matriz de Operacionalización de las Variables*

<b>Variables</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Sub Indicadores</b>	<b>Escala de Medición</b>	<b>Técnicas de Recolección de Información</b>	<b>Instrumentos de Recolección de Información</b>
		Las 5S	Despilfarros eliminados	Porcentaje		Observación	Guía de Observación
Variable Independiente: Lean Manufacturing	Metodología que busca la optimización de procesos, por medio de la eliminación de los desperdicios o despilfarros	Estandarización	Tiempo de ejecución de tareas	Unidades		Analisis Documental/ Observación	Guía de Analisis Documental/ Observación
		Control Visual	Nivel de competencias del personal	Porcentaje	Escala	Encuesta/Entrevista	Cuestionarios
		Value Stream Mapping	Lead Time	Unidades		Analisis Documental/ Observación	Guía de Analisis Documental/ Observación
		Mejora Continua	Nivel de calidad del servicio	Porcentaje		Encuesta/Entrevista	Cuestionarios

Variables	Definición Conceptual	Dimensión	Indicador	Sub Indicadores	Escala de Medición	Técnicas de Recolección de Información	Instrumentos de Recolección de Información
Variable Dependiente: eficiencia del mantenimiento	Producir con el mínimo esfuerzo, minimizando derroche o desperdicio de recursos, y los gastos asociados a los mismos	Eficiencia del servicio de mantenimiento	(N° trabajos cumplidos a tiempo/N° total de trabajos realizados)*100				
		Costo de personal	(personal que realiza el servicio/personal programado para el servicio)*100	Porcentajes	Escala	Análisis Documental Observación	Guía de análisis documental Guía de Observación
		Costo de materiales	(Mat. usados en el servicio/Mat. programados para el servicio)*100				
		Disponibilidad de Equipos	(Horas totales- Horas paradas por mantto/horas totales)*100				

Fuente: Elaboración Propia

## 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

### ***Técnicas.***

***Análisis Documental:*** Es una fuente primaria de información del objeto de estudio, en la cual se revisa documentos de la empresa que contengan información aportante para la investigación. Los datos históricos de la empresa respecto a los servicios de mantenimiento son analizados.

***Entrevista:*** Es una técnica en la que se realizan preguntas a una persona para obtener información requerida. La entrevista se da a manera de dialogo entre el entrevistador y el entrevistado. Se realiza la entrevista al gerente de producción sobre la gestión de mantenimiento que tiene la empresa.

***Encuesta:*** La encuesta es una serie de preguntas que se deben resolver por escrito en papel. Se realiza a todo el personal del área de servicio de mantenimiento de la empresa.

***Observación:*** En la observación científica se puede ver de manera objetiva los trabajos de mantenimiento para realizar un diagnóstico de estas y proponer luego estrategias aplicativas.

### ***Instrumentos.***

***Guía de análisis documental:*** Se aplicó a los documentos de gestión de la empresa la Guía 001 y Guía 002 (ver anexos) para analizar los registros de servicios de mantenimiento de la empresa, así como a los informes técnicos y recopilar la data de todo el 2019.

***Guía de observación:*** Se utilizó la guía 001 durante 30 días para recabar información sobre los procedimientos de trabajo del personal en las labores de mantenimiento.

***Cuestionario:*** Se elabora un cuestionario para la entrevista y otro para la encuesta. En el caso de la encuesta en su mayoría son preguntas cerradas y se realizó al personal técnico para determinar sus conocimientos sobre las labores de mantenimiento y la gestión que se viene realizando. La entrevista se realizó al jefe de proyectos para conocer sobre la gestión que maneja la empresa.

### 2.4.1 Confiabilidad de los instrumentos.

La Confiabilidad de los instrumentos se realizó con un análisis en el programa SPSS para obtener el Alfa de Cronbach, obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla 3**

*Análisis Alfa de Cronbach*

<b>Estadísticas de fiabilidad</b>			
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos	
<b>0.805</b>	0.818	11	

### 2.4.2 Validación de los instrumentos.

Esta referido a la autenticidad de los instrumentos que se utilizan en la investigación. Para este caso, los instrumentos fueron validados mediante juicio de expertos en la materia.

## 2.5 Procedimiento de análisis de datos

El procedimiento de análisis de datos se inició con desarrollo del diagnóstico del sistema de gestión de la empresa CASIP Corporación S.A., donde se aplicaron dos tipos de cuestionarios: una en la entrevista al jefe de proyectos de la empresa para que nos describa los procesos que se realizan y el estado actual de la empresa.

El otro cuestionario se aplicó en una encuesta a los trabajadores que realizan el servicio de mantenimiento de aire acondicionado para que también den su punto de vista sobre la gestión de mantenimiento que tiene la empresa, así como sus conocimientos sobre los trabajos.

Mediante la guía de análisis documental se pudo obtener datos estadísticos y

documentos de gestión que tiene la empresa e información cuantitativa sobre la gestión.

También fue necesario la guía de observación de los trabajos de mantenimiento para corroborar las respuestas de las entrevistas y encuestas aplicadas además de tener más información en campo.

Para la etapa del Diseño de la propuesta del sistema de gestión se tomó en consideración el cuestionario de la entrevista del jefe de proyectos y la guía de observación pues en ellas se tiene la información sobre cómo se realizan los trabajos, tiempos y recursos.

En el análisis de los beneficios económicos del nuevo sistema de gestión propuesto se utilizó la guía de análisis documental y de observación porque se obtuvo información cuantitativa sobre los servicios de mantenimiento necesarios para hacer los cálculos respectivos.

Toda la información fue tabulada y analizada para su respectivo objetivo lográndose resultados importantes que fueron presentados de acuerdo al esquema del presente informe, así mismo la redacción de conclusiones basadas en los objetivos planteados.

## **2.6 Criterios éticos**

**Selección de problema:** El problema que se estudia en este informe se mantiene vigente pues aún se realizan estudios, se formulan modelos y metodologías para aplicarlos y encontrar soluciones.

**Recolección de datos:** Los datos son obtenidos por medio de las herramientas detalladas en el presente informe, directamente de la misma empresa objeto de estudio por lo que son válidos y verdaderos y no han sufrido alteración.

**Confidencialidad:** Toda la información proporcionada por la empresa objeto de estudio deberá ser consultada a ésta para su publicación debido a que algunos datos son de carácter privado y uso exclusivo de la empresa.

**Ambiente:** La mejora de la gestión de mantenimiento de la empresa que se está aplicando debe tener especial cuidado en no alterar o dañar el medio ambiente. Se debe tener especial cuidado en ello tomando las medidas necesarias para un desarrollo de actividades cumplan con los requerimientos de las leyes medio

ambientales nacionales e internacionales

## **2.7 Criterios de Rigor Científico**

Durante toda la investigación se siguen algunos criterios de rigor científico, debido a que todas las investigaciones cuantitativas deben garantizar su calidad a través del rigor metodológico utilizado.

En este sentido se plantea el uso de credibilidad, replicabilidad y validez

Credibilidad, porque se da una aproximación de los resultados frente al fenómeno observado en la empresa en estudio. Y tanto los datos que se obtienen de la empresa como de los encuestados son corroborados mediante una revisión exhaustiva y realizando un cruce de datos e información.

Replicabilidad, porque no es posible la réplica exacta de este estudio, en empresas del mismo sector. Sin embargo, se mantiene cierta consistencia en los datos para que puedan ser utilizados en otras investigaciones.

Validez, porque es importante que los resultados de la investigación puedan servir como base para otras futuras investigaciones. Se realizó en el proceso de interpretación de los datos, teniendo mucho cuidado en su revisión y presentación.



## **CAPITULO III. RESULTADOS**

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Presentación de Resultados

##### 3.1.1 Diagnóstico.

Se realiza el diagnóstico de la situación del sistema de gestión de los servicios de mantenimiento de la empresa CASIP Corporación S.A. Lima 2019.

**Información general.** CASIP Corporación SA es una empresa dedicada al desarrollo, diseño, fabricación, instalación, mantenimiento, modificaciones y asesoría para el sector doméstico, comercial, e industrial, en las especialidades de aire acondicionado, ventilación y extracción de monóxido.

Desde el 2012, la empresa ha realizado labores en la ciudad de Lima logrando obtener clientes de reconocidas instituciones y empresas.

##### **Datos generales de la empresa.**

Ruc: 20549091793

Razón social: CASIP Corporación SA

Domicilio legal: Av. Los Alisos Mz. H Lote 10 Urb. Virgen del Rosario - San Martín de Porres, Lima.

Gerente General: John Castañeda Yparraguirre

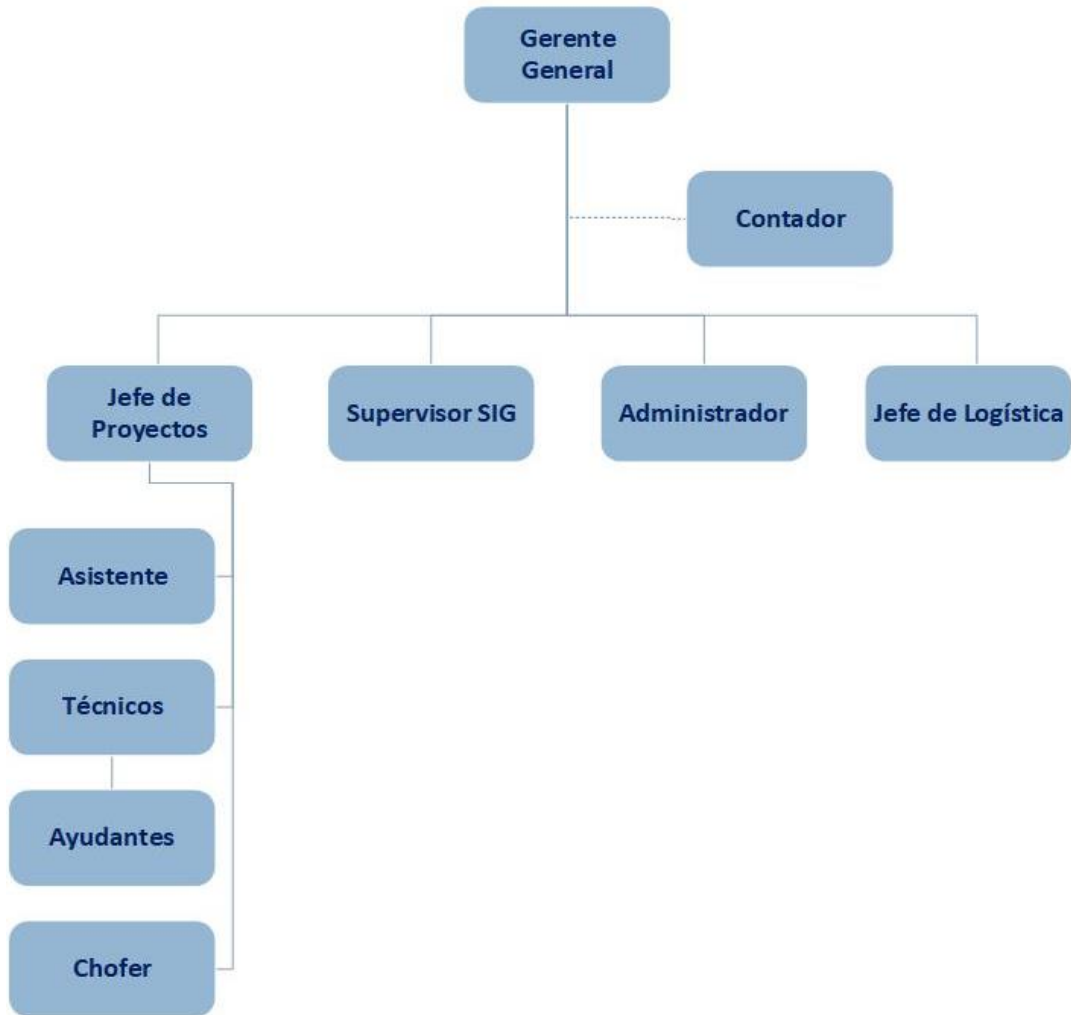
**Visión.** Ser una empresa líder en el rubro de Aire Acondicionado y Refrigeración. Además de que se le reconozca como una de las mejores empresas de servicios, ofreciendo un valor agregado a nuestros clientes, asegurando un servicio de calidad.

**Misión.** Satisfacer totalmente las necesidades de nuestros clientes, superando sus expectativas con el desarrollo de nuevas soluciones para sus proyectos, brindándoles los mejores servicios con la mejor calidad y la mano de obra calificada, teniendo en cuenta la responsabilidad con el medio ambiente y la seguridad de nuestros colaboradores.

## **Organigrama.**

**Figura 2**

*Organigrama actual de la empresa*



Fuente: Empresa CASIP Corporación S.A.

### **Servicios.**

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo
- Instalación de equipos
- Venta de repuestos de aire acondicionado y refrigeración

**Principales clientes.** La empresa tiene una amplia cartera de clientes en la ciudad de Lima de los cuales los más importantes son:

1. GRUPO ROMERO SAC
2. HONDA DEL PERU SA
3. SENATI
4. JOHNSON Y JOHNSON DEL PERU
5. SAN MIGUEL INDUSTRIAS – CLOROX CALLAO – ALICORP
6. LATAM AIRLINES PERU
7. VMH INGENIEROS SAC
8. JUGO Constructores SA
9. KALLARI
10. TGESTIONA
11. ATLANTIC CITY - MIRAFLORES
12. FRENOSA

**Documentos de Gestión.** Del análisis sobre la documentación que debe tener la empresa CASIP Corporación S.A. se llegó a la conclusión que la empresa cuenta solo con:

- Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud Ocupacional

Por otro lado, la empresa no cuenta con documentos como:

- Plan Estratégico Empresarial
- Plan Operativo Anual
- Manual MOF y ROF

Así mismo, la empresa si cuenta con algunas certificaciones solicitadas por algunos de sus clientes para realizar trabajos, que a pesar que califica aspectos

como la gestión de la empresa, estos están más enfocados en lo que corresponde al sistema de seguridad y salud ocupacional.

**Ingresos mensuales.** Se muestra los ingresos mensuales durante el año 2019 por concepto de servicios de mantenimiento de la empresa:

**Tabla 4**

*Totales de ventas de servicios de mantenimiento durante el 2019*

<u>Mes</u>	<u>Ventas</u>
Enero	S/55,000.00
Febrero	S/55,000.00
Marzo	S/55,000.00
Abril	S/37,500.00
Mayo	S/41,250.00
Junio	S/34,375.00
Julio	S/34,375.00
Agosto	S/37,812.50
Setiembre	S/37,812.50
Octubre	S/41,250.00
Noviembre	S/43,750.00
Diciembre	S/48,125.00

Fuente: Base de datos de la empresa CASIP Corporación SA.

**Cuadro de costos mensuales.** En base al análisis documental e información del jefe de operaciones se realiza este análisis de los costos en los que incurre la empresa en un mes. Para analizar al personal se tiene en cuenta la cantidad de 7 trabajadores como mano de obra directa y 5 indirecta.

**Tabla 5***Mano de obra directa*

<b>MOD</b>	<b>Salario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Sub Total</b>
Técnicos	S/1,800.00	4	S/7,200.00
Ayudantes	S/1,500.00	3	S/4,500.00
<b>Total</b>			<b>S/11,700.00</b>

Fuente: Base de datos de la empresa CASIP Corporación SA

**Tabla 6***Mano de obra indirecta*

<b>MOI</b>	<b>Salario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Sub Total</b>
Gerencia y jefaturas	S/10,500.00	3	S/10,500.00
Asistente	S/1,800.00	1	S/1,800.00
Supervisor SIG	S/1,900.00	1	S/1,900.00
<b>Total</b>			<b>S/14,200.00</b>

Fuente: Base de datos de la empresa CASIP Corporación SA

Los costos de la mano de obra directa e indirecta son fijos, por la razón que el personal técnico y ayudantes trabajan 24 días al mes a razón de 8 horas diarias, en caso se hagan horas extras, estas se compensan con descansos por lo cual no varía su salario.

En relación a los costos indirectos de servicio se presenta la siguiente tabla

## Tabla 7

### *Costos indirectos de servicio*

<b>CI</b>	
Alquiler Local	S/2,500.00
Seguros	S/285.50
Electricidad	S/300.00
Agua	S/100.00
Telefonía/internet	S/450.00
Combustible	S/2,160.00
Depreciación de máquinas herramientas	S/2,608.50
Otros	S/200.00
EPPS	S/440.00
<b>Total</b>	<b>S/10,124.00</b>

Fuente: Base de datos de la empresa CASIP Corporación SA

En relación a los costos indirectos de servicio se califican como costos fijos a todos incluyendo el combustible de los vehículos que se abastecen cada 5 días de una cantidad fija de galones, a excepción de que el vehículo este en mantenimiento. En relación a otros se refiere a gastos de papelería y materiales de escritorio

En relación a los materiales se pueden observar los que son costos fijos y los variables:

**Tabla 8***Materiales consumibles fijos*

<b>Descripción</b>	<b>UM</b>	<b>Consumo/mes</b>	<b>P Unidad</b>	<b>P. total</b>	<b>Observación</b>
Detergente industrial	Bolsa	6 kg	S/75.00	S/37.50	15 kg x bolsa
Alki Foam	Galón	1 galón	S/85.00	S/85.00	3.8 Lts x Gal.
Acti Clean	Galón	1 galón	S/57.00	S/57.00	3.8 Lts x Gal.
Oxigeno	Balón	3 balones	S/50.00	S/150.00	2 m3 x balón
Acetileno	Balón	3 balones	S/90.00	S/270.00	2 kg x balón
<b>Total</b>				<b>S/599.50</b>	

Fuente: Base de datos de la empresa CASIP Corporación SA

**Tabla 9***Materiales consumibles variables*

<b>Descripción</b>	<b>UM</b>	<b>Consumo/mes</b>	<b>P.U.</b>
Filtro de alta presión	Unidad	1- 4 unidades 1.5 - 6	S/70.00
Refrigerante R410	Galón	Galones	S/325.00

Fuente: Base de datos de la empresa CASIP Corporación SA

En la tabla 9 se presenta los materiales más frecuentes en lo que son reparaciones e instalaciones en los servicios de mantenimiento correctivo. No se menciona el precio de los repuestos de estructura como persianas o ventiladores pues no son muy frecuentes, así como precio de equipo completo (todo el sistema o partes separadas: evaporador, condensador, ducto de aire) pues ya se estaría hablando de instalación y le corresponde un margen de ganancia del 10% por compra venta de estos repuestos.



