

# FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Industrial

“IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA ASCENSORES SCHINDLER DEL PERÚ S.A.”

**Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:**

Ingeniero Industrial

Autor:

Orlando Jesus Quiñones Meneses

Asesor:

Mg. Ruben Osamu Tsukazan Nakaima

Lima - Perú

2021

Implementación de la metodología Lean Six Sigma para aumentar la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Ascensores Schindler del Perú S.A.

## **DEDICATORIA**

Dedicado a mi madre Francisca Meneses L. que Dios la tenga en su gloria y mi padre Guillermo Quiñones, por su dedicación, cuidado y educación que tienen conmigo, a ellos junto con mis hermanos estaré agradecido toda mi vida.

Implementación de la metodología Lean Six Sigma para aumentar la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Ascensores Schindler del Perú S.A.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por todos los logros en mi vida

A mis padres y hermanos por el apoyo, educación y amor incondicional.

A mi asesor el Mg. Ruben Osamu Tsukazan Nakaima por el apoyo y orientación.

A mis compañeros de la universidad y la empresa Ascensores Schindler S.A, por sus experiencias y consejos la cual me ayudaron a mejorar profesionalmente.

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>7</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>9</b>
1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA .....	10
1.1.1. <i>Misión</i> .....	11
1.1.2. <i>Visión</i> .....	11
1.1.3. <i>Valores</i> .....	11
1.1.4. <i>Políticas de Mantenimiento de un Ascensor</i> .....	12
1.1.5. <i>Organigrama</i> .....	13
1.1.6. <i>Clientes</i> .....	14
1.1.7. <i>Actividades especializadas</i> .....	15
1.2. REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	15
1.2.1. <i>Formulación del problema</i> .....	20
1.2.2. <i>Problemas específicos</i> .....	20
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	20
1.4. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS.....	21
1.4.1. <i>Objetivo general</i> .....	21
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	21
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>22</b>
2.1. ANTECEDENTES DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .....	22
2.1.1. <i>Nacionales</i> .....	22
2.1.2. <i>Internacionales</i> .....	24
2.2. CONTEXTO ACTUAL DEL SECTOR.....	25
2.3. PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA .....	27
2.3.1. <i>Definición</i> .....	27
2.3.2. <i>Factores que Influyen en la Productividad en el Sector Servicios</i> .....	27
2.3.3. <i>Eficacia</i> .....	28
2.3.4. <i>Indicadores de la eficacia organizacional</i> .....	29
2.3.5. <i>Eficiencia</i> .....	29
2.3.6. <i>Diferencia entre eficacia y eficiencia</i> .....	30
2.4. METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA.....	30
2.4.1. <i>Definición</i> .....	30
2.4.2. <i>Lean Manufacturing</i> .....	31
2.4.3. <i>Los Residuos (Muda)</i> .....	32
2.4.4. <i>Lean Six Sigma</i> .....	34
2.4.5. <i>Aplicaciones</i> .....	37
2.5. MANUFACTURA ESBELTA.....	37
2.5.1. <i>Definición</i> .....	37
2.5.2. <i>Beneficios</i> .....	38
2.5.3. <i>Herramientas de la Manufactura Esbelta</i> .....	38
2.6. MANTENIMIENTO .....	44
2.6.1. <i>Definición</i> .....	44
2.6.2. <i>Importancia</i> .....	45

2.6.3.	<i>Tipos de Mantenimiento</i> .....	46
2.6.4.	<i>Mantenimiento Preventivo</i> .....	46
2.6.5.	<i>Organización del Mantenimiento Preventivo Planificado</i> .....	47
2.6.6.	<i>Ventajas del Mantenimiento Preventivo Planificado</i> .....	48
2.6.7.	<i>Desventajas del Mantenimiento Preventivo Planificado</i> .....	50
2.6.8.	<i>Mantenimiento Basado en la Fiabilidad (RCM)</i> .....	51
2.6.9.	<i>Administración de Calidad Total (TQM)</i> .....	52
2.7.	DIAGRAMA DE PARETO .....	54
2.7.1.	<i>Definición</i> .....	54
2.7.2.	<i>Motivos de Utilización</i> .....	55
2.7.3.	<i>Forma de Utilización</i> .....	55
2.7.4.	<i>Relación con Otras Herramientas</i> .....	56
2.8.	DIAGRAMA CAUSA – EFECTO (ISHIKAWA).....	57
2.8.1.	<i>Definición</i> .....	57
2.8.2.	<i>Importancia</i> .....	58
<b>CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA</b> .....		<b>59</b>
3.1.	CONTEXTO GENERAL.....	59
3.2.	ACTIVIDADES DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA.....	61
3.2.1.	<i>Ejecución de la Metodología Lean Six Sigma</i> .....	63
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS</b> .....		<b>78</b>
4.1.	DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO .....	78
4.1.1.	<i>Cálculo del nivel sigma del área de mantenimiento 2017 - 2018</i> .....	82
4.2.	EFICIENCIA DEL PERSONAL TÉCNICO .....	85
4.3.	EFICIENCIA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	87
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....		<b>89</b>
5.1.	CONCLUSIONES .....	89
5.2.	RECOMENDACIONES.....	90
<b>CAPÍTULO VI. REFERENCIAS</b> .....		<b>92</b>
<b>CAPÍTULO VII. ANEXOS</b> .....		<b>96</b>
7.1.	ANEXO A: CUESTIONARIO NPS DIRIGIDO A CLIENTES POR EL SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	96
7.2.	ANEXO B: MANUAL DE FUNCIONES PARA EL PERSONAL TÉCNICO DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO .....	97
7.3.	ANEXO C: POLÍTICA DE SEGURIDAD Y SALUD DE LA EMPRESA ASCENSORES SCHINDLER DEL PERÚ S.A.....	98
7.4.	ANEXO D: CONTROL DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL DE MANTENIMIENTO .....	99
7.5.	ANEXO E: ENTREGAS DE EPPS Y HERRAMIENTAS DIELECTRICAS NECESARIAS PARA TÉCNICOS DE MANTENIMIENTO.....	100
7.6.	ANEXO F: FOTOGRAFÍAS DE ACTIVIDADES REALIZADAS POR LA EMPRESA PARA LA CONFRATERNIDAD ENTRE TODOS LOS TRABAJADORES DE TODOS LOS CARGOS EN DIFERENTES ÁREAS.....	102

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Principales clientes</i> .....	15
Tabla 2 <i>Distribución de ingresos mensuales por área</i> .....	26
Tabla 3 <i>Comparación de Nivel Sigma con respecto al DPMU</i> .....	35
Tabla 4 <i>Frecuencia de Causas de Incumplimiento del Mantenimiento Preventivo año 2017</i> 67	67
Tabla 5 <i>Resumen de Causas de Incumplimiento del Mantenimiento Preventivo Total</i> .....	67
Tabla 6 <i>Resultados NPS área mantenimiento año 2017</i> .....	69
Tabla 7 <i>Resultados cumplimiento de mantenimientos planificados año 2017</i> .....	78
Tabla 8 <i>Resultados cumplimiento de mantenimientos planificados año 2018</i> .....	79
Tabla 9 <i>Ingresos económicos no recibidos – área de mantenimiento 2017</i> .....	81
Tabla 10 <i>Ingresos económicos no recibidos – área de mantenimiento 2018</i> .....	81
Tabla 11 <i>Resultados NPS área de mantenimiento 2018</i> .....	84
Tabla 12 <i>Cantidad de técnicos por zonas 2017 - 2018</i> .....	86
Tabla 13 <i>Cantidad de equipos asignados mensualmente por técnico 2017 - 2018</i> .....	86
Tabla 14 <i>Comparativo de SU y MTBC 2017 y 2018</i> .....	87