Para completar el diagnóstico de costos se analizó el mes de marzo del 2019 para obtener la utilidad neta.

**Tabla 10**

*Costos directos e indirectos*

<b>Costos Directos</b>		<b>Costos Indirectos</b>	
<b>MOD</b>		<b>MOI</b>	
Técnicos	S/7,200.00	Gerencia y jefaturas	S/10,500.00
Ayudantes	S/4,500.00	Asistente	S/1,800.00
		Supervisor SIG	S/1,900.00
<b>Sub Total:</b>	<b>S/11,700.00</b>	<b>Sub Total:</b>	<b>S/14,200.00</b>
<b>Materiales</b>		<b>Gastos Operacionales</b>	
Detergente industrial	S/37.50	Alquiler Local	S/2,500.00
Alki Foam	S/85.00	Seguro	S/285.50
Acti Clean	S/57.00	Electricidad	S/300.00
Oxigeno	S/150.00	Agua	S/100.00
Acetileno	S/270.00	Telefonía/internet	S/450.00
Filtro de alta presión	S/280.00	Combustible	S/2,160.00
Refrigerante R410	S/1,950.00	Depreciación	S/2,608.50
Repuestos	S/8,000.00	Otros	S/200.00
		EPPS	S/440.00
<b>Sub Total:</b>	<b>S/10,829.50</b>	<b>Sub Total:</b>	<b>S/9,044.00</b>
<b>Total:</b>	<b>S/22,529.50</b>	<b>Total:</b>	<b>S/23,244.00</b>
<b>Total Costos:</b>	<b>S/45,773.50</b>		

Fuente: Base de datos de la empresa CASIP Corporación SA

### Tabla 11

*Utilidad mes de marzo 2019*

#### **Utilidad**

#### **Neta:**

Ventas S/55,000.00

Costos: S/45,773.50

---

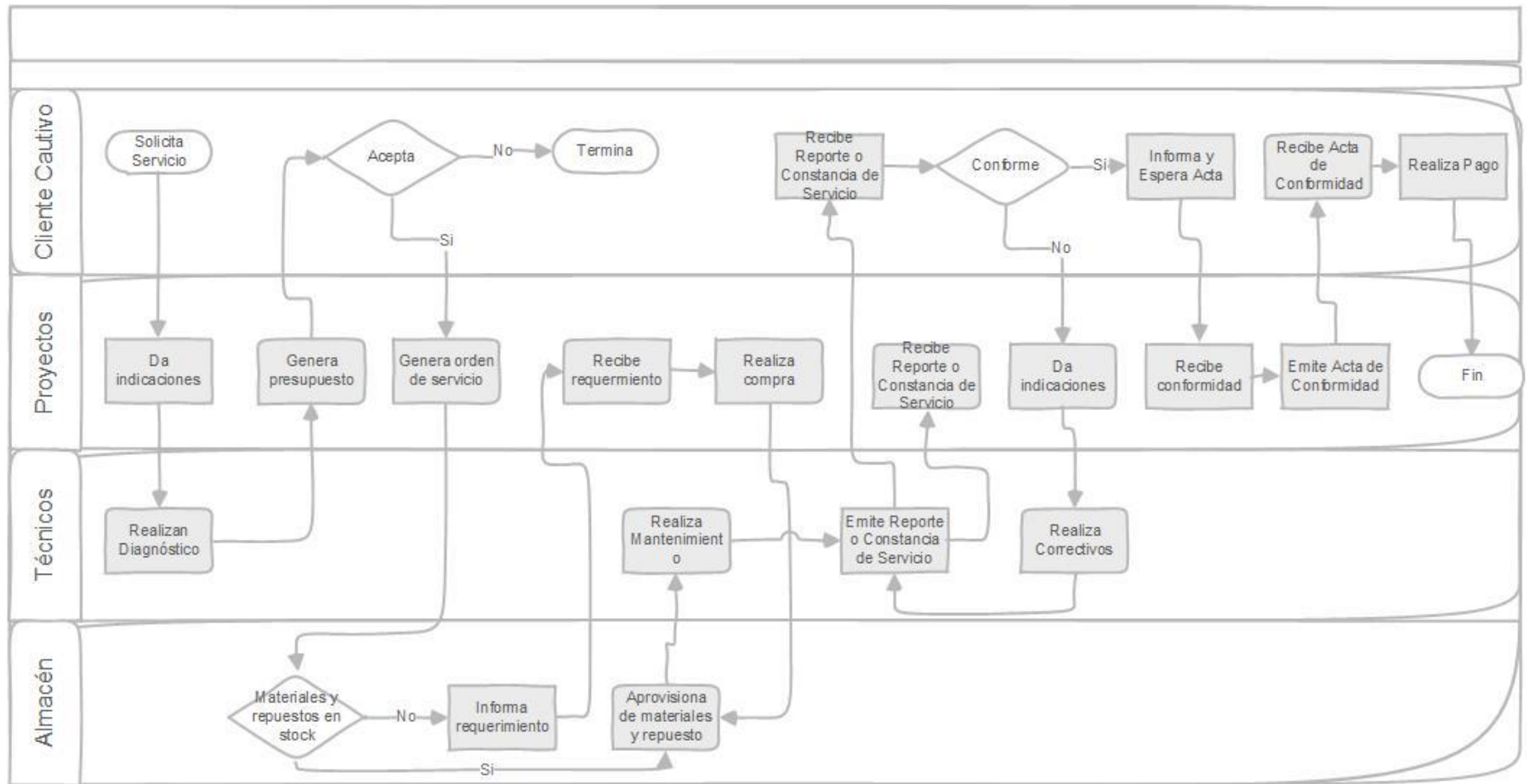
**S/9,226.50**

Fuente: Elaboración Propia

***Diagrama de Flujo de la Gestión de los servicios de Mantenimiento.*** En base a la observación de los trabajos en la empresa CASIP Corporación S.A. se elaboró el diagrama de flujo para identificar los pasos que se ejecutan para poder realizar los servicios de mantenimiento.

**Figura 3**

*Diagrama de Flujo de procesos del Servicio de mantenimiento*



Fuente: Elaboración propia

**Descripción actual de los procedimientos del servicio de mantenimiento.** Como parte inicial de análisis de la empresa se procedió a observar los procedimientos del mantenimiento preventivo que se detallan a continuación

- 1. Carga de materiales y herramientas:** Se sube todo los materiales y herramientas a la tolva de la unidad móvil (camioneta pick up) que son necesarios para la realización del servicio.
- 2. Traslado del personal:** Se traslada al personal en las unidades móviles de la empresa hasta el lugar donde se realizará el servicio de mantenimiento.
- 3. Ingreso al área de trabajo:** Se coordina con el personal de seguridad o encargado para el ingreso del personal y materiales y herramientas a la zona de trabajo en la empresa cliente.
- 4. Charla de cinco minutos:** Antes del inicio de labores se procede a la charla de seguridad donde se dan las pautas para un trabajo seguro. Así mismo, se dan las instrucciones para realizar los trabajos.
- 5. Llenado de documentos de seguridad:** Se procede al llenado de documentos de seguridad de acuerdo a los trabajos que se realizaran.
- 6. Instalación en zona de trabajo y delimitación:** Se delimita y señala la zona de trabajo con barreras de seguridad, así como si es necesario se instala andamios.
- 7. Revisión de ficha técnica de los equipos:** En muchos casos este paso se omite por ausencia de algunas fichas técnicas por parte del cliente.
- 8. Desenergización de los equipos:** Se procede a cortar la energía eléctrica y comprobar si no hay equipos energizados, se procede a poner la tarjeta y candado de bloqueo de equipos.
- 9. Retiro de tapas y limpieza de las unidades del sistema de aire acondicionado:** El técnico procede a retirar la tapa de la unidad interna y externa. En unos casos se inicia los trabajos con el evaporador y en otros con el condensador y en otros casos se procede con 2 frentes de

trabajo, uno con el evaporador y otro con el condensador al mismo tiempo.

**Evaporador:** Para esta unidad externa se procede de la siguiente manera:

Luego de retirar la tapa del equipo se procede a desmontar los filtros y persianas para lavarlos con detergente y dejarlos en un lugar para que se sequen.

Se hace una revisión del termostato del evaporador

Se procede a la limpieza del serpentín con agua a presión y detergente (uso de rociador manual e hidrolavadora) así como el uso de un cepillo o una brocha para la remover y limpiar toda la suciedad que se acumula con el tiempo y uso.

Se desmonta la carcasa

Lavado de turbina con agua y detergente

Limpieza de motor

Revisión de drenaje del condensado y limpieza del ducto

Revisión de tarjeta electrónica

Instalación de carcasa filtros y tapa

Revisión de funcionamiento de controles del equipo

Revisión de las persianas del equipo para verificar la salida correcta del aire.

Hay que señalar que algunos elementos de las unidades externas e internas varían según el modelo y marca por lo que se busca describir de manera general el procedimiento de mantenimiento de las unidades.

**Condensador:** Para la unidad externa se procede de la siguiente manera:

Se retira la tapa del condensador, luego se procede a cubrir con mucho cuidado los controles eléctricos del equipo para que no les afecte el rociado del agua.

Se desconecta la parte eléctrica del ventilador

Se procede a la inspección de fugas de gas en las tuberías, válvula y compresor, así como fugas de aceite.

Se inspeccionan el filtro

Se retira la rejilla y malla de la carcasa

Se procede a limpiar el serpentín y el ventilador del condensador con sopladora eléctrica

Aplicación del limpiador Alki foam por todo el condensador (se diluye en agua en una proporción de 3 partes de agua por 1 del limpiador). Se deja pasar 5 minutos.

Se procede a la limpieza con agua con hidrolavadora de arriba hacia abajo

Secar con sopladora y trapo industrial

Se procede a limpiar la parte eléctrica con una brocha y en algunos casos con limpia contacto

Revisar estado de los tornillos

Proceda a colocar la rejilla malla protectora y tapa.

Al igual que en la unidad evaporadora, el condensador puede variar la limpieza de sus partes de acuerdo a los modelos y marcas del equipo.

**10. *Medición de Parámetros de las unidades Interna y Externa:*** Un paso importante en el mantenimiento preventivo de las unidades del sistema de aire acondicionado es la medición de los parámetros de los equipos para verificar su buen funcionamiento.

En el evaporador se mide el registro de temperatura de salida del aire con un pirómetro digital obteniéndose entre 8C° a 11C°. También se registra la temperatura de ingreso al evaporador que varía según el ambiente donde se ubique el equipo.

En el condensador se mide el amperaje, la tensión, con el uso del amperímetro (varían según modelo y marca del equipo:16A,20A, 220v,230v) y las presiones del gas refrigerante (en este caso R22) que son en promedio de 70 PSI (presión de baja) y 230 PSI (presión de alta) utilizando un manómetro para esta medición.

**11. *Llenado de informe técnico:*** Se procede a llenar los datos del equipo intervenido como parámetros marca y modelo.

**12. Ordenamiento y limpieza del área:** Se procede con todo el personal de servicio

**13. Informe a encargado de seguridad o mantenimiento de la empresa cliente:** Sobre el estado en que quedan los equipos y presentación de informe técnico preliminar, así como revisión de Check list de herramientas y materiales que salen del área.

**14. Carga de herramientas y materiales:** Se sube todo a la tolva de la unidad

**15. Traslado de personal:** Desde la empresa cliente hasta el taller.

Al aplicar la técnica de la observación de los trabajos de mantenimiento se detectaron los siguientes problemas:

**Tabla 12**

*Problemas en los trabajos de mantenimiento*

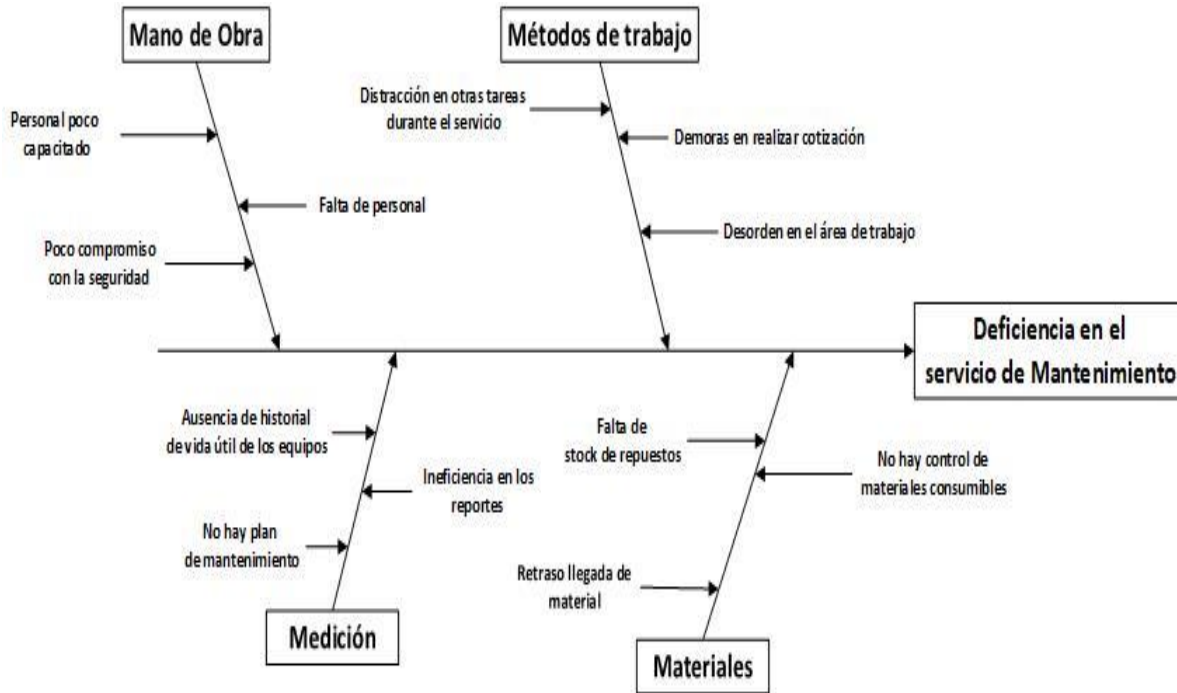
<b>Ítems</b>	<b>Categoría</b>	<b>Frecuencia</b>
1	Desorden en el área de trabajo	16
2	Mal uso de los Epps	11
3	Descoordinación en los trabajos	9
4	Desconocimiento de procedimiento de trabajo	5
5	Tiempo muerto por falta de herramientas o materiales	4
6	Indisciplina entre los trabajadores	2
<b>Total:</b>		<b>47</b>

La frecuencia se cuantifica en días de trabajo, es decir el desorden de herramientas en el área de trabajo se pudo observar en 16 días de los 30 días que se observaron los trabajos de mantenimiento.

**Diagrama de Ishikawa del procedimiento de Mantenimiento.** Con el análisis de los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo se realizó el diagrama de Ishikawa para corroborar los resultados obtenidos de la observación.

**Figura 4**

*Diagrama Ishikawa de deficiencia del mantenimiento*



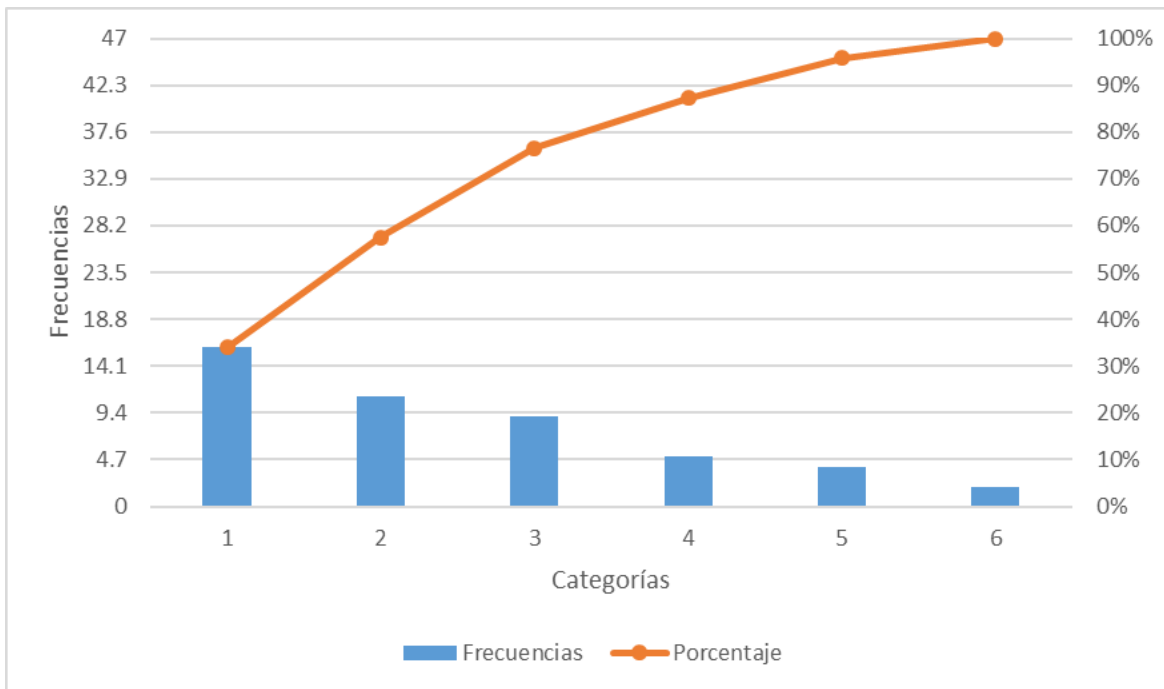
Fuente: Elaboración propia

**Diagrama de Pareto.** En base al cuadro de problemas en los trabajos de mantenimientos se elabora el diagrama de Pareto que es una herramienta que nos permite determinar cuáles son los problemas principales que debemos tomar en cuenta al momento de solucionar una situación o lograr mejoras en una empresa.



**Figura 5**

*Diagrama de Pareto de problemas en los trabajos de mantenimiento*



Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en el diagrama de Pareto que las categorías 1, 2 y 3 son las principales causas que ocupan el 80% de las consecuencias del por qué los trabajos de mantenimiento no sigan un adecuado procedimiento y en los cuales se debe tomar acciones inmediatas para su eliminación o mejora.

Las categorías mencionadas son:

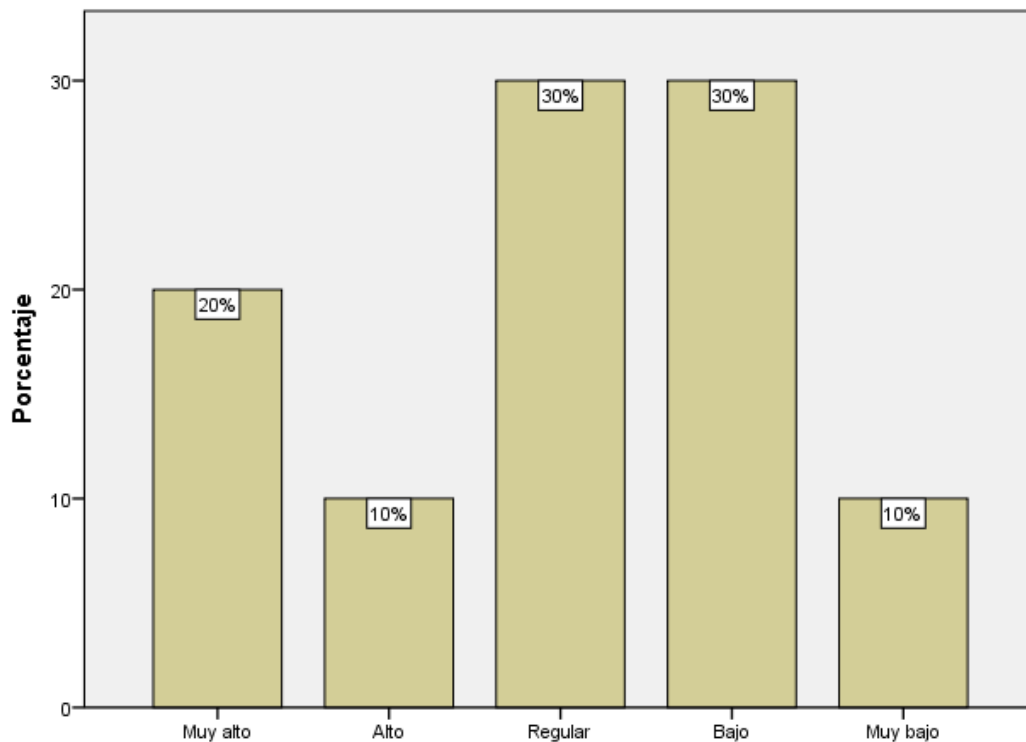
1. Desorden en el área de trabajo
2. Mal uso de los EPPs
3. Descoordinación en los trabajos

**Análisis resultado de encuestas.** Se detalla las 11 preguntas con sus respectivas respuestas realizadas al personal del área de mantenimiento de la empresa

1. ¿Qué grado de conocimiento tiene Ud. del sistema de gestión de mantenimiento que emplea la empresa?

**Figura 6**

*Grado de conocimiento del personal sobre la gestión de la empresa*



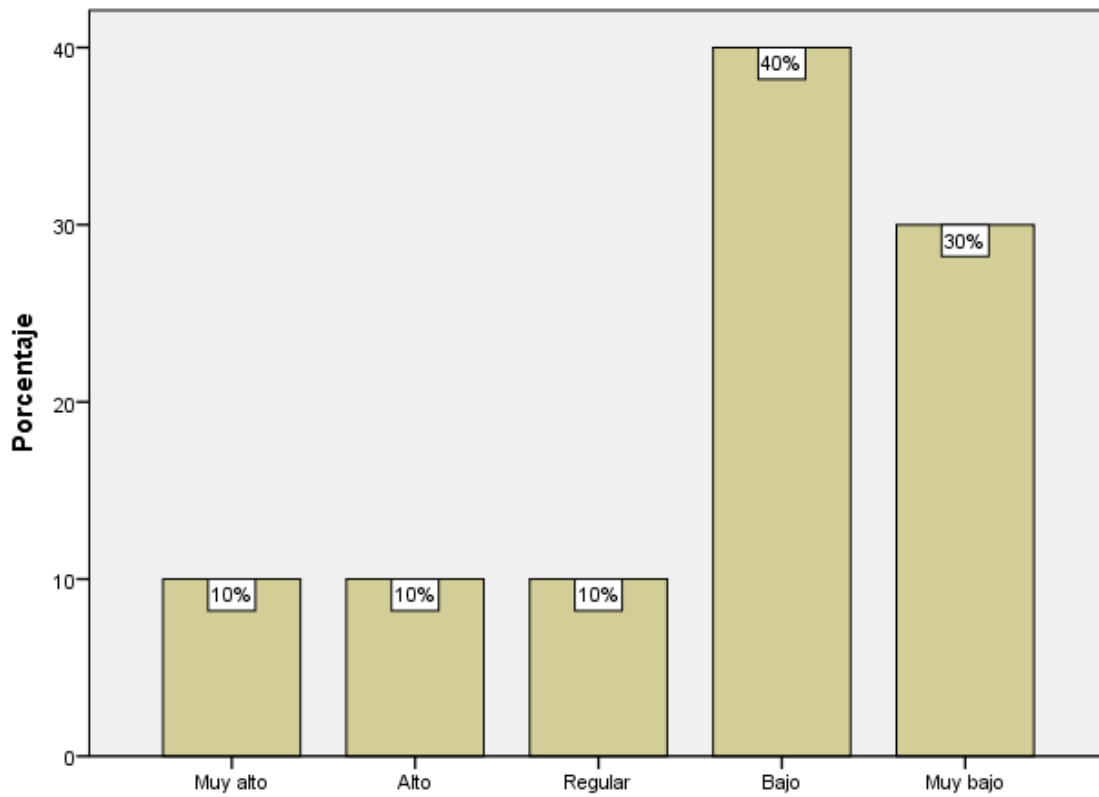
Fuente: Elaboración propia

La percepción de los trabajadores del área de mantenimiento sobre el conocimiento del sistema de gestión es del 30% regular y 30% bajo y 20% de ellos muy alto.

2. ¿Qué grado de capacidad de gestión de los servicios de mantenimiento tiene la empresa?

**Figura 7**

*Capacidad de gestión del servicio de mantenimiento*



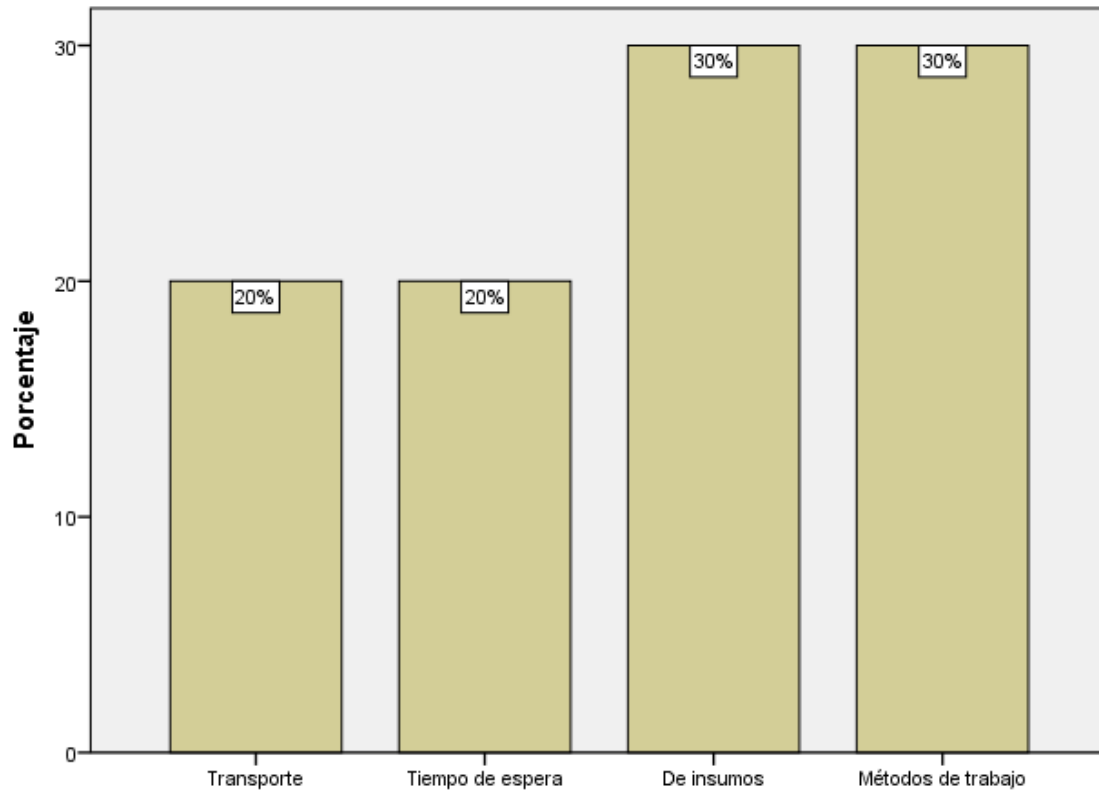
Fuente: Elaboración propia

Se evidencia que el 40% de los trabajadores creen que la gestión del servicio de mantenimiento es baja sobre un 10% que es muy alta.

3. ¿Qué tipo de desperdicios se generan al realizar las actividades de mantenimiento? Marque la más observable.

**Figura 8**

*Desperdicios en los trabajos de mantenimiento*



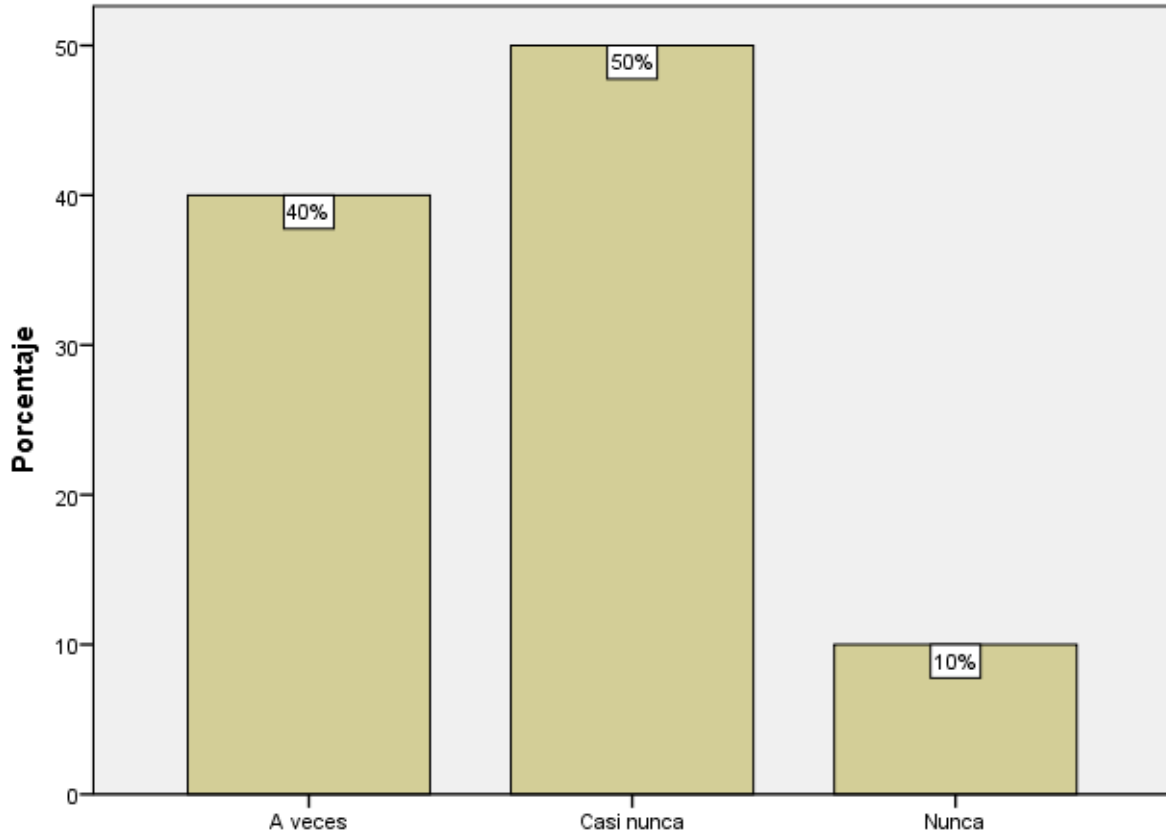
Fuente: Elaboración propia

Se puede evidenciar que el 30% de desperdicios en los trabajos de mantenimiento se deben a insumos y el otro 30% a métodos de trabajo.

4. ¿Tiene dificultades para realizar su trabajo por falta de conocimientos?

**Figura 9**

Grado de dificultad en realizar trabajos por falta de conocimientos



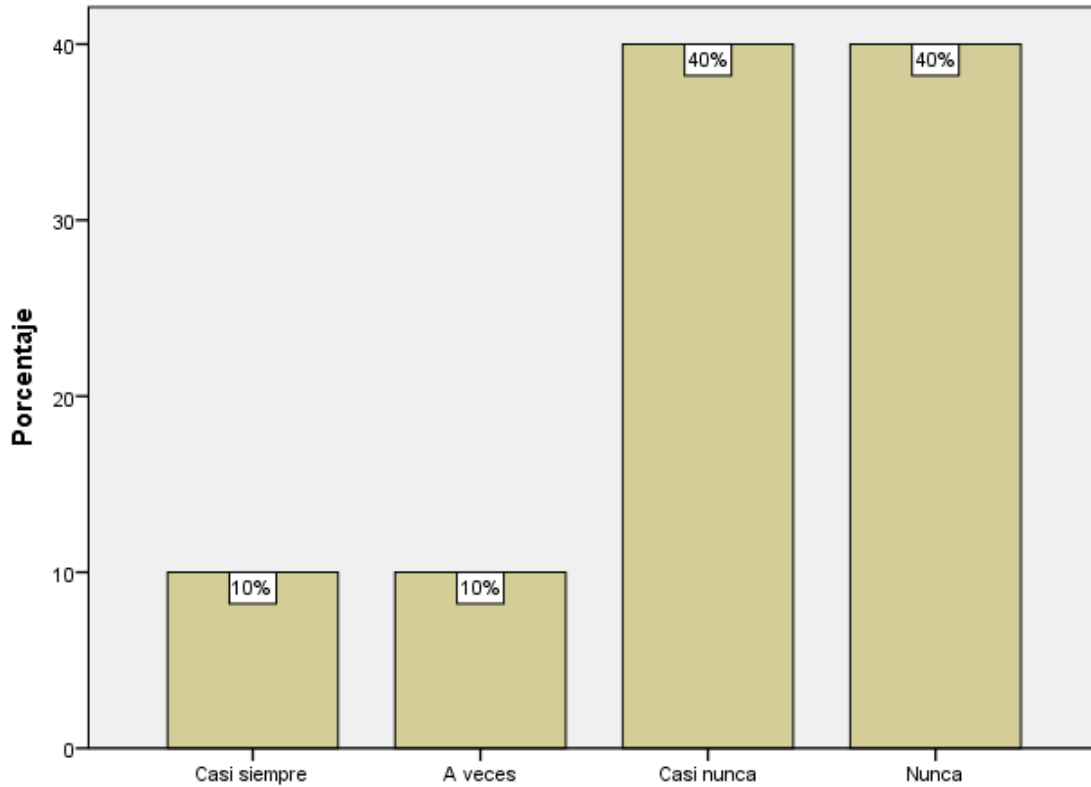
Fuente: Elaboración propia

Se observa que el 50% de los trabajadores no tienen dificultad para realizar sus labores por falta de conocimientos mientras que un 40% afirman que a veces.

5. ¿Considera que las capacitaciones se realizan en periodos acordes a las necesidades del trabajo?

**Figura 10**

Percepción del tiempo en que se dan las capacitaciones



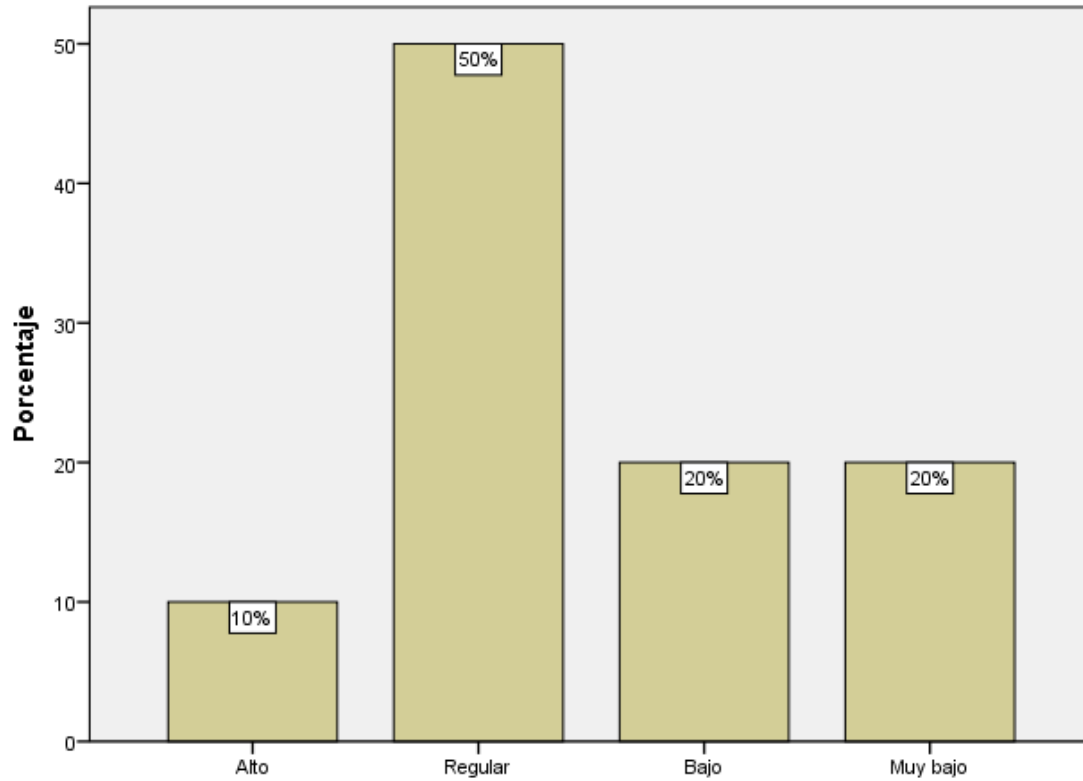
Fuente: Elaboración propia

Se evidencia que el 40% de los trabajadores creen que casi nunca se realizan las capacitaciones a tiempo según el trabajo que se realizan mientras que el otro 40% opinan que nunca.