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1</i> Organigrama general de Ascensores Schindler del Perú .....	13
<i>Figura 2:</i> Organigrama operacional área mantenimiento (EI - MOD) Schindler .....	14
<i>Figura 3</i> Propuesta de productividad del Sector Servicio .....	28
<i>Figura 4</i> Representación gráfica de los niveles de la mejora Six-Sigma .....	36
<i>Figura 5</i> Ciclo de Gestión de Mantenimiento .....	45
<i>Figura 6</i> Búsqueda continua del conocimiento RCM .....	52
<i>Figura 7</i> Herramientas de la gestión de la calidad total (TQM).....	53
<i>Figura 8</i> Diagrama de Pareto.....	54
<i>Figura 9</i> Diagrama de Ishikawa .....	57
<i>Figura 10</i> Reunión de las Gerencias de la Empresa .....	61
<i>Figura 11</i> Capacitación de los jefes de Zona – Área de Mantenimiento.....	62
<i>Figura 12</i> Capacitación de los Jefes de Zona Técnico – Área de Mantenimiento .....	62
<i>Figura 13</i> Capacitación de los Administradores de Zona – Área de Mantenimiento .....	63
<i>Figura 14</i> Herramienta Utilizada para la toma de datos estadísticos – SAP.....	66
<i>Figura 15</i> Diagrama de Pareto de las Causas de Incumplimiento.....	68
<i>Figura 16</i> Diagrama Ishikawa del incumplimiento del mantenimiento preventivo mensual..	69
<i>Figura 17</i> Porcentaje NPS área mantenimiento año 2017 .....	70
<i>Figura 18</i> Programa de mantenimiento modular.....	74
<i>Figura 19</i> Capacitación Personal Técnico - Teórico .....	75
<i>Figura 20</i> Capacitación Personal Técnico - Práctico .....	76
<i>Figura 21</i> Reunión mensual Área de Mantenimiento.....	77
<i>Figura 22</i> Porcentaje de cumplimiento de mantenimiento planificado año 2017 .....	79
<i>Figura 23</i> Porcentaje de cumplimiento de mantenimiento planificado año 2018 .....	80
<i>Figura 24</i> Comparativo de pérdidas económicas área de mantenimiento 2017-2018.....	82
<i>Figura 25</i> Comparativo NPS área de mantenimiento 2017-2018 .....	85

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo se analizó el área de mantenimiento de la empresa Ascensores Schindler del Perú S.A. y las actividades que realizan para mejorar continuamente los procesos de ejecución y comprobar a corto y largo plazo el aumento de la productividad en dicha área de la empresa y a su vez aumentar el nivel de satisfacción del cliente mediante el control NPS. Para ello fue necesario recolectar datos que nos ayude a la toma de decisiones realizando el seguimiento del cumplimiento de mantenimientos programados mensualmente y reducir las pérdidas económicas que estas generan. Con base al contexto descrito, se utilizó la metodología Lean Six Sigma y todo el procedimiento que éste conlleva como son: el diagnóstico del cumplimiento, principalmente las causas que presentan un alto nivel de contratiempos y conocer los principales motivos para poder reducirlas o eliminarlos logrando así el aumento de la eficiencia y eficacia. Al analizar la metodología se tuvo en cuenta el nivel sigma que se espera alcanzar en un periodo de 3 meses y un año con la finalidad de mejorar continuamente.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, a nivel mundial se ha notado un crecimiento en las empresas que brindan servicios principalmente en el ámbito industrial mediante el mantenimiento preventivo y correctivo; en menor proporción el mantenimiento predictivo con la finalidad de que los equipos o maquinas no presenten fallas o en el peor de los casos se puedan dar solución rápidamente. Esto conlleva a que las empresas prestadoras de dichos servicios de mantenimiento tengan la necesidad de mejorar sus procedimientos y actividades continuamente para lograr así la satisfacción de sus clientes y no perderlos a futuro. Por ello, es importante que todas las gerencias de cada área se centren en el uso de las metodologías adecuadas para cada servicio prestado considerando también la seguridad del personal técnico y clientes usuarios.

Hace 6 años, la empresa Ascensores Schindler del Perú implementó el uso de una herramienta informática para poder controlar el cumplimiento de los servicios que se brinda a los clientes; que es el SAP donde se percibe que el cumplimiento de los mantenimientos preventivos que se realiza a los clientes no se llega a cumplir al 100% por diferentes causas.

Por consiguiente, con el objetivo de reducir o mejorar las causas, la empresa implementará la metodología Lean Six Sigma; el cual permitirá con ayuda del SAP un mejor control y análisis del cumplimiento del servicio de mantenimiento.

Esta implementación del Lean Six Sigma va a generar un valor agregado en la organización, ya que mejoraría la eficiencia y eficacia del servicio, contando así con técnicos de mantenimiento mejores calificados que puedan optimizar sus tiempos, teniendo el control

de fallas y errores en cada trabajo realizado siendo muy importante, ya que son la imagen de la empresa para con los clientes, que están realizando labores in situ.

Es importante mencionar que la implementación de esta metodología se adapta fácilmente a diferentes áreas y es importante estar comprometidos todos los trabajadores en el cambio que estos pueden generar, ya que genera un crecimiento y mejora de la imagen de la empresa.

La importancia de la implementación de la metodología Lean Six Sigma en el área de mantenimiento radica en que la empresa pueda disminuir las pérdidas económicas y mejor aún pueda aumentar la cartera de clientes, ya que se lograría tener mejor satisfacción de los clientes.

El presente trabajo está enfocado en la implementación de la metodología Lean Six Sigma en el área de mantenimiento para aumentar la productividad identificando y reduciendo las causas que conllevan al incumplimiento mensual del servicio, las cuales generan pérdidas económicas a la empresa, además de ello lograr una mejora continua, optimizando la eficiencia y eficacia del servicio de mantenimiento preventivo.

### **1.1. Antecedentes de la empresa**

La empresa SCHINDLER fue fundada en Suiza en el año 1874, siendo un proveedor líder en fabricación, instalación, mantenimiento y modernización de ascensores y escaleras mecánicas.

Opera en los 5 continentes con más de 64,000 empleados, en más de 100 países, con más de 1000 sucursales en todo el mundo. Una de las sucursales en Latinoamérica está en el Perú desde el año 1952 llamada Ascensores Schindler del Perú donde brinda dichos servicios a edificios corporativos como viviendas, a todos ellos como a otros miles de edificios en el

Perú se prioriza la seguridad del cliente como también la del personal técnico ofreciendo un servicio con los más altos estándares de calidad generando así confianza al cliente (Schindler, 2021).

### 1.1.1. Misión

Crear nuevos sistemas y soluciones para hacer edificios y ciudades del mundo más seguras, más eficientes, más sostenibles, más confortables cada día, y ser tu primera opción siempre (Schindler, 2021).

### 1.1.2. Visión

Liderazgo, y el medio para conseguirlo es el servicio. Estos dos principios juntos crean nuestro estado deseado: Liderazgo a través del servicio. Nuestro producto es movilidad (segura, fiable, confortable, ecológica, y cada vez más eficiente) (Schindler, 2021).

### 1.1.3. Valores

- ✓ **Seguridad:** Se prioriza ante todo la seguridad del cliente y del personal técnico.
- ✓ **Calidad:** Brinda el servicio con los más altos estándares de calidad en busca de la mejora continua.
- ✓ **Desarrollo del Personal:** Nuestros colaboradores demuestran orgullo y satisfacción al ser parte de esta organización. Están en constante capacitación de acuerdo con el avance de la tecnología.
- ✓ **Valor para el Cliente:** Se busca la satisfacción plena del cliente, estando conforme con el servicio y pueda promocionar el nombre de la empresa.

- ✓ **Integridad y confianza:** Es importante la confianza depositada en el personal y no generar especulaciones que denigren el nombre de la empresa

#### 1.1.4. Políticas de Mantenimiento de un Ascensor

Ascensores Schindler del Perú., cuenta con una política de mantenimiento de los ascensores en el que menciona 4 compromisos:

- ✓ Mantener el ascensor en buen estado de funcionamiento durante todo el tiempo que pueda ser utilizado, cumpliendo las disposiciones reglamentarias pertinentes. En particular, deberá suscribir un contrato de mantenimiento con empresa conservadora de ascensores, facilitando la realización por la misma de las correspondientes revisiones y comprobaciones
- ✓ Impedir el funcionamiento del ascensor cuando tenga conocimiento, por sí mismo o por indicación de la empresa conservadora, organismo de control u órgano competente de la Administración Pública, de que su utilización no reúne las debidas garantías de seguridad.
- ✓ En caso de accidente, anomalía en el funcionamiento, o cualquier deficiencia o abandono en relación con la debida conservación del ascensor, ponerlo en conocimiento inmediato de la empresa conservadora, mediante comunicación fidedigna. En caso de que la comunicación no sea atendida deberá denunciar esta circunstancia ante el órgano competente de la Administración Pública.
- ✓ Solicitar a su debido tiempo la realización de las inspecciones periódicas, facilitando para tal fin el acceso a los organismos de control y teniendo a su disposición el certificado de la última inspección.

### 1.1.5. Organigrama

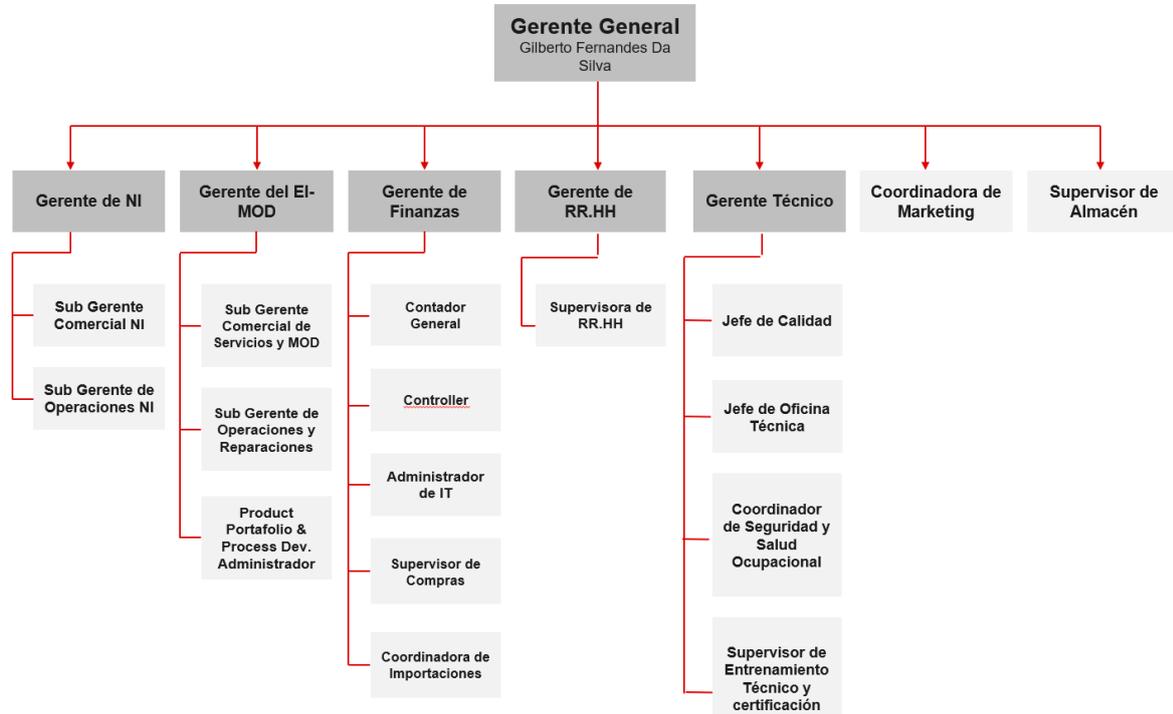


Figura 1 Organigrama general de Ascensores Schindler del Perú

Fuente: RRHH

La empresa Ascensores Schindler del Perú S.A. cuenta con el área de mantenimiento y se conforma de la siguiente manera:

Implementación de la metodología Lean Six Sigma para aumentar la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Ascensores Schindler del Perú S.A.

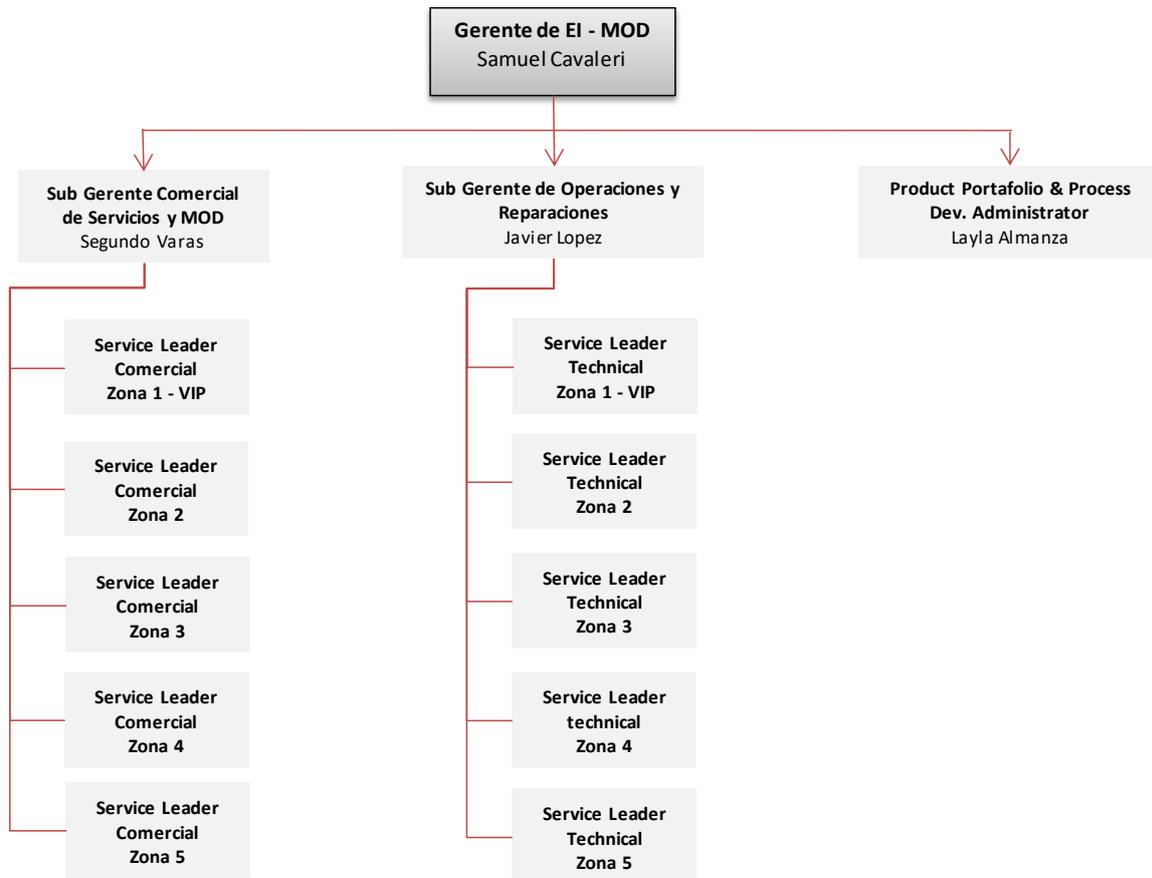


Figura 2: Organigrama operacional área mantenimiento (EI - MOD) Schindler

Fuente: Elaboración Propia

### 1.1.6. Clientes

Nuestros principales clientes son corporativos que cuentan con más de 50 equipos en servicio en todo el Perú, así como las constructoras reconocidas donde se instalan en edificios de viviendas y son los siguientes:

Tabla 1  
*Principales clientes*

ITEM	Clientes	Ubicación
1	Cencosud	A nivel Nacional
2	Intercorp	A nivel Nacional
3	Constructora V&V Bravo S.A.C.	Lima
4	Constructora Centenario S.A.C	Lima

Fuente: Datos extraídos de Schindler - Elaboración Propia

### 1.1.7. Actividades especializadas

- ✓ Mantenimiento preventivo y correctivo de ascensores y escaleras mecánicas
- ✓ Instalación de ascensores y escaleras mecánicas
- ✓ Modernización completa o parcial de equipos
- ✓ Servicio de emergencia las 24 horas del día

### 1.2. Realidad Problemática

A nivel mundial, actualmente se ha notado un crecimiento en las empresas que brindan servicios principalmente en el ámbito industrial mediante el mantenimiento preventivo y correctivo, en menor proporción el mantenimiento predictivo y esto se da porque permite determinar si el funcionamiento de cada equipo inspeccionado no presente ningún inconveniente, además se puede controlar y predecir posibles fallas y en algunos casos fallas muy importantes y críticas.

Para el cliente esto es muy importante ya que una parada de máquina produce pérdidas en la producción, así mismo en la ejecución de servicios tomando en cuenta su utilización, es ahí el rol importante del mantenimiento principalmente el mantenimiento preventivo a comparación del mantenimiento correctivo, ya que anticiparse a la detección del problema es

más importante que el reemplazo de la pieza o componente averiado, ya que la realización de ello puede tardar demasiado; peor aún si se trata de algún componente de importación. Según se afirma que: “el mantenimiento es la actividad que consiste en alcanzar una mayor confiabilidad en los equipos, maquinarias, construcciones e instalaciones la cual afecta todos los aspectos de una organización” (Penkova, 2007, p.699), en otras palabras, conseguir determinado nivel de disponibilidad de producción en condición de calidad exigible por los clientes.

Es por ello que se tiene que poner mayor énfasis en la mejora del servicio del mantenimiento preventivo a pesar de que pueden llegar a suponer que generan gastos y otras inversiones tomando en cuenta un enfoque netamente administrativo-financiero, pero caso contrario en un enfoque operativo son considerados como una inversión ya que proporciona beneficios que ayudan a la operatividad de las máquinas para un proceso productivo, así como para servicios gracias a la confiabilidad de los clientes.