6. ¿Cuál es su grado de conocimiento de mantenimiento de sistemas de aire acondicionado?

**Figura 11**

Grado de conocimiento en materia de mantenimiento de aire acondicionado



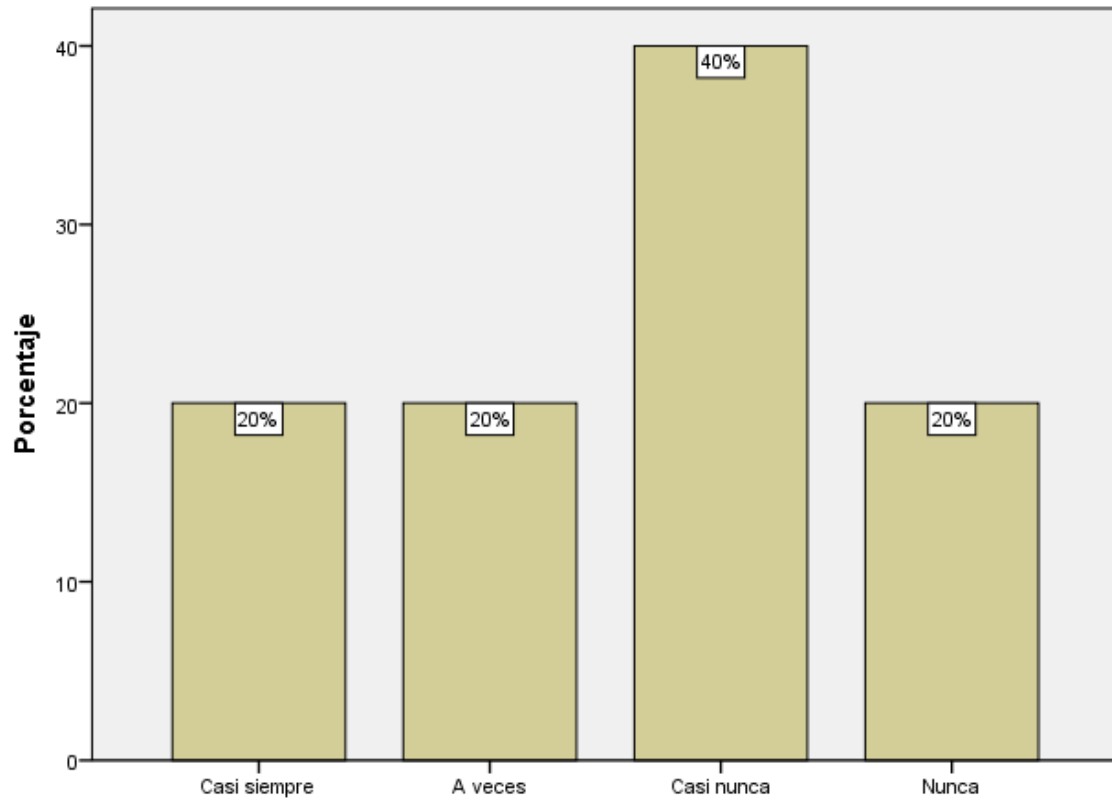
Fuente: Elaboración propia

Se puede evidenciar que el 50% de los trabajadores tienen un conocimiento regular sobre mantenimiento de aire acondicionado, mientras que el 10% es alto.

7. ¿Le interesa dar su punto de vista en la toma de decisiones?

**Figura 12**

Grado de interés en toma de decisiones



Fuente: Elaboración propia

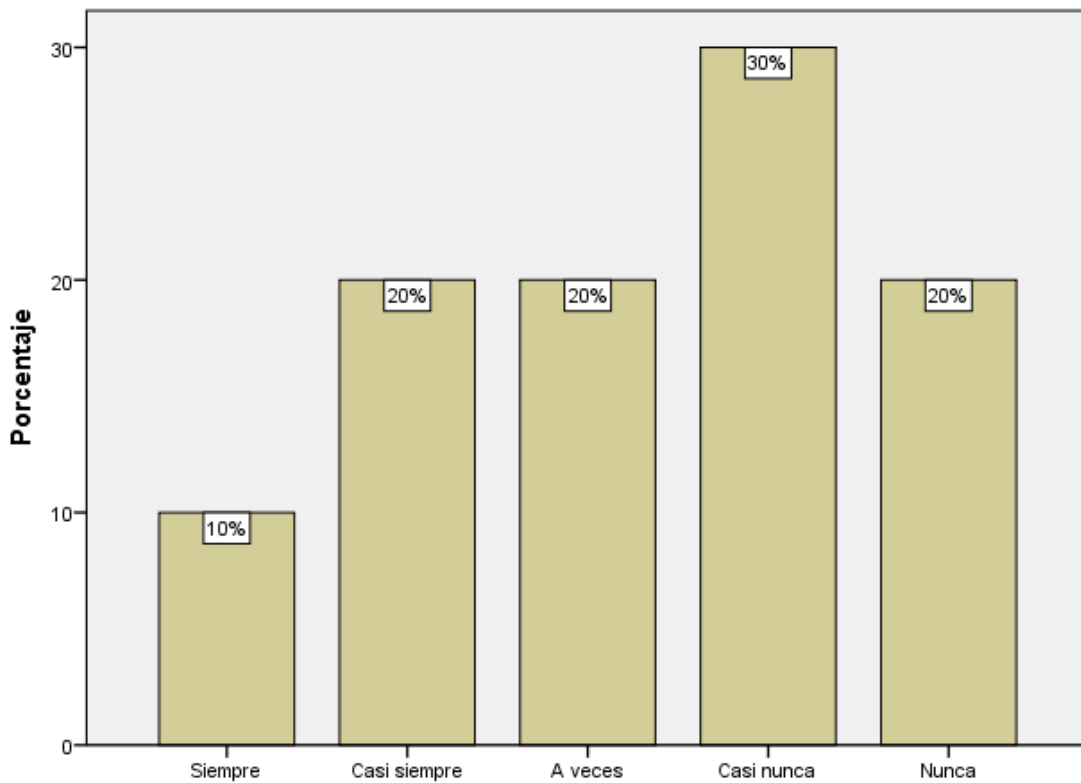
Se evidencia que el 40% casi nunca está interesado en la toma de decisiones mientras que se mantiene una paridad del 20% entre el casi siempre a vece y nunca.



8. ¿Le agrada participar en la planificación de las actividades de mantenimiento?

**Figura 13**

Grado de aceptación a participación de la planificación de mantenimiento



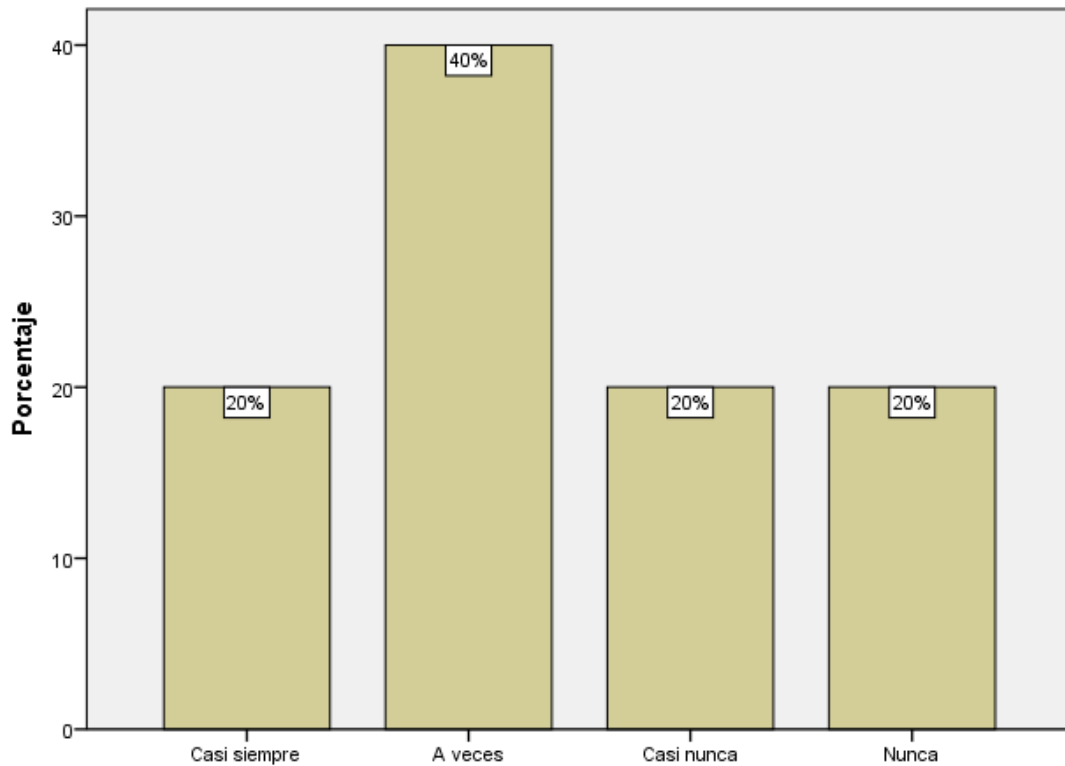
Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que el 30% de los trabajadores casi nunca quieren participar de las reuniones de planificación de mantenimiento, mientras que el 10% afirman que siempre si quieren.

9. ¿Crees que los servicios de mantenimientos se realizan con un buen tiempo estimado?

**Figura 14**

Percepción del tiempo de ejecución de los servicios de mantenimiento



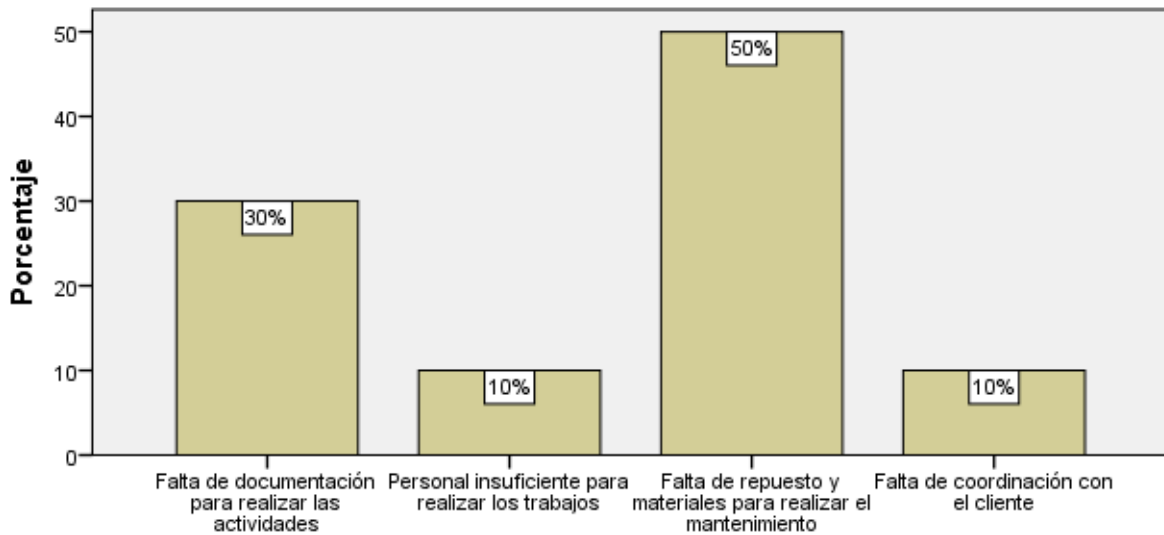
Fuente: Elaboración propia

A la pregunta sobre la percepción por el tiempo de ejecución de los trabajos, el 40% de los encuestados afirma que se realizan a veces a tiempo, mientras que un 20% casi siempre, casi nunca y nunca.

10. ¿Cuál cree que es el principal problema de la gestión de los servicios de mantenimiento? Marque una opción.

**Figura 15**

Principales problemas en la gestión de mantenimiento



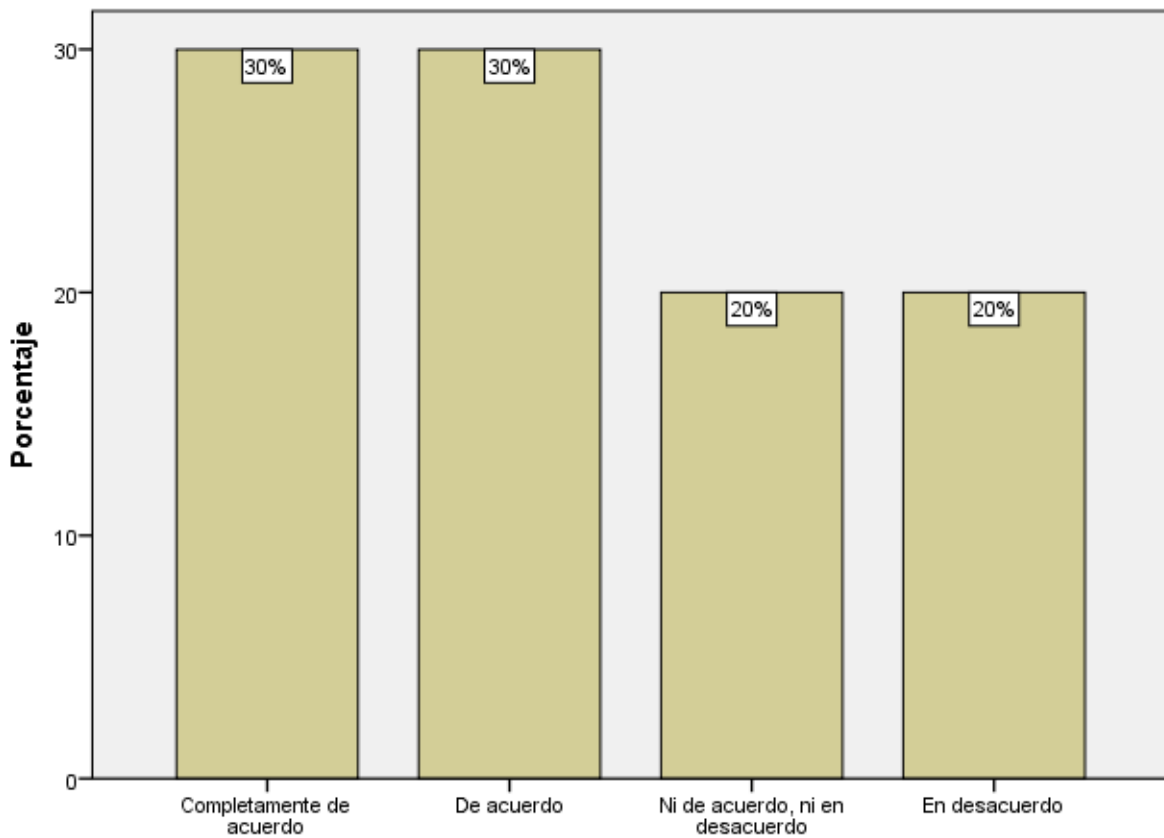
Fuente: Elaboración propia

Se evidencia que el 50% de los encuestados creen que la falta de repuestos y materiales es el principal problema en los trabajos de mantenimiento, mientras que el 10% cree que se debe a la falta de coordinación con el cliente.

11. ¿Estaría usted de acuerdo con la mejora o el manejo de las etapas que conlleva una adecuada gestión del servicio de mantenimiento en la empresa?

**Figura 16**

*Grado de aceptación a realizar una mejora en la gestión del servicio de mantenimiento*



Se observa que el 30% está completamente de acuerdo con realizarse una mejora en el sistema de gestión de los servicios de mantenimiento en la empresa, así como el otro 30% está de acuerdo con la medida.

### **3.1.2 Propuesta.**

Se diseña una propuesta de un sistema de gestión con herramientas Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia en los servicios de mantenimiento en la empresa CASIP Corporación S.A. Lima 2019.

En base al diagnóstico de la empresa se presenta el siguiente esquema para realizar la propuesta de un sistema de gestión en base a herramientas del Lean Manufacturing.

#### **1. Generalidades**

En base a análisis de la situación de la empresa CASIP Corporación S.A., se realiza la propuesta del sistema de gestión Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia del servicio de mantenimiento.

#### **2. Objetivos**

##### **General:**

Mejorar el control de los procesos de servicio de mantenimiento de aire acondicionado de la empresa.

##### **Específicos:**

Implementar indicadores de gestión para los servicios de mantenimiento de aire acondicionado

Mejorar la tasa de crecimiento de ventas anuales en un 27%

#### **3. Normativa**

Se basa en las normas

UNE 100012 2005

Código de Buenas Prácticas en Refrigeración

ISO 9001

Ley 29783. La ley de Seguridad y salud en el trabajo

#### **4. Alcance**

Comprende los límites de la propuesta para el Sistema de Gestión Lean

Manufacturing para Mejorar la Eficiencia del Servicio de Mantenimiento de la Empresa CASIP S.A. Lima, que comprende los procesos necesarios para realizar el servicio de mantenimiento de equipos de aire acondicionado para edificios de empresas. Se consideran los procesos de Gestión comercial, Planeamiento, y Gestión de mantenimiento.

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

Se resume de la siguiente manera:

Gerencia: presentación de la metodología, coordinación y planificación de actividades y designación de responsabilidades. Al final del proyecto se evalúa los resultados

Proyectos: desarrollo de capacitaciones e implementación de herramientas de gestión y control.