Como toda organización el objetivo principal es la productividad y en el área de mantenimiento no es la excepción y lo principal como lo menciona Parra & Crespo (2012) es “que la base es diseñar que estén alineadas con el plan de negocio y en este caso condicionando los objetivos del mantenimiento”.

Con todo lo planificado anteriormente y con la ayuda de la tecnología específicamente con la utilización de algún software especial para el proceso productivo se logrará como menciona una eficacia en la empresa para que así podamos tener una mejor calidad en el producto o servicio y el cliente note la eficiencia a comparación de otras empresas del mismo rubro. Al realizar dichas acciones las organizaciones tendrán un aumento en

las ventas y por ende una mayor productividad y beneficios (Vargas-Vargas, Estupiñán, & Diaz, 2017).

Ahora aplicando lo dicho en la empresa Ascensores Schindler del Perú, el proyecto de mantenimiento preventivo es importante ya que los ingresos anuales equivalen un aproximado del 35% del total de ingresos, según las estadísticas financieras que maneja la empresa en los años anteriores.

Es por ello que ante la problemática de no cumplir con los trabajos de mantenimiento preventivo programados durante un mes a todos los clientes que cuentan con este servicio ya sea en la modalidad de contrato todo incluido (preventivo y correctivo) o de contrato simple (preventivo) generan pérdidas, ya que no generan los ingresos monetarios que se tenían precalculados, por ende dichos clientes son considerados insatisfechos y son posiblemente clientes perdidos a futuro sea el motivo que fuese.

Debido a esta problemática en el área de mantenimiento la herramienta que se ha aplicado para llegar al objetivo es el Lean Six Sigma debido a que este modelo mejora las teorías clásicas de la calidad y se logra una mejora continua con la utilización de datos y herramientas estadísticas lográndose así principalmente la satisfacción del cliente con la generación de un cambio cultural orientado a la excelencia operacional, es por ello que su efectividad en la consecución de resultados genera mayor compromiso de las gerencias y al personal (Felizzola & Luna, 2014).

Con dicha metodología se juntarán varios aspectos a mejorar y se identifica los diferentes problemas para conseguir las metas y objetivos en sus diferentes etapas del proceso y llegar así a controlar y mantener una mejora continua y a su vez se tiene una efectividad en

sus resultados y genera internamente un cambio cultural orientado a la excelencia operacional (Felizzola & Luna, 2014).

La problemática en el área de mantenimiento que ya viene arrastrando de años anteriores años es que al programar los mantenimientos preventivos mensualmente a los clientes no se logra a un 100% debido a los diferentes inconvenientes que han tenido los técnicos por diversos motivos principalmente por la negación del servicio por parte de los clientes ya que no están conforme con la calidad del servicio que vienen recibiendo, esto a causa de que sus equipos sean ascensores o escaleras eléctricas tienen constantes fallas debido a una mala inspección y diagnóstico que se realizan al momento de realizarse el mantenimiento preventivo o correctivo provocando incluso paros de hasta varios meses y al generarse dicho problema son considerados por la empresa como clientes detractores (Schindler, 2018).

El principal motivo que fue evidenciado por la corporación Schindler en el año 2017 fue la distribución de los equipos en sus diferentes zonas en base a su ubicación e importancia del cliente donde un jefe de zona no se daba abasto con la atención de cada uno de ellos, por lo que hubo un cambio en el año 2018 donde se tiene incluso menos zonas de distribución, pero contando con un jefe en cada zona con el perfil técnico y otro con perfil ejecutivo para tener un mejor control de los equipos y poder mantener a los clientes en la cartera de mantenimiento (Schindler, 2018).

En dicho año, se aumentó el cumplimiento del mantenimiento preventivo a 92% en promedio a comparación del año 2017 que en promedio sostuvo un 88% esto no evidencia una mejora, ya que al realizar una encuesta a los clientes mediante un cuestionario (Ver Anexo A) el indicador NPS (Net Promoter Score) es demasiado bajo, ya que mostraban insatisfacción con el servicio principalmente por la falta de atención directa y la demora en la asistir a una

llamada de emergencia como también en la reparación de sus equipos a comparación de otras áreas como son NI (Nuevas Instalaciones) y MOD (modernizaciones), es por ello que se debe plantear un plan para mejorar la satisfacción del cliente brindando un servicio de calidad (Schindler, 2018).

En el área de servicios no se ha logrado una organización adecuada tanto como con los jefes como también en los técnicos ya que al verificar la capacitación a la cual deben tener, estos no cuentan con la calificación adecuada para que brinden un servicio de calidad tanto para el servicio de mantenimiento preventivo peor aún al realizar un correctivo a los equipos y fue evidenciado con la auditoría realizada al área a los técnicos en campo que lograron una de las calificaciones más bajas a nivel de Latinoamérica (Schindler, 2018).

Esto podría traer graves consecuencias debido a que al no cumplir con los estándares de calidad a la cual son contratados los servicios de la empresa Schindler podrían incurrir en penalidades y generar más pérdidas y disminuir más aun la productividad y por ende la rentabilidad de la empresa.

Es por ello, que esta tesis tiene como finalidad disminuir y/o acabar con los problemas que se tienen para realizar el servicio de mantenimiento preventivo adecuadamente en su periodo mensual disminuyendo costos, manteniendo los estándares de calidad para así incrementar la satisfacción de todos los clientes, determinando la eficiencia y eficacia de los procedimientos aplicados hasta el momento y mejorar el proceso en cada fase si fuese necesario aplicando la metodología Lean Six Sigma.

### **1.2.1. Formulación del problema**

¿Cómo la implementación de la metodología Lean Six Sigma mejora la productividad en el área de mantenimiento de la empresa Ascensores Schindler del Perú S.A.?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cómo la implementación de la metodología Lean Six Sigma puede aumentar la eficiencia en el área de mantenimiento de la empresa Ascensores Schindler del Perú?
- ¿Cómo la implementación de la metodología Lean Six Sigma puede aumentar la eficacia en el área de mantenimiento de la empresa Ascensores Schindler del Perú?

### **1.3. Justificación**

La calidad es un aspecto muy importante para tomar en cuenta en la empresa en sus diferentes áreas, en base a eso, esta investigación se justifica, pues busca incrementar la productividad en un área muy importante de la empresa, como lo es el área de mantenimiento preventivo implementando una metodología de trabajo integrando todos los recursos de la empresa para así lograr la eficacia y eficiencia de todos los procesos que están involucrados. Con ello, también se logra tener la satisfacción del cliente debido a la calidad de servicio que se refleja generando así el aumento de la cartera de clientes, obteniendo mayores recursos económicos para la empresa y brindando oportunidades de crecimiento a los trabajadores.

La implementación de esta metodología buscar mejorar continuamente los procesos de servicio de mantenimiento preventivo y estar a la par con la demanda en el sector, ya que anualmente se instalan nuevos equipos a nivel nacional.

## **1.4. Formulación de objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar la influencia de la metodología basada en Lean Six Sigma en la mejora de la productividad en el área de mantenimiento de la empresa Ascensores Schindler del Perú S.A.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar la influencia de la metodología basada en Lean Six Sigma en el aumento de la eficiencia en el área de mantenimiento de la empresa Ascensores Schindler del Perú S.A.
- Determinar la influencia de la metodología basada en Lean Six Sigma en el aumento de la eficacia en el área de mantenimiento de la empresa Ascensores Schindler del Perú S.A.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de trabajo de Investigación

#### 2.1.1. Nacionales

Pacora (2018), en su tesis titulada “Mejora de los indicadores de productividad en empresas de servicios, a través del monitoreo Lean Six Sigma, usando herramientas de data mining”, presentada el 2018 en la Pontificia universidad Católica del Perú para optar el título de Ingeniería Industrial, tiene como objetivo general aumentar la productividad en empresas que brindan servicios en diferentes rubros mediante el uso de indicadores o KPI’s teniendo en cuenta la realidad de las empresas y el compromiso de los trabajadores y pueda ser controlado con el uso de la metodología Lean Six Sigma.

El autor aplico la metodología en 3 empresas diferentes, los cuales demuestran que el uso de dicha herramienta es viable económicamente dando un crecimiento sostenible.

De acuerdo con ello, concluye que la implementación Lean Six sigma ayuda a la recopilación de datos, encontrar las causas principales y mediante la ayuda de aplicaciones móviles también generan un valor para aumentar la productividad.

Núñez (2018), en su tesis titulada “Aplicación de la Metodología Six Sigma para mejorar la Productividad en el almacén de la empresa Moriwoki Racing Perú - Callao 2017” presentada el 2017 en la Universidad Cesar Vallejo, tiene como objetivo aumentar la productividad mejorando la eficacia en el área de almacén con la aplicación del Lean six sigma

mediante el uso del método DMAIC, ya que permitió mejorar y estandarizar los procesos de almacenaje.