Área operativa de mantenimiento: Implementación de herramientas de control y capacitaciones

Para la ampliación detallada del desarrollo ver el punto 6.2 Aporte Práctico

### **6. Cronograma de actividades**

Se detalla el desarrollo en el punto 6.2 Aporte Práctico

### **7. Presupuesto**

Se detalla el desarrollo en el punto 6.2 Aporte Práctico

#### **3.1.3 Análisis Costo Beneficio.**

Se procede a realizar el análisis de los beneficios económicos que el nuevo sistema de gestión proporcionaría para la empresa CASIP Corporación S.A. Lima 2019.

Después de haber realizado el diagnóstico de la situación de la empresa CASIP Corporación S.A., se hizo el planteamiento de la propuesta de mejora utilizando herramientas de Lean Manufacturing. El siguiente paso es realizar el

análisis del costo beneficio para determinar si es conveniente o no para la empresa. Se analiza a continuación los costos de cada una de las actividades propuestas, así como los beneficios que conllevan su aplicación.

**Tabla 13**

*Costo de implementación*

Implementación de Herramientas Lean Manufacturing	
<b>Total</b>	<b>S/49,538.55</b>

Los detalles de los costos de implementación se encuentran en el punto de Presupuesto.

Para el análisis del beneficio de la propuesta se ha tomado la referencia de las perdidas por concepto de no alcanzar las metas de ventas mensuales, poniendo como meta alcanzada el 80%, pues se espera que con la implementación se pueda alcanzar esta meta como mínimo, y esperando que con el seguimiento de las mejoras se llegué al 100%.

**Tabla 14***Costo de no llegar a la meta mensual del 80% en ventas*

<b>Mes</b>	<b>Ventas</b>	<b>Costo de no llegar a la meta mensual</b>
Enero	S/55,000.00	S/0.00
Febrero	S/55,000.00	S/0.00
Marzo	S/55,000.00	S/0.00
Abril	S/37,500.00	S/17,500.00
Mayo	S/41,250.00	S/13,750.00
Junio	S/34,375.00	S/20,625.00
Julio	S/34,375.00	S/20,625.00
Agosto	S/37,812.50	S/17,187.50
Setiembre	S/37,812.50	S/17,187.50
Octubre	S/41,250.00	S/13,750.00
Noviembre	S/43,750.00	S/11,250.00
Diciembre	S/48,125.00	S/6,875.00
<b>Total:</b>		<b>S/138,750.00</b>

Fuente: Elaboración propia

Después se realiza el cálculo del costo beneficio mediante un análisis del flujo de caja del proyecto que se proyecta por 3 años

**Tabla 15***Flujo de caja del proyecto de implementación*

	<b>Inversión</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>
<b>Egresos</b>				
Costo de Implementación	-S/49,538.55	-S/4,953.86	-S/4,953.86	-S/4,953.86
Costos de Verificación	-S/6,828.25	-S/6,828.25	-S/6,828.25	-S/6,828.25
<b>Ingresos</b>				
Costo de no implementación		S/138,750.00	S/27,750.00	S/13,875.00
<b>Total</b>	<b>-S/56,366.80</b>	<b>S/126,967.90</b>	<b>S/15,967.90</b>	<b>S/2,092.90</b>
<b>Tasa VAN</b>	10.0%			
	S/103,127.94			



En el flujo del proyecto se observa que se hace una inversión inicial de S/56,366.80, y hay una tasa mínima de retorno anual del 10%. Desde el primer año figura costos de implementación como egresos, con un 10% del costo inicial, asignado a la mejora continua, y S/6,828.25 de costos de verificación que no varían porque se asignan anualmente independiente de los otros costos.

Para el caso de los ingresos se está considerando a los costos de no implementación que son S/138,750.00, esta cantidad representa lo que se ganó por haber implementado las herramientas y llegar al 80% de ventas al año, para el año 2 y 3 ya se considera solo el 20% y el 10% de dicho monto respectivamente debido a que ya se estabilizará las ventas al 80% y no serán consideradas en ingresos y se obtendrán ganancias por la mejora continua que se aplicará cada año.

Del resultado del cálculo del flujo se obtiene un VAN de: S/103,127.94 lo que es positivo para la inversión.

Para la evaluación del costo beneficio de la propuesta se tomaron en cuenta los siguientes datos:

Suma de Ingresos: S/159,494.74

Suma de Egresos: S/29,300.35

Costo de Inversión: S/85,667.15

Se procede al cálculo del Costo Beneficio dividiendo la suma de ingresos entre el costo de inversión

$$\frac{S/159,494.74}{S/85,667.15} = 1.86$$

Se observa que el resultado del costo beneficio es 1.86, lo que quiere decir que por cada 1 sol que se invierta en el proyecto se obtendrá de ganancia 0.86 soles, lo que es concluye que la propuesta de implementación es beneficiosa para la empresa.

### 3.2 Discusión de Resultados

La empresa CASIP Corporación S.A. ofrece servicios de mantenimiento de aire acondicionado, así como otros servicios de venta de equipos y repuestos. Las actividades de mantenimiento fueron analizadas y se detectaron problemas que disminuyen su eficiencia y calidad.

En el análisis realizado con el diagrama de Ishikawa se detectaron problemas en los métodos de trabajo, mano de obra, medición, y materiales. Para el caso de la mano de obra las causas se muestran como personal poco capacitado, falta de personal y poco compromiso con la seguridad. En este sentido, Carrillo, Alvis, Mendoza y Cohen (2018), comentan en su artículo científico “Lean manufacturing: 5 s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmecánica en Cartagena, Colombia”, que la aplicación de capacitaciones al personal mejoraría su productividad lo que daría como resultado de una reducción del 50% al 10% de fallo de las maquinarias.

Otro aspecto detectado en el análisis del diagrama de Ishikawa es respecto a las causas de los problemas con materiales y estos se deben a una falta de stock de repuestos, no hay control de materiales consumibles y retraso en la llegada de materiales. Al respecto, Correal (2019), en su trabajo de grado “Reducción del tiempo de abastecimiento del inventario, por medio de la integración de herramientas Lean en una planta de mantenimiento. Caso de estudio: empresa sector hidrocarburos”, afirma que los problemas presentados en el área de abastecimiento como demoras de pedidos, ineficiencia de las inspecciones y descoordinaciones, fueron solucionados con la aplicación de las 5S, Layout Configuration, Kanban y estandarización.

Por otro lado, en el Diagrama de Pareto se detectaron problemas de en los métodos de trabajo que ocasionan el 80% de las consecuencias, y que son debido al desorden en el área de trabajo, y descoordinación en los trabajos, lo que significa una ausencia de las 5S en la empresa, del mismo modo que en el trabajo de investigación de Orozco, Cuervo y Bolaños (2016) “Implementación de Herramientas Lean Manufacturing para el aumento de la eficiencia en la producción de Eka Corporación.”, donde al implementar esta herramienta se lograría una

mejora de la eficiencia de los procesos de trabajo del 22%, casi a la par con el 23,91% de la eficiencia que se espera alcanzar en esta investigación.

Al analizar la encuesta se detecta nuevamente los problemas de desperdicios en los insumos y métodos de trabajo, lo que ocasiona demoras en los tiempos de ejecución de los servicios de mantenimiento, como se refleja en las respuestas del 50% de los encuestados que cree que a veces se cumple el tiempo estimado. Coincide con estos resultados Gonzales y Quispe (2018) en su tesis de grado “Determinación de tiempos estándar para el planeamiento y control del servicio de mantenimiento a terceros en la empresa SAEG PERU S. A.”, quienes señalan que uno de los problemas recurrentes en los trabajos de mantenimiento de equipos de aire acondicionado es que los tiempos de realización de los procesos no están estandarizados. Una de las herramientas que toma en cuenta el presente estudio es la estandarización de los trabajos que, si bien tiene responsabilidad el manejo del stock, se debe seguir ciertos procedimientos de trabajos establecidos.

Con respecto al problema de la medición causada por ausencia de historial de vida útil de los equipos, falta de plan de mantenimiento, e ineficiencia de los reportes, coincide con Martínez (2016) en su trabajo de titulación “Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el Comando logístico "Reino de Quito" N°. 25 (Colog) en el Departamento de Mantenimiento”, donde para resolver estos problemas se aplicaron las 5S, y el Mantenimiento Autónomo, permitiendo una reducción en los tiempos de entrega, mejora de la eficiencia y calidad.

### **3.3 Propuesta de Investigación**

#### **1. Generalidades.**

**Título del Proyecto:** Sistema de Gestión en base a herramientas Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia del servicio de mantenimiento de aire acondicionado de la empresa CASIP Corporación S.A. 2019.

**Política de Servicio de la Empresa:**

Somos una empresa especializada en el desarrollo, diseño, fabricación, instalación, mantenimiento, modificaciones y asesoría para el sector

doméstico, comercial, e industrial, en las especialidades de: Aire acondicionado, ventilación y extracción de monóxido.

Desde sus inicios, CASIP Corporación S.A. trata de mantenerse como un referente del sector con un estándar de calidad autoexigente y un desarrollo permanente de sus conocimientos, así como de las nuevas aplicaciones e innovaciones del mundo de la Refrigeración y el Aire Acondicionado.

Como una empresa responsable está comprometida en el desarrollo sostenido, teniendo en cuenta la seguridad y el bienestar de sus colaboradores, brindándoles un lugar de trabajo digno en el que nuestros colaboradores se puedan desempeñar con tranquilidad y teniendo todos los soportes necesarios para seguir desarrollándose profesionalmente.

### ***Objetivos de la Política de Servicio***

Estos son los objetivos que queremos alcanzar con nuestra Política de Servicio. Todos los trabajadores de CASIP Corporación S.A. deben conocerlos y aplicarlos en la medida que les sea posible.

Ofrecer un servicio de alto nivel y oportuno para satisfacer las necesidades de nuestros clientes, atendiendo y solucionando sus requerimientos e inquietudes con calidad humana.

Realizar seguimiento técnico a nuestros clientes para identificar problemas y necesidades.

Responder de manera eficaz y rápida las consultas de nuestros clientes diseñando estrategias enmarcadas en nuestros procesos de servicios.

Mantener la filosofía de calidad y eficiencia en todos nuestros productos y servicios.

## **2. Objetivos.**

### ***General:***

Mejorar el control de los procesos de servicio de mantenimiento de aire acondicionado de la empresa.

### ***Específicos:***

Implementar indicadores de gestión para los servicios de mantenimiento de aire acondicionado

Mejorar la tasa de crecimiento de ventas anuales en un 27%

### **3. Normativa.**

Se basa en las normas

UNE 100012 2005

Código de Buenas Prácticas en Refrigeración

ISO 9001

Ley 29783. La ley de Seguridad y salud en el trabajo

### **4. Alcance.**

Comprende los límites de la propuesta para el Sistema de Gestión Lean Manufacturing para Mejorar la Eficiencia del Servicio de Mantenimiento de la Empresa CASIP S.A. Lima, que abarca a los procesos necesarios para realizar el servicio de mantenimiento de equipos de aire acondicionado para edificios de empresas. Se consideran los procesos de Gestión comercial, Planeamiento, y Gestión de mantenimiento.

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

Luego de haber desarrollado el análisis de la empresa y su proceso de servicios de mantenimiento de aire acondicionado se procede con el desarrollo de la propuesta en 4 fases y sus correspondientes etapas. Para la aplicación del Lean Manufacturing se establecen equipos operativos conformados por los técnicos, ayudantes y personal de almacén, y de cadena de valor, que en el caso de la empresa de estudio sería jefe de proyectos, supervisión y líder de técnicos.

#### ***Fase de Preparación:***

##### ***Presentación del Proyecto***

Reunión con la Gerencia para presentar el proyecto de mejora, en el cual se expone el diagnóstico inicial y que metodología se planea implementar.

Se designa un Comité encargado de la implementación.

### ***Diagnóstico y Diseño***

Se revisa el diagnóstico inicial se da el visto bueno de gerencia y se procede a realizar las coordinaciones y planificación de actividades el alcance, la política y los objetivos.

### ***Planificación***

Con respecto a la planificación se determinará que herramientas, indicadores y actividades se desarrollaran, y los pasos a seguir.

Se prosigue con la designación de responsabilidades, quienes serán las personas involucradas en la implementación (equipos de cadena de valor y operativos).

Designación de recursos, infraestructura y documentación para la implementación del proyecto.

Coordinar un cronograma de reuniones y métodos de comunicación interna para tener un monitoreo sobre los trabajos de implementación

### ***Formación***

Realizar reuniones de sensibilización con el personal sobre la importancia de la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing.

Gestión de las capacitaciones de Lean Manufacturing

Realizar capacitaciones de la metodología Lean Manufacturing con todo el personal involucrado en los servicios de mantenimiento.

Control por medio de evaluación de conocimientos adquiridos en las capacitaciones.

*Herramientas Usadas en esta etapa:*

Value Stream Mapping

5S, orden y limpieza en almacén de refacciones, cajas de herramientas y equipos.

Estandarización, Instructivos de mantenimiento

Plan anual de mantenimiento preventivo.

*Indicadores:*

Lead time

Desperdicios o rechazos de calidad en dinero (costo de no calidad).

Rendimiento en el servicio al cliente: pedidos – gastos totalmente directos

del servicio

Eficiencia del Servicio:  $(N^{\circ} \text{ trabajos cumplidos a tiempo} / N^{\circ} \text{ total de trabajos realizados}) * 100$

Costo del personal: (personal que realiza el servicio/personal programado para el servicio) \*100

Costo de materiales: (Mat. usados en el servicio/Mat. programados para el servicio) \*100

Disponibilidad de equipos:  $(\text{Horas totales} - \text{Horas paradas por mantto} / \text{horas totales}) * 100$

### ***Fase Piloto:***

#### ***Implementación***

Desarrollar las documentaciones necesarias que sirven de soporte para la gestión de la mejora en la empresa.

Hacer de conocimiento al personal sobre la documentación de la metodología a implantar.

Poner en marcha las herramientas de la metodología Lean Manufacturing.

Supervisión y seguimiento de la implementación.

*Herramientas Usadas en esta etapa:*

5s

Control visual

Estandarización

*Indicadores*

Despilfarros eliminados

Tiempo de ejecución de tareas

Nivel de competencias del personal

***Medición del desempeño:***

***Verificación***

Recopilación de la información y revisión por Gerencia.

### *Herramientas*

Control visual: Box Score (indicadores y estrategia de trabajo)

Equipos operativos: reunirse a diario para conocer los objetivos del día

Equipo de Cadena de valor: Semanal se establecen objetivos y resultados

Value Stream Mapping

### *Indicadores*

Eficiencia del Servicio:  $(N^{\circ} \text{ trabajos cumplidos a tiempo} / N^{\circ} \text{ total de trabajos realizados}) * 100$

Costo del personal:  $(\text{personal que realiza el servicio} / \text{personal programado para el servicio}) * 100$

Costo de materiales:  $(\text{Mat. usados en el servicio} / \text{Mat. programados para el servicio}) * 100$

Disponibilidad de equipos:  $(\text{Horas totales} - \text{Horas paradas por mantto} / \text{horas totales}) * 100$

Despilfarros eliminados

Tiempo de ejecución de tareas

Nivel de competencias del personal

Lead Time

### ***Análisis del desempeño y oportunidades***

#### ***Mejora continua***

Realización de acciones correctivas y preventivas para levantar observaciones.

Implementación de oportunidades de mejora

Seguimiento de las mejoras.

### *Herramientas*

Reunión 5 minutos final de jornada: analizar resultado del día.

Equipo de Cadena de valor: Reunión al inicio del día de líder del grupo con supervisión analizar los resultados diarios y los motivos porque no se logró alguno, para realizar acciones correctivas o preventivas

Reunión semanal todo el equipo para ver los resultados en base a los objetivos



*Indicadores:*

Eficiencia del Servicio:  $(N^{\circ} \text{ trabajos cumplidos a tiempo} / N^{\circ} \text{ total de trabajos realizados}) * 100$

Despilfarros eliminados

Tiempo de ejecución de tareas

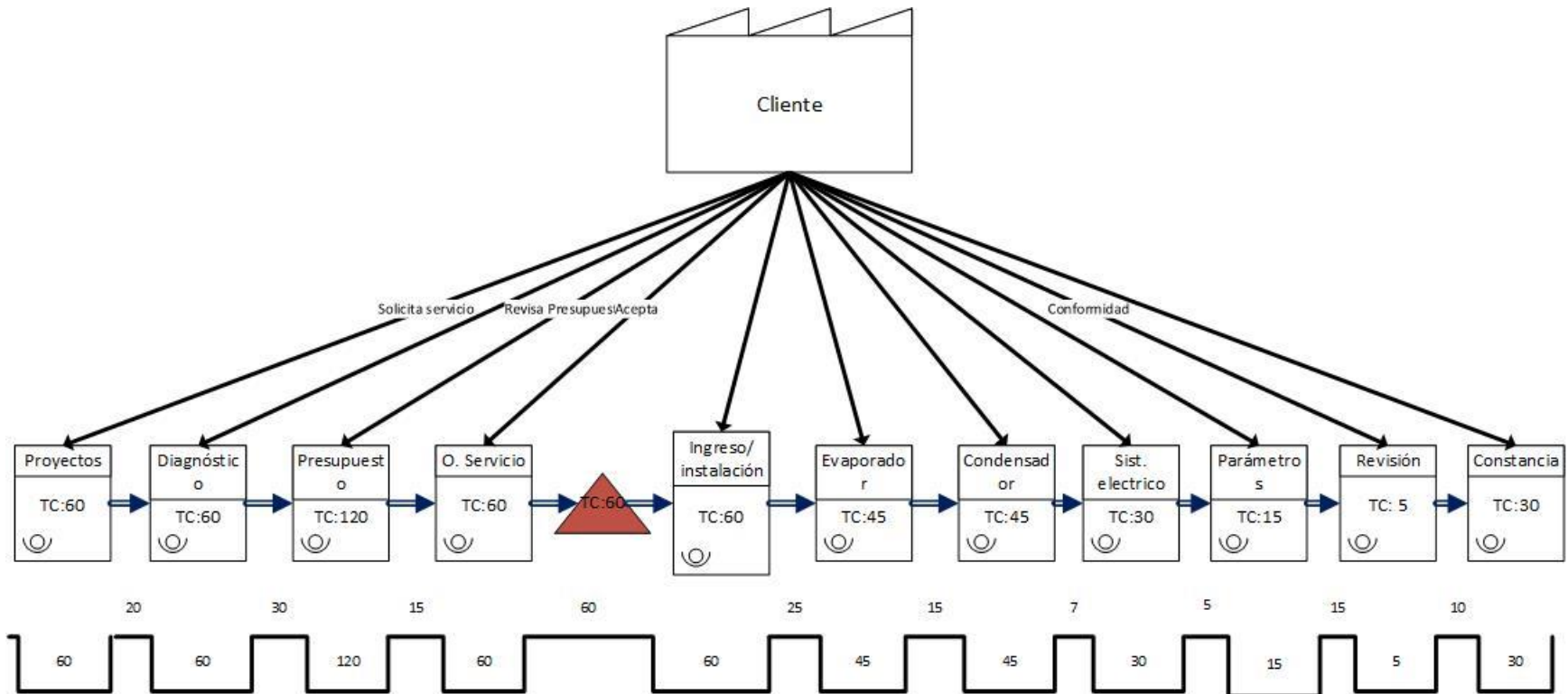
***Aplicación de Herramientas Lean Manufacturing***

***Value Stream Mapping:*** La aplicación de esta herramienta nos permite analizar el flujo del valor que se le da al servicio controlando los tiempos que se realizan y detectando cuellos de botella. En nuestro caso utilizaremos para el servicio de mantenimiento preventivo debido a que tiene pasos repetitivos en sus actividades y tiempos en comparación al del mantenimiento correctivo donde las actividades y tiempo de ejecución depende mucho de la disponibilidad de los repuestos y la complejidad de la reparación. Además, se realiza bajo la situación condicional que el mantenimiento preventivo se realizó sin observaciones al momento de la entrega de la constancia de servicio, documento que da conformidad el cliente luego de que se prueba el buen funcionamiento de los equipos de aire acondicionado. Una consideración más sobre este análisis con el VSM es que se trabaja solo con un equipo de aire acondicionado pues generalmente se trabajan varios equipos y no hay un orden de trabajo para la designación del personal que realice las tareas ni una metodología establecida. Tampoco se considera el tiempo de transporte de personal porque este también varía de acuerdo a donde se encuentre las instalaciones del cliente. En resumen, se evitan los pasos que tienen variaciones de tiempo y procedimiento para solo analizar las que mantienen cierta uniformidad, y poder detectar los tiempos que no generan valor añadido pero que están presente siempre y no les afecta la variación de actividades.