El autor, de acuerdo con los resultados que obtuvo logra comprobar el aumento de la productividad de 32% a 57%, por ende, también aumento la eficacia en el área 46% a 81% y al optimizarse el proceso y ser controlado la eficiencia del personal a cargo aumento de 67% a 77%.

Anticona (2018), en su tesis para optar el grado de magister en la Universidad del Callao llamada “Six Sigma en la calidad del servicio de mantenimiento de camiones Iveco, Motored S.A.”, tiene como objetivo la mejora de la gestión de mantenimiento mediante el uso de la herramienta Lean Six Sigma analizando el modo de fallas y sus efectos. Además, se logra obtener la calidad total y mejora continua del servicio de atención al cliente de la empresa y ser el modelo en otras empresas similares.

Se logra resaltar que el área de mantenimiento es de mucho riesgo de accidentes, por ello que menciona que el personal técnico debe estar calificado y capacitado para lograr la eficacia en los servicios prestados minimizando los costos.

Por último, concluye que al instalar la metodología el nivel sigma del proceso tiene un aumento significativo de 2.17 a 4.01, disminución del porcentaje de defectos de 25% a 0.6% y un aumento de la productividad del 75% a 99.6%.

Calderón & Dueñas (2015), en su tesis titulada “Implementación de Six Sigma para mejorar la productividad en la empresa Viyajero E.I.R.L., donde tiene como objetivo captar mayor número de clientes con la ayuda de la implementación de Lean Six Sigma utilizando los métodos de Ishikawa y Pareto y de acuerdo a los resultados generar estrategias de marketing,

implantar en la empresa una estrategia de mantenimiento y finalmente operaciones de control con indicadores claves de gestión.

En conclusión, el autor comprobó mediante resultados satisfactorios que la productividad subió en un 10% aumentando también el nivel sigma de 2.5 a 3.17.

### **2.1.2. Internacionales**

Saavedra (2016), en su tesis titulada “sistema de mejora continua en base a la metodología seis sigma en la gestión del departamento de mantenimiento del Hospital San Rafael publicada en el año 2016 para obtener el grado de Magister en el Universidad de El Salvador que tiene como objetivo diagnosticar las debilidades, medir la situación actual del Hospital de los procesos clave de los servicios que ofrece, analizar las causas de las mismas, diseñar un plan de mejora y controlar los procesos. Aplicó la metodología DMAIC.

Con todo lo propuesto, el autor concluyó que la calidad percibida por un cliente puede ser muy buena en la primera experiencia y muy mala en la siguiente visita, es por ello que se debe implementar sistemas de medición de satisfacción del cliente, como la medición mediante encuestas cerradas que brinden datos confiables.

El autor recalca que la implementación de cualquier metodología no solo involucra un área, sino también todas las áreas de la empresa y que los trabajadores estén comprometidos y capacitados a llevarla a cabo.

Corredor (2015), en su tesis para que opte al grado de magister en Gestión en la Universidad de Chile, la cual se titula “Modelo de mejora continua de procesos para el negocio de generación de Endesa en Latam”, menciona que se realizó un estudio preliminar de los resultados de los procesos de negocios, en la cual se diagnosticaron pérdidas económicas por

calidad (errores y producto no conforme) y oportunidad (tiempo de proceso), es por ello que consideró la necesidad de implementar un modelo de mejora continua adicional a un cambio organizacional. Uno de los métodos que propuso fue Lean Six Sigma desarrollando las cinco fases de la metodología DMAIC, ya que es viable estratégica y económicamente para la compañía, así mismo es coherente y está alineado con la gestión por procesos ya que permite la toma de decisiones a partir del estudio y análisis de los indicadores de proceso.

El autor concluyó que muy aparte a los beneficios económicos que contrajo esta implementación es muy viable para el personal, ya que es de fácil aprendizaje y además es muy participativo entre todos promoviendo el Know How en la organización, así mismo asegura el paso de una mejora dirigida y correctiva a una Mejora Continua autónoma y proactiva.

Pardo (2019), en su tesis “Propuesta de implementación del modelo Six Sigma para mejorar el proceso de manejo de control de desperdicios de materia prima en empresa Cartones América” para obtener el título de ingeniería industrial de la Universidad Católica de Colombia, tiene como objetivo optimizar el proceso productivo utilizando herramientas informáticas que cuenta la empresa como es el software SAP extrayendo información necesaria para implementar el Lean six sigma mediante el método de las 5’s incentivando a cada trabajador a la disminución del desperdicio identificando las causas que las generan y dando la mejor solución.

## **2.2. Contexto Actual del sector**

El mercado de ascensores y escaleras mecánicas en el Perú actualmente está en subida, ya que se ha convertido en parte esencial de la recuperación de la oferta inmobiliaria en los mercados de Lima y otras regiones. Según el reporte de la consultora Fortune Business Insight, el mercado de elevadores tiene un amplio margen de crecimiento. En el 2018 tuvo ingresos a

nivel global por US\$70,000 millones y se estima que en el 2026 alcance un monto de US\$114,000 millones (Peru 21, 2020).

En el Perú las empresas más solventes en la actualidad son Ascensores S.A., Thyssen Krupp y Ascensores Schindler del Perú y se proyectan a un crecimiento debido a la recuperación del sector inmobiliario. Estos ingresos generan el 60 o 70% del negocio y a pesar de la pandemia no se cancelaron los contratos ya establecidos, solo fue una paralización la cual ya está activándose desde mediados del 2020 (Peru 21, 2020).

Para ello las empresas tuvieron que acostumbrarse a las facilidades que solicita el cliente con respecto a los pagos, bajando el pago de la inicial o añadiendo más cuotas para no perder la cartera de clientes.

En la empresa Ascensores Schindler del Perú S.A. el área de mantenimiento genera el 35% de las ganancias de la empresa:

Tabla 2  
*Distribución de ingresos mensuales por área*

	Ingresos (%)	Ingreso mensual promedio (S/.)
Nuevas Instalaciones	40%	2'133,333.33
Mantenimiento	35%	1'866,666.67
Modernizaciones	10%	533333.33
Reparaciones	15%	800000.00

Fuente: Área Contabilidad – Ascensores Schindler del Perú S.A.

## **2.3. Productividad en la Empresa**

### **2.3.1. Definición**

La productividad es la relación entre lo producido y los medios empleados, tales como mano de obra, materiales, energía entre otros: En términos generales es un indicador que refleja qué tan bien se están usando los recursos de una economía en producción de bienes y servicios.

La mayoría de las definiciones o la manera de expresar la productividad tiene uso principalmente en el sector industrial o manufacturero, donde los productos son bienes tangibles. En el 2004, Grönroos y Ojasalo presentan la siguiente definición de productividad de servicios: “Grado de eficiencia en que los recursos de entrada al proceso (manufactura o servicios), son transformados en resultados económicos para el proveedor de servicios y en valor para los clientes”, el cual se incorpora al cliente como un valor importante (Martínez & Camacaro, 2014, p.34).

### **2.3.2. Factores que Influyen en la Productividad en el Sector Servicios**

La productividad en servicios tiene que ser controlada tanto por mediciones externas como internas, donde las externas se orientan a la satisfacción del cliente y las internas a los costos que se utilizan para alcanzar una cierta calidad percibida en los servicios.

En investigaciones sobre productividad en servicios de diferentes autores se han definido diferentes factores de entrada y salida, con el fin de realizar propuestas para medir esta propiedad. Desde el punto de vista del cliente, como elementos de entrada en la evaluación de la productividad se consideran el tiempo, esfuerzo emocional, la calidad del esfuerzo y la participación del mismo, siendo la satisfacción del cliente y la calidad percibida, las salidas

comunes consideradas en las propuestas evaluadas, los cuales son de naturaleza intangible (Martínez & Camacaro, 2014, p.37).