En el actual proceso de mantenimiento se puede observar un Lead Time de: 732 minutos y en la propuesta un Lead Time de: 557 minutos, lo que nos daría una diferencia de 175 minutos o una mejora en la eficiencia de los tiempos de trabajo del 23.91%.

**Figura 17**

*Value Stream Mapping del Servicio de Mantenimiento Preventivo*

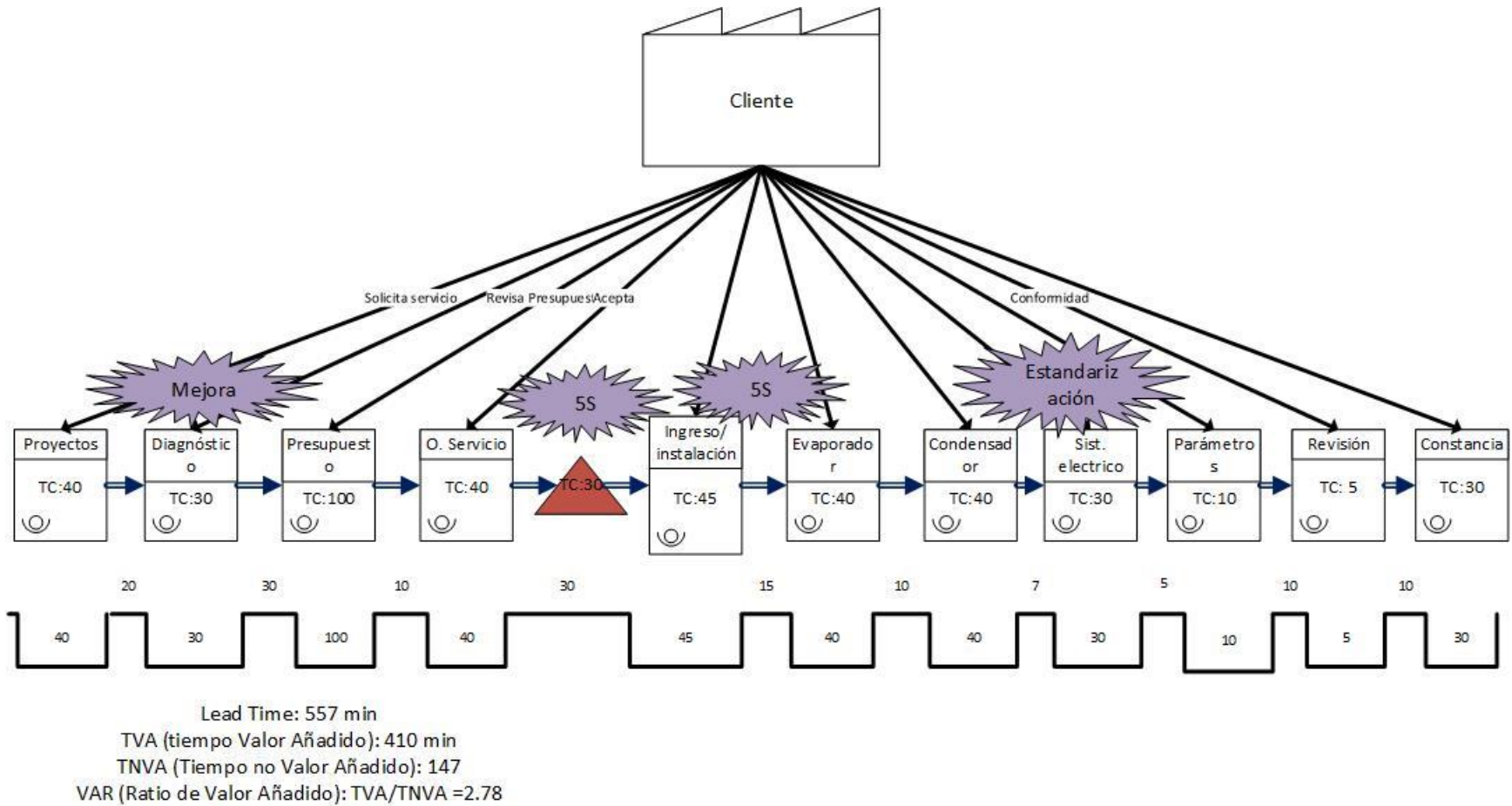


Lead Time: 732 min  
 TVA (tiempo Valor Añadido): 530 min  
 TNVA (Tiempo no Valor Añadido): 202  
 VAR (Ratio de Valor Añadido):  $TVA/TNVA = 2.62$

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 18**

*Value Stream Mapping Futuro del Servicio de Mantenimiento Preventivo*



Fuente: Elaboración propia

**5s:** En esta herramienta las capacitaciones se darán en 2 grupos, el primero para Gerencia y administrativo y la segunda para personal de servicio. En el caso de los primeros se realizarán capacitaciones sobre la aplicación de las 5s en la gestión al igual como la metodología Lean Manufacturing y sus herramientas, para los técnicos y operarios se les capacitará de la misma manera, pero enfocados más en casos prácticos sobre las actividades de mantenimiento. De acuerdo al cronograma de implementación se realizarán auditorias de las 5s en las distintas áreas del taller y puntos de trabajo.

Para el caso de Gerencia y administrativos se busca que se realicen mejoras en actividades como:

Localización de cualquier objeto, documento o material en treinta segundos o menos, en cualquier área u oficina de la empresa.

Tener las herramientas para administrar mejor el tiempo de los procesos en la empresa y así eliminar los desperdicios. También se comprenden actividades como preparación de agenda, administración de correos electrónicos, gestión de proyectos y tareas, participación de reuniones efectivas.

En el caso del personal del área de almacén se espera las siguientes mejoras:

Almacén limpio y ordenado

Materiales y herramientas que solo sean de uso para los trabajos de mantenimiento, todos ellos ordenados y codificados.

Materiales en buen estado.

Compromiso del personal encargado de almacén de mantener la mejora continua y seguir con la implementación de las 5s.

Para el personal de mantenimiento:

Orden al momento de subir materiales a la unidad móvil que traslada al lugar donde se realizarán los servicios, del mismo modo para el proceso de descargue del material y presentarlo al ingreso de las instalaciones.

Orden y limpieza en el punto de trabajo, evitando dejar herramientas tiradas en el suelo.

Compromiso del personal en seguir con la implementación de las mejoras.

**Estandarización:** Para aplicar esta herramienta es necesario tener los procedimientos de trabajo documentados para poder seguirlos y no ocurran variaciones en las actividades que se realicen, por tal motivo se elaboró un manual sobre mantenimiento preventivo de sistemas de aire acondicionado tipo Split, para que el personal pueda tenerlo siempre y guiarse en caso de dudas. Se eligió este tipo de mantenimiento y manual debido a que es el mantenimiento y equipo que más se realiza (ver anexos). Lo que también se debe realizar es capacitaciones sobre el mantenimiento de los equipos de aire acondicionado para que todo el personal que esté involucrado tenga los conocimientos necesarios para realizar sus tareas evitando errores y demoras.

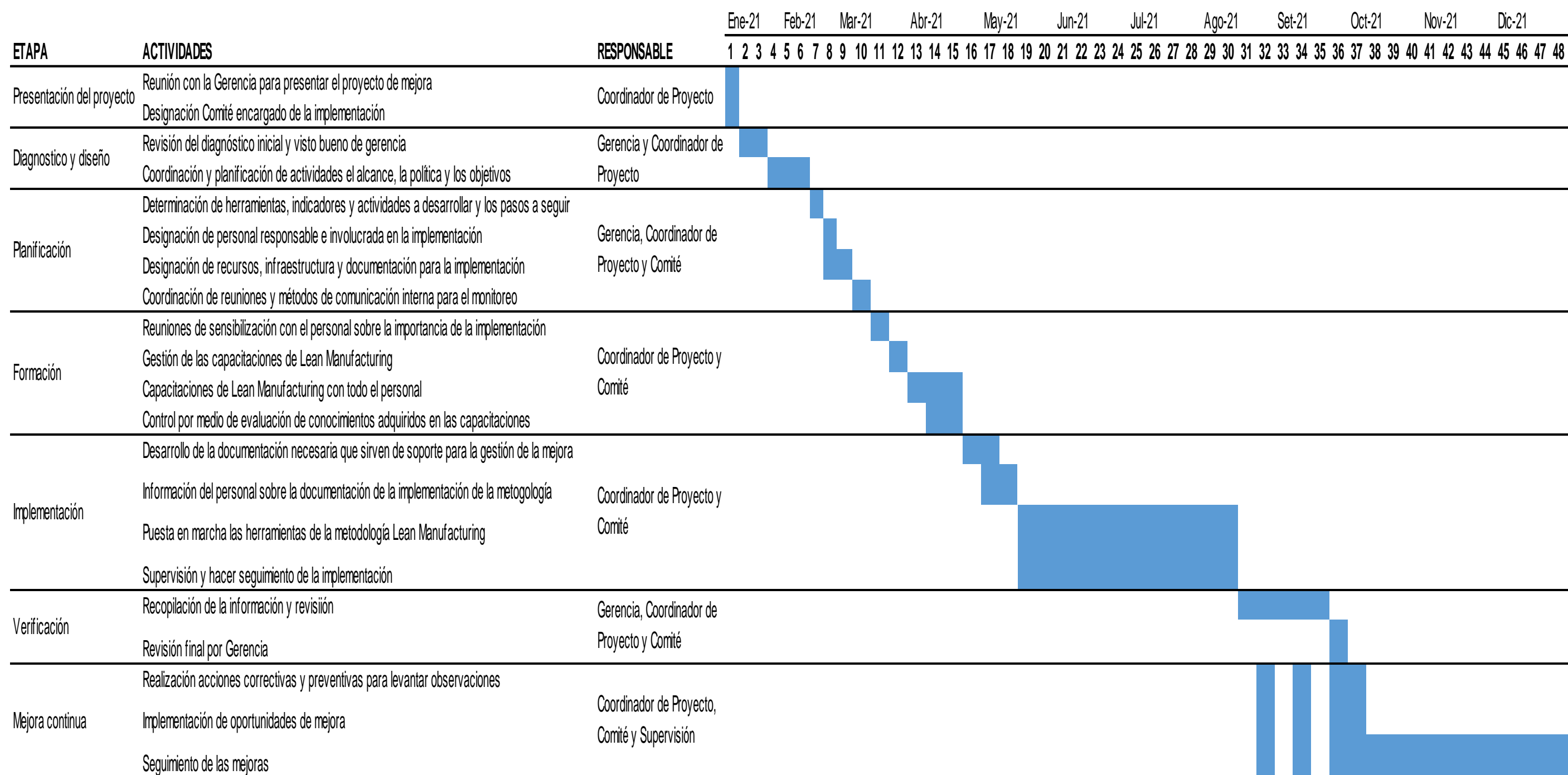
**Mejora continua:** Esta herramienta está presente en la realización del cronograma de actividades de implementación pues se diseñó siguiendo los pasos del ciclo de Deming que se inicia con Planear la implementación, Hacer o poner en marcha, Verificar si se está aplicando las herramientas y ver sus resultados, y Actuar identificando oportunidades de mejora y fallas a corregir.

**Control Visual:** Para la implementación de esta herramienta se propone la instalación de 2 pizarras acrílicas donde visualicen: indicadores de producción, metas mensuales alcanzadas, métodos de trabajo, y seguridad. Es importante que la información permanezca siempre actualizada para que se pueda tener una referencia actual de lo que está ocurriendo en la empresa. La información debe ser precisa y clara y ubicada en un lugar donde pueda ser observada por todo el personal. Para la lectura de indicadores se propuso la capacitación sobre esta herramienta.

## 6. Cronograma de actividades.

**Figura 19**

*Cronograma de actividades*



Fuente: Elaboración propia

## 7. Presupuesto.

En base a las actividades se presenta el presupuesto para la implementación

**Tabla 16**

*Presupuesto de implementación de mejora*

<b>Etapa</b>	<b>Aspecto</b>	<b>Costo</b>
Presentación del proyecto	Contratación de coordinador de proyecto	S/25,000.00
	Computadora artículos de escritorio	S/3,000.00
Diagnóstico y diseño	Sueldo de 1 personal de Gerencia x 5 horas semanales	S/455.75
	Artículos de escritorio viáticos	S/1,000.00
Planificación	Sueldo de Comité 2 personas x 5 horas semanales por 32 semanas	S/4,500.80
	Artículos de escritorio viáticos	S/1,000.00
Formación	Capacitación del Comité (especialista)	S/1,500.00
	Capacitación del personal (especialista)	S/3,000.00
	Materiales y útiles de escritorio	S/1,000.00
	Viáticos	S/1,000.00
Implementación	Documentación y artículos de escritorio	S/1,500.00
	Gastos generales	S/5,000.00
	Implementación Control Visual	S/582.00
	Instrumentos de medición	S/1,000.00
	<b>TOTAL:</b>	<b>S/49,538.55</b>

Fuente: Elaboración propia

Los costos de la implementación de herramientas Lean Manufacturing están basados en precios del mercado y el análisis del tiempo del que se dispondrán en el proyecto. Como en todo proyecto estos costos son estimaciones sujetas a variaciones tanto en tiempo como en precios que sin embargo deben ser controlados para evitar que el margen sea amplio.

Para cuestiones de análisis se ha colocado los costos de verificación en una tabla aparte en donde se puede observar gastos generales como son los viáticos y documentación que se deba de realizar y de auditoria, que

representa los sueldos de personal encargado de la revisión de las mejoras.

**Tabla 17**

*Costos de Verificación del proyecto de implementación*

<b>Etapa</b>	<b>Concepto</b>	<b>Costo</b>
Verificación	Gastos Generales	S/3,000.00
	Gasto de Auditoria	S/3,828.25
	<b>TOTAL:</b>	<b>S/6,828.25</b>

Fuente: Elaboración propia



## **CAPITULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1 Conclusiones**

En base a los objetivos planteados en la presente investigación se realizan tres conclusiones

Primero, el diagnóstico realizado a la empresa CASIP Corporación S.A. con las herramientas de Diagrama de Ishikawa y Pareto muestran que el principal problema es el desorden en el área de trabajo, así como también el mal uso de los equipos de protección personal y la descoordinación de los trabajos. También se puede evidenciar un déficit de conocimientos sobre los servicios de mantenimiento en algunos de los trabajadores

Segundo, se diseñó la propuesta de un Sistema de Gestión Lean Manufacturing, utilizando herramientas como el Value Stream Mapping, 5S, Estandarización, Control visual y Mejora Continua, lo que da un resultado favorable en el Lead Time de 557 minutos, 175 minutos menos que la actual, en la realización del mantenimiento preventivo, lo que es una mejora de la eficiencia del 23.91%.

Tercero, la evaluación económica de la implementación de la propuesta presenta resultados con un VAN del s/. 103,127.94 y un indicador de Costo Beneficio del 1.86 en un periodo de 3 años, lo que nos indica que la propuesta es viable porque permite ganancias para la empresa.

## **4.2 Recomendaciones**

El compromiso en la implementación de las herramientas Lean Manufacturing debe ser de todo el personal en la empresa, desde la gerencia hasta el personal de apoyo operativo, pues es un cambio que se da en la gestión de los trabajos, así como en parte de la cultura organizacional, sin dejar de lado la misión y la visión de la empresa.

La supervisión del proyecto es importante pues de ella depende una buena ejecución y control de las actividades, así como la búsqueda de oportunidades de mejora. Por tal motivo, se debe documentar todas las herramientas e indicadores del nuevo sistema de gestión por medio de formatos y bases de datos, así como realizar la implementación de documentos de gestión faltantes en la empresa.

La implementación de las herramientas Lean Manufacturing en la empresa CASIP Corporación S.A. debe seguir el cronograma de actividades presentado en este informe y brindar el soporte logístico para los recursos necesarios en su realización. Para el final de periodo del proyecto se recomienda realizar una evaluación para una nueva implementación basada en datos actualizados.