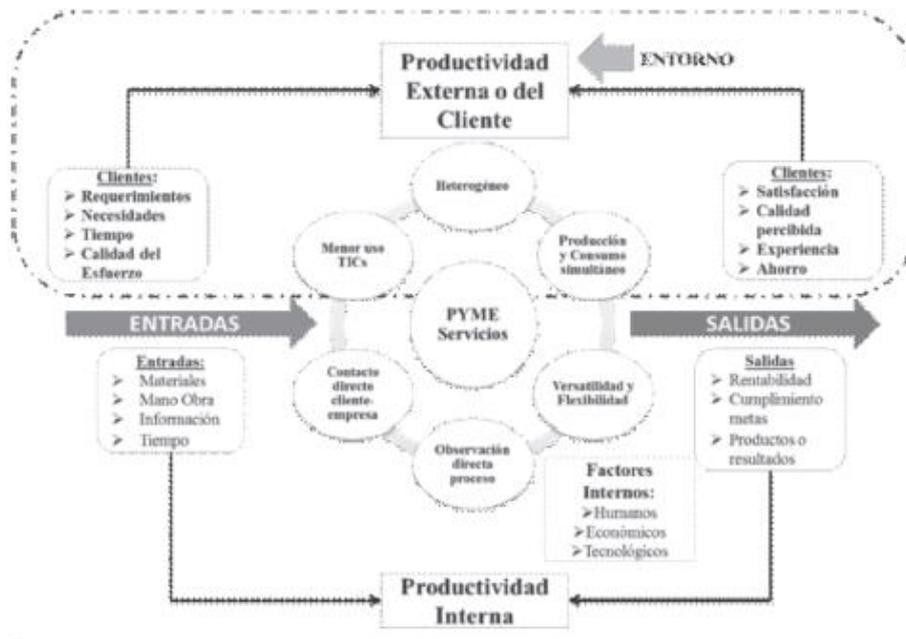


Figura 3 Propuesta de productividad del Sector Servicio

Fuente: Martínez & Camacaro (2014)

### 2.3.3. Eficacia

La eficacia hace referencia a la correspondencia entre unos resultados y el sistema de significados. Tales resultados son satisfactorios sin cumplen en grado suficiente lo previsto en el sistema de significados, es decir si se consigue lo que se pretende. Es manifiesto que estos resultados tienen una valoración en términos económicos principalmente cuando nos referimos a las organizaciones de producción de bienes y servicios (Fernandez & Sánchez, 1997, p.68).

En términos económicos, la eficacia se refiere a la capacidad de satisfacer los deseos y necesidades de la sociedad, de los seres humanos, a través del suministro de productos, bienes y servicios.

#### 2.3.4. Indicadores de la eficacia organizacional

- **Índices subjetivos:** Efectividad percibida, evaluaciones de los supervisores y de los compañeros, etc.
- **Medidas económicas:** Coste por unidad de output, ventas, ganancias, etc.
- **Medidas psicológicas:** Satisfacción, implicación, motivación, actitudes, moral, etc.
- **Recursos humanos:** Rotación, acción disciplinar, etc.
- **Cantidad de outputs:** Producción, número de libros, número de patentes, etc.
- **Calidad de output:** Nuevas ideas, aumento de propuestas de soluciones, etc.
- **Realización de la tarea:** Tiempo para la realización, horario, ritmo de trabajo, etc.
- **Medidas ambientales:** Cantidad de recursos obtenidos, contribución a la sociedad, etc.
- **Medidas políticas:** Cantidad de poder, control, etc.

#### 2.3.5. Eficiencia

La eficiencia concierne la forma en la se logran los objetivos, basándose en la relación inputs utilizados-outputs obtenidos. La eficiencia se define, generalmente, bien como la razón entre los inputs y los outputs, la cantidad de recursos empleados en la producción de un output organizacional, bien como la capacidad técnica de una organización para minimizar los costos en transformar inputs específicos en outputs aceptables. Es la capacidad de una organización para obtener productos con el uso mínimo de recursos y sus medidas vienen siempre en términos de relaciones tales como costos/beneficios, costo/tiempo, esfuerzos/resultados, etc. Son los costos incurridos en el logro del objetivo (Fernandez & Sánchez, 1997, p.63).

### 2.3.6. Diferencia entre eficacia y eficiencia

La distinción entre eficiencia y eficacia se basa en que la eficiencia caracteriza algo que se hace como corresponde, hacer las cosas correctas, lo mejor posible, la mejor manera por la cual las cosas deben ser hechas o ejecutadas a fin de que los recursos sean aplicados de la forma más racional. La eficacia implica otra cuestión: si en definitiva ese algo debe realizarse, hacer lo que se tiene que hacer, si las cosas bien hechas son las que deberían ser hechas. Por supuesto, la eficiencia es una condición necesaria para lograr los objetivos fijados y, por tanto, para asegurar un nivel de eficacia.

La empresa ha de considerarse, simultáneamente, tanto desde el punto de vista de la eficacia como de la eficiencia. La una centrada en el alcance de resultados, la otra centrada en la utilización de los recursos. El ideal sería una empresa eficiente y eficaz, pero no siempre se consigue este ideal. Una empresa puede ser eficiente en sus operaciones y puede no ser eficaz, o viceversa, puede ser deficiente en sus operaciones, y a pesar de eso es eficaz. Puede también no ser eficiente ni eficaz (Fernandez & Sánchez, 1997, p.64).

## 2.4. Metodología Lean Six Sigma

### 2.4.1. Definición

Se define según sus términos principales:

**Lean** = eficiencia y velocidad (herramientas y métodos para aumentar la velocidad en los procesos)

**Six Sigma** = calidad (proceso estadístico para aumentar la calidad)

**Lean Six Sigma** (la combinación permite aumentar la velocidad y calidad, y conseguir que cualquier proceso sea más ágil, productivo y rentable).

**Sistema de Gestión Lean Six Sigma** (un sistema de gestión sólida e integrada en toda la empresa para toda la empresa).

#### 2.4.2. Lean Manufacturing

Gisbert (2015), afirma que Lean Manufacturing es la filosofía que se apoya en una serie de técnicas cuya finalidad es la de la mejora de la productividad de la empresa, soportada por un conjunto de herramientas:

- Ayudarán a eliminar todas las operaciones que no agreguen valor al producto, servicio y procesos.
- Aumentarán el valor de cada actividad realizada, eliminando lo que no se requiere
- Reducirán desperdicios y mejorarán las operaciones, basándose siempre en el respeto al trabajador
- Obtendrán así mejoras tangibles, medibles y significativas de la competitividad.

Así pues, la filosofía Lean conseguirá en la empresa:

- La eliminación planeada de todo tipo de desperdicio.
- El respeto por el trabajador
- Mejora consistente de productividad y calidad

### 2.4.3. Los Residuos (Muda)

Para Socconini & Reato (2019), muda es una palabra japonesa que significa “desperdicio” o “sin valor”, algo por lo que nadie quiere pagar. La reducción de éstos es una forma efectiva de aumentar la rentabilidad.

Desde el punto de vista de un cliente, un trabajo valioso es un proceso que agrega valor al producir bien o brindar un servicio por el cual el cliente está dispuesto a pagar. Sin embargo, muda es cualquier proceso que consume más recursos de los necesarios y produce desechos. El desperdicio reduce la productividad. Por lo tanto, si se reconoce y se elimina el desperdicio, se aumentará el nivel de productividad.

Uno de los principales objetivos de la empresa basada en el Lean Six Sigma es conocer, detectar y eliminar sistemáticamente todos los desechos de cada proceso, ya que éstos reducen la capacidad y constituyen un grave problema para la gerencia, los mandos intermedios y plantilla de la empresa en general.

El sistema de gestión Lean Six Sigma brinda unos resultados excelentes siempre y cuando podamos identificar y eliminar o reducir los residuos que generan en cada fase del flujo de valor y en las diferentes áreas de la empresa. Según los autores Socconini & Reato (2019), entre los 10 principales tipos de residuos están:

1. **Superproducción:** Básicamente superproducción significa producir un activo o un servicio más de lo que se necesita o antes de que sea necesario, también se refiere a producir un activo o un servicio con mayor rapidez de lo que se requiere.

2. **Exceso de inventario:** Se refiere a todos los materiales, tareas o productos que exceden a cuanto se considera necesario para satisfacer la demanda del cliente, también al exceso de inventario se utiliza para cubrir algunas ineficiencias de la empresa.
3. **Defectos y repetición de tareas:** Se denomina de varias formas como son: la pérdida de recursos cuando se produce un artículo o un servicio defectuosos, demasiada gente que inspecciona, trabaja o repara, a la calidad cuestionable del producto o servicio y a la poca interacción entre cliente y proveedores.
4. **Movimientos innecesarios:** Se refiere a las personas que se mueven de un punto a otro en el lugar de trabajo o en toda la empresa más allá de lo necesario para aportar valor al producto (a menos que este movimiento contribuya a la transformación o el beneficio para el cliente), a la gente que va de un lado a otro en busca de materiales o herramientas, también a las personas que van de un lado a otro en busca de personas, documentos o información innecesaria.
5. **Actividades Innecesarias:** Esta muda se refiere a varios motivos entre los principales están; al trabajo superfluo, pues no proporciona valor ni la norma lo prescribe, a la existencia aparente de varios cuellos de botella en el proceso, al exceso de inspecciones o verificaciones, a la falta de especificaciones claras por parte del cliente.
6. **Esperas y búsquedas:** Es el tiempo que se pierde mientras se espera instrucciones, documento, materiales, herramientas, etc., o cuando una tarea obliga a buscar algo, también a quien se encarga de la máquina aguarda a que se termine su ciclo de procesamiento y a la máquina espera a que la persona a su cargo finalice su ciclo.
7. **Talento desperdiciado:** Conocimiento, experiencia, creatividad e ideas innovadoras que no se comparten ni se utilizan por ello el personal no se siente valorado y esto causa

inseguridad a la hora de proponer nuevas ideas, pocas o ninguna sugerencia de mejora de persona al año e inestabilidad y alta rotación de personas.

8. **Energía desperdiciada:** Con frecuencia, las empresas desperdician energía y ni siquiera se dan cuenta. La energía es a menudo un fluido que se transforma en trabajo como el gas, el combustible o la electricidad. También está incluido en el ámbito de producción: muchas fugas de aire en la planta e inicio incorrecto de cada máquina, instalación incorrecta de las maquinarias.
9. **Contaminación:** Generación de residuos peligrosos sin control adecuado, contaminación del aire, agua, emisión de polvo contaminante
10. **Transporte de materiales y herramientas:** Todos los movimientos de materiales que no contribuyen directamente a un servicio o una tarea de producción, además se refiere al exceso de manejo de equipo material en carretillas elevadoras y demasiados lugares de almacenamiento.

#### 2.4.4. Lean Six Sigma

Socconini & Reato (2019), afirman que con este término se conoce una filosofía empresarial centrada en la satisfacción del cliente. Se desarrolló a finales del año 1980 con la necesidad de superar a sus competidores japoneses que habían alcanzado el nivel 4 sigma (99 partes por millón de buenos productos) en un momento en que la industria mundial se encontraba en un nivel de 3 sigma (93ppm).

En la aplicación de la metodología Lean Six Sigma se debe tener en cuenta no solamente la parte metodológica sino también las medidas de calidad debido a que la sigma por ser un símbolo de desviación estándar describe la variación que existe en un conjunto de

datos, es por ello que mientras más grande es el valor sigma del proceso de mantenimiento preventivo mayor será su calidad y lograr así la calidad sigma que significa solo 3.4 defectos por millón de oportunidades (DPMU) (Terrés, 2007).

Tabla 3  
*Comparación de Nivel Sigma con respecto al DPMU*

NIVEL SIGMA	DPMU
6	3.4
5	233
4	6210
3	66807
2	308537
1	690000

Fuente: Elaboración Propia

La letra sigma ( $\sigma$ ) se emplea para medir la variación estadística. Los niveles de mejora del Six-Sigma, indican el porcentaje de error de un proceso. Los procesos son evaluados en base a criterios que se representan en niveles (Six-Sigma: desde el nivel  $1\sigma$  al nivel  $6\sigma$ ), obteniéndose la distribución de datos y los porcentajes de error en la siguiente gráfica (Lopez, 2001).

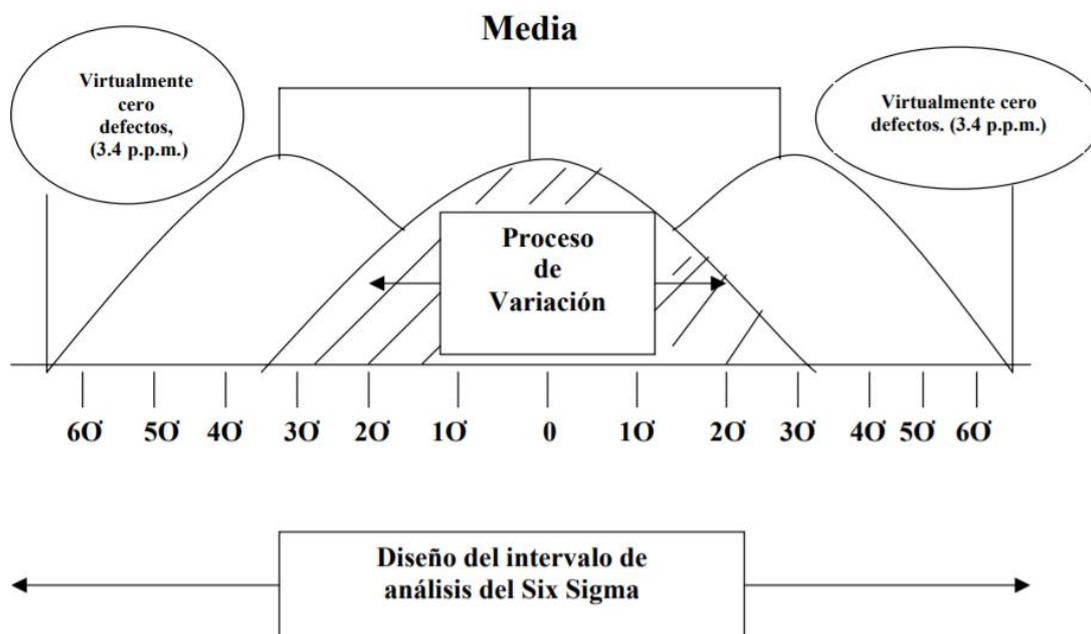


Figura 4 Representación gráfica de los niveles de la mejora Six-Sigma

Fuente: Gustavo Lopez - METODOLOGÍA SIX-SIGMA: CALIDAD INDUSTRIAL

El sistema Six Sigma se basa en la metodología DMAMC (DMAIC en inglés) que permite desarrollar mejorar siguiendo los siguientes pasos:

- **Definición:** del problema, del valor para el cliente, del equipo y del proyecto.
- **Medición:** del rendimiento mediante un mapa del proceso en el que se determine la fiabilidad de los datos.
- **Análisis:** en el que se identifican las fuentes de variación y las raíces del problema.
- **Mejora:** desarrollo de cambios para mejorar el rendimiento.
- **Controlar:** para mantener las mejoras realizadas.

Si se combina el Lean Six Sigma con otros elementos, puede convertirse en una filosofía, una metodología y un conjunto de herramientas muy potentes que permitan integrar la experiencia acumulada durante todo el proceso de mejora (*Socconini & Reato, 2019*).

#### **2.4.5. Aplicaciones**

El sistema de gestión Lean Six Sigma puede aplicarse prácticamente en cualquier sector, tales como las vinculadas a la agricultura, automotriz, construcción, hotelería, minería, sanidad, educación, así como las prestadoras de servicios.

### **2.5. Manufactura Esbelta**

#### **2.5.1. Definición**

Uno de los conceptos mejor estructurados y más simplificados es: Una manera simple de mejorar las operaciones o actividades de cualquier sistema de producción. Lean es hacer más con menos y con menos esfuerzo, (menos esfuerzo humano, menos equipamiento, menos tiempo y menos espacio), es un sistema integrado de principios y métodos, una filosofía de gestión de la empresa que lleva a la perfección de todo el sistema.

Si su implementación se lleva a cabo de manera correcta, la empresa tendrá como resultados la eliminación de todas las operaciones que no agreguen valor al producto, servicio y a procesos, el aumento del valor de cada actividad realizada, eliminando lo que no se requiere, la reducción de los desperdicios y mejorarán las operaciones, basándose siempre en el respeto al trabajador, al igual que se obtendrán mejoras tangibles, medibles y significativas de la competitividad (*Ibarra & Ballesteros, 2017*).

### 2.5.2. Beneficios

Según Ibarra & Ballesteros (2017), entre los beneficios están:

- Mejora de la productividad: El incremento de la eficiencia dará como resultado producir más productos o bienes con el mismo capital.
- Reduce desperdicios: La optimización en los sistemas de producción conlleva a una reducción en los residuos y un menor número de desperfectos en los productos.
- Los plazos de ejecución se ven disminuidos: el proceso comercial será capaz de abarcar más carga de trabajo gracias a la disminución en los plazos de ejecución del proceso productivo. También asegurará una rápida disponibilidad del producto en el mercado.
- Mejora del servicio al cliente: éste se ve beneficiado gracias a que la técnica de la Manufactura Esbelta hace posible que la entrega del producto sea en el momento, tiempo y lugar que el propio cliente lo precise.

### 2.5.3. Herramientas de la Manufactura Esbelta

Entre las principales herramientas están:

#### ✓ Las 5'S

El concepto de las 5'S no debería resultar nada nuevo para ninguna empresa, pero desafortunadamente sí lo es, o bien ha tratado de ser implementada en varias ocasiones y todas de esas fallidas, que el concepto se encuentra desvirtuado. La herramienta de 5'S es una concepción ligada a la orientación hacia la calidad total que se originó en el Japón bajo la visión de Deming hace más de cuarenta años y que está incluida dentro de lo que se conoce como mejoramiento continuo o gembu kaizen. El concepto de 5's en esencia se refiere a la creación

y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, organizadas y seguras, es decir, se trata de imprimirle mayor "calidad de vida" al trabajo, puesto que es una mejora realizada por la gente para la gente (González, 2007).