## REFERENCIAS

- Castro, J. (2016). *Propuesta de Implementación de la Metodología Lean Manufacturing para la Mejora del Proceso Productivo en la Línea de Envasado PET de la empresa AJEPER S.A.* Tesis de grado. Universidad Nacional de Trujillo. Obtenido de [Castro Vásquez, Jesús Iván.pdf \(unitru.edu.pe\)](#)
- Carrillo, M., Alvis, C., Mendoza, Y. y Cohen, H. (2018). *Lean manufacturing: 5 s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmecánica en Cartagena, Colombia.* Artículo científico. Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco. Obtenido de [Lean manufacturing: 5 s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmecánica en Cartagena, Colombia | SIGNOS - Investigación en sistemas de gestión \(usantotomas.edu.co\)](#)
- Cengel, Y. y Boles, M. (2014). *Termodinámica.* (8va Ed.). McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A.
- Cerdán, C. (2020). *Diseño de las herramientas Lean Service para reducir los tiempos de mantenimiento correctivo y preventivo, en el taller de la empresa COANSA del Perú Ingenieros.* Tesis de grado. Universidad Privada del Norte. Obtenido de [Diseño de las herramientas lean service para reducir los tiempos de mantenimiento correctivo y preventivo, en el taller de la empresa COANSA del Perú Ingenieros \(upn.edu.pe\)](#)
- Correal, M. (2019). *Reducción del tiempo de abastecimiento del inventario, por medio de la integración de herramientas Lean en una planta de mantenimiento. Caso de estudio: empresa sector hidrocarburos.* Trabajo de grado. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Obtenido de [Correal Avilan, María Catalina-2019.pdf \(escuelaing.edu.co\)](#)

Curo, H. (2018). *Planificación de la Gestión Logística para Mejorar la Eficiencia de la Empresa Mota – Engil Perú S.A. – Áncash, 2018*. Tesis de grado. Universidad Señor de Sipán. Obtenido de <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/uss/5967>

Díaz, D. y Bermúdez, E. (2018). *Planteamiento de un modelo Lean Manufacturing para el mejoramiento de calidad y procesos, en la empresa ABS CROMOSOL LTDA*. Proyecto de grado. Universitaria Agustiniiana. Obtenido de <http://repositorio.uniagustiniana.edu.co/bitstream/handle/123456789/507/DiazMendez-DannaViviana-2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Fernández, E. (2018). *Gestión de Mantenimiento: Lean Maintenance y TPM*. Trabajo fin de Máster. Universidad de Oviedo España. Obtenido de [Gestió3n de Mantenimiento. Lean Maintenance y TPM.pdf - ESCUELA SUPERIOR DE LA MARINA CIVIL DE GIJ3N Trabajo Fin de Me1ster Gestió3n de Mantenimiento | Course Hero](#)

García, G. y Carillo, M. (2016). *Indicadores de Gestión*. Ediciones de la U. ([PDF](#)) [Indicadores de Gestión: Manual Básico de aplicación para Mipymes \(researchgate.net\)](#)

Gonzales, I. y Quispe, A. (2018). *Determinación De Tiempos Estándar Para El Planeamiento Y Control Del Servicio De Mantenimiento A Terceros En La Empresa Saeg Perú S. A*. Tesis de pre grado. Universidad Señor de Sipan. Obtenido de <http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/5111/Gonzales%20Villalobos%20%26%20Quispe%20Piscoya.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Guamán, A. (2011). *Eficiencia del mantenimiento en las empresas industriales del parque industrial de Cuenca. Planteamiento de un modelo de empresa de servicios de mantenimiento para las empresas industriales del parque industrial de Cuenca*. Trabajo de grado. Universidad Técnica Del Norte. Obtenido de [PG 329\\_TESIS ADRIANA GUAMÁN B..pdf \(utn.edu.ec\)](#)
- Guzmán (2019). *Implementación del Lean Manufacturing para reducir los productos no conforme en las áreas de montaje y acabado en el rubro de calzado*. Tesis de grado. Universidad Ricardo Palma. Obtenido de [Implementación del Lean Manufacturing para reducir los productos no conforme en las áreas de montaje y acabado en el rubro de calzado \(urp.edu.pe\)](#)
- Hernández, J y Vizán, A. (2013). *Lean Manufacturing. Concepto Técnicas e Implantación*. Universidad Politécnica de Madrid. <http://www.eoi.es/savia/documento/eoi-80094/lean-manufacturingconceptotecnicas-e-implantacion>
- Kukkonen, V. (2018). *Condition-Based Maintenance of Air Handling Units*. Thesis of Master. Aalto University. Obtenido de [https://aalto.fi/bitstream/handle/123456789/32441/master\\_Kukkonen\\_Ville\\_2018.pdf?isAllowed=y&sequence=1](https://aalto.fi/bitstream/handle/123456789/32441/master_Kukkonen_Ville_2018.pdf?isAllowed=y&sequence=1)
- Larico, C. (2020). *Propuesta de implementación de gestión por procesos para incrementar la eficiencia económica de la empresa S.O. TU SALUD S.A.C., AREQUIPA 2020*. Tesis de grado. Universidad Señor de Sipán. Obtenido de [PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE GESTIÓN POR PROCESOS PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA ECONÓMICA DE LA EMPRESA S.O. TU SALUD S.A.C., AREQUIPA 2020 \(uss.edu.pe\)](#)
- López, C. (2015). *Implantación del Lean Manufacturing en una estación de reparaciones aeronáutica*. Trabajo final de carrera. Universitat Politècnica de

Catalunya. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/77852>

López, L. (2017). *Gestión de Mantenimiento*. Centro de Investigación y Desarrollo Profesional CIDEPRO. 1era Edición.

Madariaga, F. (2020). *Lean Manufacturing*. (1era Ed.). Bubok Publishing.

Maldonado, A. y Ysique, S. (2017). *Sistema de Mejora Continua Basado en el Mantenimiento Productivo Total para Reducir los Desperdicios en el Área de Producción de la Empresa INDUAMERICA S.A.C. - Lambayeque 2016*. Tesis de grado. Universidad Señor de Sipán. Obtenido de [Sistema de mejora continua basado en el mantenimiento productivo total para reducir los desperdicios en el área de producción de la Empresa Induamerica S.A.C. - Lambayeque 2016 \(uss.edu.pe\)](#)

Martínez, A. (2016). *Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el comando logístico "Reino de Quito" N°. 25 (COLOG) en el Departamento de Mantenimiento*. Trabajo de Titulación. Universidad Tecnológica Equinoccial. Obtenido de [repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14476/1/66885\\_1.pdf](repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14476/1/66885_1.pdf)

Miranda, P. y Torres, R. (2018). *Propuesta de Mejora del Proceso de Reparación de Equipos Aplicando Lean Manufacturing en una Empresa de Renta de Maquinaria para Construcción y Minería*. Tesis de grado. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Obtenido de [Propuesta de mejora del proceso de reparación de equipos aplicando Lean Manufacturing en una empresa de renta de maquinaria para construcción y minería \(upc.edu.pe\)](#)

Muñoz, k. (2017). *Implementación de herramientas de Lean Manufacturing en el área de Control de Calidad de la empresa Maderas Arauco*. Trabajo de titulación. Universidad Austral de Chile. Obtenido de

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2017/bpmm971i/doc/bpmm971i.pdf>

Nzukam, C., Voisin, A., Levrat, E., Sauter, D., y lung, B. (2017). *A dynamic maintenance decision approach based on maintenance action grouping for HVAC maintenance costs savings in Non-residential buildings*. Artículo Científico. Obtenido de

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2405896317334766?token=91BE400F410368168F51E9CE7472436C15C08493A3CE7DDC50FD9FD096B12931F5F1C7ED4A0FD9FB2B79EFF06047D049>

Organización Internacional de Normalización. (2015). Sistema de Gestión de la Calidad – Fundamentos y Vocabulario (ISO 9000). [Norma ISO 9000 2015 Vocabulario Fundamentos.pdf \(justicialarioja.gob.ar\)](#)

Organización Internacional de Normalización. (2015). Sistema de Gestión de la Calidad – Requisitos (ISO 9001). [norma-iso-9001-2015.pdf \(parquemetroleon.com\)](#)

Orozco, J., Cuervo, V. y Bolaños, J. (2016). *Implementación de Herramientas Lean Manufacturing para el aumento de la eficiencia en la producción de Eka Corporación*. Trabajo de tesis. Universidad Cooperativa de Colombia. Obtenido de

[https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/10489/1/2016\\_implementacion\\_herramienta\\_lean.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/10489/1/2016_implementacion_herramienta_lean.pdf)

Parra, C. y Crespo, A. (2015). *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos*. (2da Ed.). INGEMAN.

Parra, F., Muñoz, A., Herrero, A. (2009). *Análisis de Eficiencia y Productividad*. Universidad de Educación a Distancia. [Análisis de Eficiencia y Productividad \(wordpress.com\)](#)



Peña, E. (2016). *Comparación de la Eficiencia de las Empresa de Distribución de Electricidad del Estado Peruano; Considerando el Parámetro Calidad del Suministro de Servicio*. Tesis de pre grado. Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/7892>

Rajadell, M. y Sánchez, J. (2010). *Lean Manufacturing: La Evidencia de una Necesidad*. Díaz de Santos. <http://ediciones.diazdesantos.es>

Robles, N. (2008). *Metodología para la Evaluación de la Eficacia y la Eficiencia en la Capacitación del Recurso Humano*. Artículo Científico. Obtenido de [Metodología para la evaluación de la eficacia y la ... \(unirioja.es\)](http://www.unirioja.es/~dptoia/metodologia-para-la-evaluacion-de-la-eficacia-y-la-eficiencia-en-la-capacitacion-del-recurso-humano)

Rojas, M., Jaimes, L., y Valencia, M. (2017). *Efectividad, eficacia y eficiencia en equipos de trabajo*. Artículo Científico. Obtenido de [a18v39n06p11.pdf \(revistaespacios.com\)](http://www.revistaespacios.com/a18v39n06p11.pdf)

Ruiz, J. (2016). *Implementación de la Metodología Lean Manufacturing a una Cadena de Producción Agroalimentaria*. Proyecto Fin de Master. Universidad de Sevilla. Obtenido de [Implementación de la Metodología Lean Manufacturing a una Cadena de Producción Agroalimentaria \(us.es\)](http://www.us.es/~dptoia/Implementacion-de-la-Metodologia-Lean-Manufacturing-a-una-Cadena-de-Produccion-Agroalimentaria)

Socconini, L. (2017). *Lean Company. Más allá de la Manufactura*. Marge Books.

Suarez, M. (2016). *Propuesta de Mejora de la Gestión de Mantenimiento según el Enfoque de Mantenimiento Productivo Total (Tpm) para Reducir los Costos Operativos de la Empresa SERFRIMAN EIRL*. Tesis de grado. Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10131>

Tacca, R. (2018). *Mejora Del Mantenimiento Preventivo En Equipos De Refrigeración Para Reducir Los Costos Operativos De La Empresa Candy Market Campoy, 2018*. Tesis de pre grado. Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/21767/Tacca\\_ZR.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/21767/Tacca_ZR.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Villegas, J. (2016). *Propuesta De Mejora En La Gestión Del Área De Mantenimiento, Para La Optimización Del Desempeño De La Empresa "Manfer S.R.L. Contratistas Generales*. Tesis de pre grado. Universidad Católica San Pablo. Obtenido de [http://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/15234/1/VILLEGAS\\_ARENAS\\_JUA\\_OPT.pdf](http://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/15234/1/VILLEGAS_ARENAS_JUA_OPT.pdf)

## ANEXOS

### Anexo 1: Autorización de empresa



Lima, 3 de febrero del 2020

#### AUTORIZACIÓN PARA EL RECOJO DE INFORMACIÓN

Quién suscribe:

Representante Legal – CASIP Corporación S.A.

AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación denominado SISTEMA DE GESTIÓN LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA CASIP S.A. LIMA 2019.

Por el presente, el que suscribe HENRY CASTAÑEDA IPARRAGUIRRE, representante legal de la empresa CASIP Corporación S.A., AUTORIZO al señor PAUL RENAN FIGUEROA AGUILAR con DNI: 18229228, bachiller de Ingeniería Industrial de la Universidad Señor de Sipán, y autor del trabajo de investigación titulado: "SISTEMA DE GESTIÓN LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA CASIP S.A. LIMA 2019", al uso de dicha información que conforma el expediente técnico, hojas de memoria, cálculos entre otros para efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis enunciada líneas arriba.

Se garantiza la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Atentamente

CASIP CORPORACION S.A.  
  
Henry Joel Castañeda Iparraguirre  
GERENTE GENERAL

(01) 485-6111  
operaciones@casipcorporacion.com  
Jr. Antonio Cabo N°734 - Urb. El Trébol IV etapa Los Olivos - Lima  
www.casipcorporacion.com

## Anexo 2: Cuestionario de encuesta

### Encuesta a personal de mantenimiento

Buenas tardes, el presente cuestionario tiene la finalidad de obtener información necesaria para sustentar el tema de investigación “Sistema de Gestión Lean Manufacturing para Mejorar la Eficiencia del Servicio de Mantenimiento de la Empresa CASIP S.A. Lima 2019”. Le agradeceríamos dar su respuesta a las preguntas marcando la opción que crea correspondiente.

1. ¿Qué grado de conocimiento tiene Ud. del sistema de gestión de mantenimiento que emplea la empresa?  
a) Muy alto                      b) Alto                      c) Regular                      d) Bajoe) Muy bajo
2. ¿Qué grado de capacidad de gestión de los servicios de mantenimiento tiene la empresa?  
a) Muy bajo                      b) Bajo                      c) Regular                      d) Alto  
e) Muy alto
3. ¿Qué tipo de desperdicios se generan al realizar las actividades de mantenimiento? Marque la más observable.  
a) Reproceso por fallo                      b) Transporte                      c) Tiempo de espera  
d) De insumos                      e) Método de trabajo
4. ¿Tiene dificultades para realizar su trabajo por falta de conocimientos?  
a) Siempre    b) Casi siempre                      c) A veces                      d) Casi Nunca  
e) Nunca
5. ¿Considera que las capacitaciones se realizan en periodos acordes a las necesidades del trabajo?  
a) Siempre                      b) Casi siempre                      c) A veces                      d) Casi Nunca  
e) Nunca
6. ¿Cuál es su grado de conocimiento de mantenimiento de sistemas de aire acondicionado?

- a) Muy alto                      b) Alto                      c) Regular                      d) Bajo  
e) Muy bajo
7. ¿Le interesa dar su punto de vista en la toma de decisiones?  
a) Siempre              b) Casi siempre              c) A veces              d) Casi Nunca  
e) Nunca
8. ¿Le agrada participar en la planificación de las actividades de mantenimiento?  
a) Siempre              b) Casi siempre              c) A veces              d) Casi Nunca  
e) Nunca
9. ¿Crees que los servicios de mantenimientos se realizan con un buen tiempo estimado?  
a) Siempre              b) Casi siempre              c) A veces              d) Casi Nunca  
e) Nunca
10. ¿Cuál cree que es el principal problema de la gestión de los servicios de mantenimiento? Marque una opción.
- a) Falta de ficha técnica de los equipos
  - b) Falta de documentación para realizar las actividades
  - c) Personal insuficiente para realizar los trabajos
  - d) Falta de repuesto y materiales para realizar el mantenimiento
  - e) Falta de coordinación con el cliente
11. ¿Estaría usted de acuerdo con la mejora o el manejo de las etapas que conlleva una adecuada gestión del servicio de mantenimiento en la empresa?
- a) Completamente de acuerdo
  - b) De acuerdo
  - c) Ni de acuerdo, ni en desacuerdo
  - d) En desacuerdo
  - e) Completamente en desacuerdo

### **Anexo 3: Cuestionario de Entrevista**

#### **Entrevista al Jefe de Proyectos de la empresa CASIP CORPORACIÓN SA.**

Buenos días quisiera agradecerle su tiempo que esta brindado para poder realizar la entrevista relacionada al tema de tesis "SISTEMA DE GESTIÓN LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA CASIP S.A. LIMA 2019.". La información que me proporcionará será de mucha utilidad para la investigación.

1. ¿Se realizan planes operativos en la empresa?
2. ¿Cuál es la frecuencia de las reuniones para la verificación del cumplimiento de los planes operativos?
3. ¿Qué indicadores son los que se emplean para medir la gestión del servicio de mantenimiento?
4. ¿Tiene conocimiento sobre la filosofía Lean Manufacturing?
5. ¿Tiene conocimiento sobre las 5s?
6. ¿Qué tipos de desperdicios son los que se generan más en la empresa?
7. ¿Qué tipo de mantenimiento se aplica en la empresa?
8. ¿Con que frecuencia se capacita al personal?
9. ¿Acerca de qué temas debe ser capacitado el personal?
10. ¿Cuáles son los principales problemas que se presentan en los servicios de mantenimiento?
11. ¿Cuáles cree Ud. que son las causas de esos problemas?
12. ¿Quién cree que debe encargarse de resolver esos problemas?
13. ¿Qué herramientas de gestión o metodología esta implementada en la empresa?

¡Gracias por su atención y tiempo!

**Anexo 4: Guía análisis documental 001**

GUIA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL		N° 001	
REVISOR:			
EMPRESA:			
FECHA DE APLICACIÓN:			
LA EMPRESA CUENTA CON:	SI	NO	PORCENTAJE
PLAN ESTRATEGICO			
PLAN OPERATIVO			
MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES			
REGLAMENTO DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES			
SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE			
OBSERVACIONES:			

## Guía análisis documental 002

GUIA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL		N° 002
REVISOR:		
EMPRESA:		
FECHA DE APLICACIÓN:		
NOMBRE DEL DOCUMENTO:		
CODIGO DEL DOCUMENTO:		
RESPONSABLE DEL DOCUMENTO:		
CONTENIDO DEL DOCUMENTO:		
OBSERVACIONES:		



## Anexo 5: Guía de observación

GUIA DE OBSERVACIÓN				N° 001	
REVISOR:					
EMPRESA:					
EMPRESA:			ÁREA:		
FECHA DE APLICACIÓN:					
TIPO DE MANTENIMIENTO:					
HORA DE INICIO	HORA DE FIN	EQUIPO	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	TECNICO RESPONSABLE

## Anexo 6: Validación de Herramienta

### GUÍA, JUICIO DE EXPERTOS

#### 1. Identificación del Experto

Nombre y Apellidos: CARLOS MANUEL VÁSQUEZ RIVAS  
 Centro laboral: INDUSTRIAL  
 Título profesional: INGENIERO INDUSTRIAL  
 Grado: MAESTRÍA Mención: GERENCIA DE OPERACIONES  
 Institución donde lo obtuvo: UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO  
 Otros estudios: .....

#### 2. Instrucciones

Estimado(a) especialista, a continuación se muestra un conjunto de indicadores, el cual tienes que  
 • evaluar con criterio ético y estrictez científica, la validez del instrumento propuesto (véase anexo N° 1).  
 Para evaluar dicho instrumento, marca con un aspa(x) una de las categorías contempladas en el cuadro:

1: Inferior al básico 2: Básico 3: Intermedio 4: Sobresaliente 5: Muy sobresaliente

#### 3. Juicio de experto

INDICADORES	CATEGORÍA				
	1	2	3	4	5
1. Las dimensiones de la variable responden a un contexto teórico de forma(visión general)					X
2. Coherencia entre dimensión e indicadores(visión general)				X	
3. El número de indicadores , evalúan las dimensiones y por consiguiente la variable seleccionada(visión general)				X	
4. Los ítems están redactados en forma clara y precisa, sin ambigüedades(claridad y precisión)					X
5. Los ítems guardan relación con los indicadores de las variables(coherencia)					X
6. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la prueba piloto(pertinencia y eficacia)				X	
7. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la validez de contenido					X

8. Presenta algunas preguntas distractoras para controlar la contaminación de las respuestas(control de sesgo)					X
9. Los ítems han sido redactados de lo general a lo particular(orden)					X
10. Los ítems del instrumento, son coherentes en términos de cantidad(extensión)				X	
11. Los ítems no constituyen riesgo para el encuestado(inocuidad)					X
12. Calidad en la redacción de los ítems(visión general)					X
13. Grado de objetividad del instrumento (visión general)				X	
14. Grado de relevancia del instrumento (visión general)					X
15. Estructura técnica básica del instrumento (organización)					X
<b>Puntaje parcial</b>					
<b>Puntaje total</b>					

Nota: Índice de validación del juicio de experto (Ivje) = [puntaje obtenido / 75] x 100 = 92%

**4. Escala de validación**

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20 %	21-40 %	41-60 %	61-80%	81-100%
El instrumento de investigación está observado		El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación		El instrumento de investigación está apto para su aplicación
<b>Interpretación:</b> Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez				

**5. Conclusión general de la validación y sugerencias** (en coherencia con el nivel de validación alcanzado): EL ANÁLISIS GENERAL SE REALIZÓ CONSIDERANDO FACTORES REALES DE LOS OBJETIVOS PLANTEADOS EN EL ESTUDIO.

**6. Constancia de Juicio de experto**

El que suscribe, CARLOS VÁSQUEZ RIVAS identificado con DNI. N° 18880132 certifico que realicé el juicio del experto al instrumento diseñado por el (los) tesistas  
 1. PAUL RONAN FIEVERO A. AQUINO  
 2. ....

, en la investigación denominada: SISTEMA DE GESTIÓN LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA CASIP S.A. - LIMA 2019

*[Firma manuscrita]*  
 Firma del experto  
CARLOS VÁSQUEZ RIVAS  
 ING. INDUSTRIAL  
 I. CIP. 57980

## **Anexo 7: Manual de mantenimiento preventivo**

### **MANUAL PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO TIPO SPLIT**

#### **Tener presente antes de iniciar tareas de mantenimiento preventivo:**

Informar y coordinar el ingreso del personal técnico y equipos al área de trabajo con el personal de seguridad y/o encargado del área, así como del desplazamiento dentro de las instalaciones donde se realizará el mantenimiento.

Coordinar los trabajos con el líder del grupo o supervisor.

Revisar todas las herramientas y materiales necesarios para realizar las labores de mantenimiento.

Leer detenidamente las características técnicas y descripción del equipo, para poder identificar todas sus partes y funcionamiento.

Para este trabajo de mantenimiento preventivo de un equipo se necesita como mínimo 2 técnicos especializados en el tema.

#### **Respecto a la seguridad y salud en el trabajo**

El uso de equipos de protección personal es obligatorio, estos comprenden: casco con barbiquejo, lentes transparentes y oscuros, tapones de oído, botas dieléctricas, guantes de nitrilo, ropa de trabajo u overol.

Antes de iniciar las actividades se debe señalizar el área de trabajo y reconocer los riesgos presentes.

Seguir las indicaciones de los procedimientos de seguridad y del supervisor o prevencionista.

#### **Herramientas**

Alicates

Amperímetro

Baldes grande y chico

Cuter

Escaleras

Llave francesa

Detector de fuga de refrigerante

Manómetro

Juego de destornilladores estrella y plano

Extensión de cable

Hidrolavadora

Pirómetro laser

Sopladora eléctrica

Bomba de vacío

### **Mantenimiento de Unidad interna o Evaporador**

8. Revisar la etiqueta informativa del equipo y/o algún documento de registro que tenga el técnico o encargado del área.
9. Desenergizar de los equipos y poner la tarjeta y candado de bloqueo de equipos. Es importante que el técnico coordine estos trabajos con personal encargado del área.

Retiro de tapa y carcasa de evaporador



10. Retirar tapa de filtros, desmontar filtros, persianas y carcasa para lavarlos con detergente y dejarlos en un lugar para que se sequen. Hay que tener cuidado de cómo van las piezas del equipo y en algunos casos se tendrá que quitar tornillos, realice este paso con mucho cuidado.
11. Revisar el termostato del evaporador
12. Retirar y limpiar del serpentín con agua a presión y Acti Klean (uso de rociador manual e hidrolavadora) así como el uso de un cepillo o una brocha para la

remover y limpiar toda la suciedad que se acumula con el tiempo y uso.

**13. Lavar la turbina con agua y detergente.**

Información necesaria que debe tener la placa del equipo

Placa del equipo
<b>EQUIPO / SISTEMA</b> Fabricante: Tipo: Modelo: Nº de Serie: Año:
<b>PARÁMETROS DE DISEÑO</b> Presión max. Recomendada: Pruebas de presión: Temperatura max. Recomendada: Temperatura min. Recomendada:
<b>INFORMACIÓN ADICIONAL SOBRE VÁLVULAS DESCOMPRESORAS</b> Dispositivos de presión: Capacidad: Fecha de instalación: Fecha de próxima inspección:
<b>REFRIGERANTE</b> Tipo: Cantidad: Fabricante:
<b>ACEITE / LUBRICANTE</b> Tipo: Cantidad: Viscosidad:
<b>NORMAS DE SEGURIDAD</b> Director de planta responsable: Teléfono del responsable: Ubicación del libro de registro: Paneles de aviso:
<b>PROVEEDOR DE SERVICIO</b> Compañía: Teléfono de emergencia:

Fuente: Código de Buenas prácticas de refrigeración

**14. Limpiar motor de turbina con cepillo o brocha para remover polvo y suciedad y lubricar**

**15. Revisión de drenaje del condensado y limpieza del ducto**

**16. Revisar el buen estado de la tarjeta electrónica**

**17. Instalar carcasa, filtros, y tapa**

**18. Revisión de funcionamiento de controles del equipo**

**19. Revisión de las persianas del equipo para verificar la salida correcta del aire.**

Hay que señalar que algunos elementos de las unidades externas e internas varían según el modelo y marca por lo que se busca describir de manera general el procedimiento de mantenimiento de las unidades.



## Mantenimiento de Unidad externa o Condensador

Para el mantenimiento del condensador se procede de la siguiente manera:

1. Retirar la tapa del condensador, cubrir con mucho cuidado los controles eléctricos del equipo para que no les afecte el rociado del agua.
2. Desconectar la parte eléctrica del ventilador
3. Inspeccionar posibles fugas de gas en las tuberías, válvula y compresor, así como fugas de aceite.

Limpieza de condensador



4. Inspeccionar filtro
5. Retirar la rejilla y malla de la carcasa
6. Limpiar serpentín y el ventilador del condensador con sopladora eléctrica
7. Aplicar del limpiador Alki foam por todo el condensador (se diluye en agua en una proporción de 3 partes de agua por 1 de del limpiador). Deje pasar 5 minutos.

8. Proceder a la limpieza con agua con hidrolavadora de arriba hacia abajo
9. Secar con sopladora y trapo industrial
10. Limpiar la parte eléctrica con una brocha y en algunos casos con limpia contacto
11. Revisar estado de los tornillos y colocar la rejilla malla protectora y tapa.

Al igual que en la unidad evaporadora, el condensador puede variar la limpieza de sus partes de acuerdo a los modelos y marcas del equipo.

**Medición de Parámetros de las unidades Interna y Externa:** Un paso importante en el mantenimiento preventivo de las unidades del sistema de aire acondicionado es la medición de los parámetros de los equipos para verificar su buen funcionamiento.

En el evaporador:

Medir el registro de temperatura de salida del aire con un pirómetro digital. Se dirige el puntero del pirómetro hasta las persianas de salida de aire, esperando obtenerse registros de 8C° a 11C°.

Registrar también la temperatura de ingreso al evaporador que varía según el ambiente donde se ubique el equipo.

Medición de suministro de temperatura con pirómetro





En el condensador:

Medir el amperaje, la tensión, con el uso del amperímetro (las medidas varían según modelo y marca del equipo:16A,20A, 220v,230v).

Amperímetro midiendo condensador



Medir las presiones del gas refrigerante (R22 en este caso) que son en promedio de 70 PSI (presión de baja) y 230 PSI (presión de alta) utilizando un manómetro estándar. Para esta medición se tiene que tener en consideración las presiones de baja y de alta.

Para medir presión de baja se quitan los tapones que protegen a los vástagos de las válvulas rotolock de succión y de líquido de alta presión, se desenroscan ambas con llave L, luego se conecta una válvula de control de flujo que nos ayudará con el procedimiento de medición en la válvula de succión (la que tiene tubería de mayor diámetro) y se conecta la manguera de color azul que viene del manómetro.

En la tubería delgada o de presión alta se coloca otra válvula de control de flujo y se conecta la manguera de color rojo que viene del manómetro

Para concluir con el colocado de las mangueras del manómetro, se coloca la

manguera amarilla a la bomba de vacío para purgar manómetro.

Para el purgado se prende la bomba de vacío, se abren las válvulas del manómetro de alta y baja y luego se cierran cuando las válvulas marcan 0. La manguera amarilla es cerrada por su una válvula de flujo que se le ha instalado previamente.

Ahora que el equipo esta purgado se procede con la medición de las presiones.

Se enciende el equipo, luego se enrosca el vástago de la válvula de control de flujo de baja hasta su posición ON, y se da paso al ingreso del gas refrigerante al manómetro, se procede a la lectura de los PSI.

Luego se procede con de la misma manera, pero con la válvula de alta presión.

El paso siguiente es desenroscar la válvula de control de flujo de alta hasta su posición de cerrado (OFF), se abre la válvula que va con el manómetro para que pase a la recamara que comunica a ambas válvulas, luego se abre la válvula de baja presión para que pase el gas y se pueda ver una igualdad de presiones en los manómetros tanto en alta como en baja.

#### Procedimiento de lectura de presiones



Se procede con cerrar la válvula de líquido de alta presión con una llave L, para que así se pueda recoger todo el líquido refrigerante del manómetro, se apreciara una disminución de la presión en ambos manómetros.

Cuando el manómetro de baja presente presión de 0 se procede a desenroscar el vástago de la válvula de control de flujo de baja presión, a continuación, se desenrosca la válvula rotolock de control de líquido de alta presión para que el sistema recupere el flujo.

Se cierran las válvulas del manómetro, se desconectan las mangueras, se retiran las válvulas de control de flujo de las válvulas rotolock del equipo.

Finalmente se procede a colocar los tapones de las válvulas rotolock que se quitaron para hacer todo el procedimiento de purga y medición.

**Nota:** *Es importante anotar algunos datos del equipo como el BTU/H que es una unidad de medida de potencia de refrigeración de los aires acondicionados, así como el tipo de refrigerante que utiliza el equipo para de esa manera poder realizar un correcto análisis de la lectura de presiones*


Manómetros para medir presiones de gas refrigerante



**Después de haber realizado el mantenimiento preventivo:**

- 1. Llenar la Constancia de Servicio:** Se procede a llenar los datos del equipo intervenido como parámetros marca y modelo.
- 2. Realizar orden y limpieza del área:** Se procede con todo el personal de servicio
- 3. Informar a encargado de seguridad o mantenimiento de la empresa cliente:** Sobre el estado en que quedan los equipos y presentación de informe técnico preliminar, así como revisión de check list de herramientas y materiales que salen del área.
- 4. Carga de herramientas y materiales:** Se sube todo a la tolva de la unidad
- 5. Traslado de personal:** Desde la empresa cliente hasta el taller.

## Anexo 8: Programa de Capacitaciones para la empresa

	PROGRAMA DE CAPACITACION			Revisión A
				Emisión: 15/11/2020
	PCA-310-X-PR-001			Página 01 de 01
ITEM	CURSO	FECHA	DIRIGIDO A	RESPONSABLE
1	Fundamentos del Lean Manufacturing	Por definir	Gerencia y Supervisión	Consultor Externo
2	Planeamiento de la Producción y la Eficiencia	Por definir	Gerencia y Supervisión	Consultor Externo
3	5s en la gestión	Por definir	Gerencia y Supervisión	Consultor Externo
4	Administración del tiempo	Por definir	Gerencia y Supervisión	Consultor Externo
5	Diagnostico de los procesos	Por definir	Gerencia y Supervisión	Consultor Externo
6	Control Visual y Estandarizacion del trabajo	Por definir	Gerencia y Supervisión	Consultor Externo
7	5s en Taller y Área de Trabajo	Por definir	Personal operativo	Consultor Externo y Proyectos
8	Estandarización del trabajo	Por definir	Todo el personal	Consultor Externo y Proyectos
9	Fundamentos del mantenimiento de Aire acondicionado	Por definir	Personal operativo	Proyectos
10	Evaluación del desempeño y Verificación	Por definir	Todo el personal	Consultor Externo y Proyectos

## Anexo 9: Matriz de consistencia

Título	Pregunta General	Objetivo General	Variables	Población	Técnicas e instrumentos de recolección de datos
Sistema de Gestión Lean Manufacturing para Mejorar la Eficiencia del Servicio de Mantenimiento de la Empresa CASIP S.A. Lima 2019	¿En qué medida la propuesta de un sistema de gestión con herramientas del Lean Manufacturing mejorará la eficiencia del servicio de mantenimiento de equipos de aire acondicionado de la empresa CASIP Corporación S.A. Lima 2019?	Proponer un sistema de gestión con herramientas del Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia de los servicios de mantenimiento de aire acondicionado de la empresa CASIP Corporación S.A. Lima 2019.	Lean Manufacturing	Los procesos y recursos de la gestión de mantenimiento de aire acondicionado y el personal encargado del área	Análisis Documental (Guía de Análisis Documental), Entrevista (Cuestionario), Encuesta (Cuestionario), y Observación ( Guía de Observación).
		<b>Objetivos Específicos</b>			
		Diagnosticar la situación del sistema de gestión de los servicios de mantenimiento de la empresa CASIP Corporación S.A. Lima 2019.			
		Diseñar una propuesta de un sistema de gestión con herramientas Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia en los servicios de mantenimiento en la empresa CASIP Corporación S.A. Lima 2019.	Eficiencia del Mantenimiento		
		Analizar los beneficios económicos que el nuevo sistema de gestión proporcionaría para la empresa CASIP Corporación S.A. Lima 2019.			



## Anexo 10: Fotografías de los trabajos de mantenimiento



Charla de seguridad antes de inicio de labores



Medición de presiones



Limpieza de Condensador



Mantenimiento preventivo de Evaporador



Mantenimiento correctivo de evaporador



## Anexo 11: Lista de herramientas del taller

		<b>LISTA DE HERRAMIENTAS</b>	
		 	
N°	Herramientas	Fecha de Inspección	Código de color
1.-	Alicates	1/10/2020	AZUL
2.-	Amperímetro	1/10/2020	AZUL
3.-	Arnés de seguridad	1/10/2020	AZUL
4.-	Baldes Chicos	1/10/2020	AZUL
5.-	Baldes grandes	1/10/2020	AZUL
6.-	Conos de seguridad	1/10/2020	AZUL
7.-	Barras extensibles para conos	1/10/2020	AZUL
8.-	Coche para transportar herramientas	1/10/2020	AZUL
9.-	Cúter	1/10/2020	AZUL
10.-	Corta tubo	1/10/2020	AZUL
11.-	Desarmadores	1/10/2020	AZUL
12.-	Destornillador Inalámbrico	1/10/2020	AZUL
13.-	Escalera Fibra de Vidrio	1/10/2020	AZUL
14.-	Espátula	1/10/2020	AZUL
15.-	Expedidores de golpe	1/10/2020	AZUL
16.-	Extensión	1/10/2020	AZUL
17.-	Escoba	1/10/2020	AZUL
18.-	Recogedor	1/10/2020	AZUL
19.-	Hidra-lavadora	1/10/2020	AZUL
20.-	Juego de Abocardado	1/10/2020	AZUL
21.-	Juego de llaves Hexagonales	1/10/2020	AZUL
22.-	Juegos de dados Ratches	1/10/2020	AZUL
23.-	Llaves Estil son	1/10/2020	AZUL
24.-	Llaves de Boca	1/10/2020	AZUL
25.-	Llaves Francesa	1/10/2020	AZUL
26.-	Manómetro	1/10/2020	AZUL
27.-	Manguera de Regar	1/10/2020	AZUL
28.-	Martillo	1/10/2020	AZUL
29.-	Nivel	1/10/2020	AZUL
30.-	Pirómetro Laser	1/10/2020	AZUL
31.-	Soga	1/10/2020	AZUL
32.-	Sopladora eléctrica	1/10/2020	AZUL
33.-	Taladro	1/10/2020	AZUL
34.-	Tijera Hojalatera	1/10/2020	AZUL
35.-	Winchas	1/10/2020	AZUL