Las 5'S provienen de términos japoneses que diariamente ponemos en práctica en nuestras vidas cotidianas y no son parte exclusiva de una "cultura japonesa" ajena a nosotros, es más, todos los seres humanos, o casi todos, tenemos tendencia a practicar o hemos practicado las 5'S, aunque no nos demos cuenta.

Las 5'S son:

- **Seiri:** Separar
  
- **Seiton:** Ordenar e Identificar
  
- **Seiso:** Limpieza
  
- **Seiketsu:** Estandarizar
  
- **Shitsuke:** Sistematizar o disciplina

La poca aplicación de estos conceptos, principalmente en empresas manufactureras y de producción en general, en las que pocas veces (más bien nunca) se recibe al cliente final en sus instalaciones, es generalizada, lo cual no deja de ser preocupante, no solo en términos del desempeño empresarial sino humanos, ya que resulta degradante, para cualquier trabajador, desempeñar su labor bajo condiciones insanas. Este hecho hace pensar que bajo estos entornos será difícil alcanzar niveles de productividad y eficiencia elevados, lo que pone de presente la necesidad de aplicar consistentemente las 5'S en nuestra rutina diaria, siempre será mejor desarrollar nuestras actividades en ambientes seguros y motivantes (González, 2007).

✓ **SMED (Single Minutes Exchange of Die – Cambios Rápidos)**

Actualmente se exige una producción que pueda adaptarse rápidamente a la demanda, por lo que las empresas deben ser capaces de iniciar la fabricación de un producto en el mismo momento en que reciben el pedido del cliente. Para conseguir esto, es preciso tener un plazo de fabricación muy corto. Según nos dice González (2007), el tiempo de fabricación se puede descomponer en varios tiempos sucesivos:

- Tiempo de Elaboración
- Tiempo de espera entre procesos sucesivos
- Tiempo de Transporte

Reducir cualquiera de estos tiempos supondrá reducir el tiempo de fabricación. Y aquí es donde la metodología de cambios rápidos nos puede ayudar:

- Para reducir el tiempo de elaboración se puede: Eliminar la producción por lotes. Buscar la producción por unidades. Esto exige normalmente modificar el Lay-Out y tener trabajadores polivalentes que puedan realizar varias funciones cada uno. Reducir el tiempo de preparación o cambio de útiles (SMED)

- Para reducir el tiempo de espera es necesario eliminar las causas que originan dicha espera: Desequilibrio en el tiempo de producción entre procesos, que en el último caso puede ser debido a la distinta aptitud de los operarios o los diferentes capacidades de las máquinas. Habrá que estandarizar operaciones

- Finalmente para reducir el tiempo de transporte se puede optar por cosas como pasar de una distribución en planta por procesos a una distribución por producto, utilizar nuevos

medios de transporte (cintas transportadoras, vehículos guiados) o la reducción del tiempo de preparación (SMED).

SMED es un proceso dirigido paso a paso para mejorar la eficiencia y exactitud del trabajo de cambios. Incluye procedimientos técnicos bien documentados.

El propósito que busca esta herramienta es muy simple: Incrementar flexibilidad y estar disponible para reaccionar rápidamente a las necesidades de nuestros clientes y reducir los inventarios (González, 2007, p.97).

#### ✓ **TPM (Mantenimiento Productivo Total)**

Es un sistema integral de actividades para mejorar la capacidad de las áreas a través de la eliminación de pérdidas que se presentan en el área de trabajo. Es un sistema donde cada uno de los elementos contribuye a la búsqueda de la perfección de las operaciones de la planta como a través de acciones ordenadas y con metodología específica que permite eliminar las pérdidas de los sistemas productivos (González, 2007, p.100).

Esta herramienta enfocada a eliminar los tiempos muertos de la maquinaria consiste en siete pasos:

**1.** Limpieza básica de maquina o equipo. Llevar cabo limpieza por usuarios y administración trabajando juntos. Identificar y resaltar defectos y puntos débiles. Establecer reglas para una limpieza fácil y periódica, así como el sostenimiento mínimo para mantener los resultados.

**2.** Prevención de fuente de contaminación. Eliminar defectos encontrados en el paso 1. Identificar y eliminar fuentes de contaminación y suciedad mediante uso de técnicas

sistemáticas de análisis (ej. Análisis 5 Porque, Pareto, Diagrama de pescado, etc.). Integrar operadores paso a paso en el proceso de mantenimiento.

3. Estándares de limpieza y reparación. Crear y aplicar estándares que prevengan contaminación y suciedad. Garantizar el mantenimiento regular y reducir tiempos de limpieza y espera.

4. Capacitación para reparaciones independientes por operadores. Entrenar a los operadores en detectar componentes defectuosos y cuando estén funcionando mal para iniciar las mediciones correctas (ej. Desempeño de mantenimiento autónomo, reparaciones menores o llamar al personal de mantenimiento de manera oportuna)

5. Reparación independiente por operadores. El operador entrenado será el responsable de realizar el mantenimiento, durante los paros programados, así como en cualquier falla que se presente durante la operación continua, la responsabilidad del tiempo muerto causado por averías depende de él, se recomienda instalar sistemas de poka yokes para prevenir cualquier error y por lo tanto corregir la falla, antes de que esta genere algún tipo de defecto en el producto.

6. Estándares para asegurar procesos. Todo lo que se ha realizado deberá de estar documentado, asegurándose de mantener siempre las mejoras bajo el método científico y validar que los procesos siempre se realizan de la misma forma.

7. Uso del Mantenimiento Autónomo. Lo que esta herramienta en general invita a hacer, es que el operador tome la responsabilidad del mantenimiento de su equipo trabajando en equipo con Mantenimiento, Coordinadores e Ingeniería para incrementar la efectividad general del equipo. Se recomienda tener indicadores claros para poder determinar quién es el responsable de detonar el trabajo en equipo, ejemplo una deficiencia causada por un cambio de

tipo en la máquina, producción deberá de gestionar los esfuerzos, en cambio en un tiempo muerto causado por una falla en la maquinaria, el que iniciara la gestión de los apoyos será mantenimiento, en una primera etapa y en una segunda etapa producción ya que en una etapa avanzada de TPM el departamento de producción también será responsable del mantenimiento, debido al empowerment basado en las habilidades de mantenimiento adquiridos por los operadores de producción (González, 2007).

Para implementar la herramienta se requiere, de un gran esfuerzo por parte del departamento de mantenimiento, ya que esta área es la encargada de documentar todos los procedimientos de reparaciones, mejoras, lubricaciones, etc. Así como de tener un sistema inteligente donde cada pieza del almacén se tenga dada de alta con características como duración, donde se usa, cuando debe cambiarse, tiempo de uso, etc. Ellos serán los encargados de entrenar al resto del personal operativo en cada uno de los procedimientos generados y después serán auditores y asesores durante el mantenimiento, participarán en las reuniones para mejorar los procedimientos y recibirán retroalimentación al término de cada acción de mantenimiento para verificar que el sistema y el procedimiento no requiera ningún cambio y permitirse seguir siendo vigente (González, 2007, p.102).

#### ✓ **Value Stream Mapping (VSM)**

Mapeado del flujo de valor es una herramienta que mediante íconos y gráficos muestra en una sola figura la secuencia y el flujo de material e informaciones de todos los componentes sub-ensambles en la cadena de valor que incluye manufactura, suplidores y distribución al cliente.

Esta herramienta no solo ve un proceso en específico, sino que presenta una imagen global de todo el sistema buscando optimizarlo completo. Es una representación “puerta a

puerta”, incluyendo la entrega al cliente y recepción de partes y materia prima. Es una guía para iniciar a implementar los principios de Lean y mapear una situación futura o ideal.

La situación futura se hace respondiendo a una serie de preguntas, que ayudan a entender el flujo actual y lograr crear un flujo continuo entre todos los procesos. Por último, se hace la definición e implementación del plan de trabajo, detallado por año y meses para alcanzar el mapa futuro (Tejeda, 2011).

Value Stream Mapping se ha vuelto muy popular en los últimos años, sin embargo, alegan que esta técnica de Lean Manufacturing presenta algunos inconvenientes, como que demanda mucho tiempo o que no es ideal para lidiar con un proceso de producción dinámico. Es por esto por lo que los autores plantean agregar nuevos elementos al método de VSM, como es el uso de un simulador y algoritmos para convertir la requisición de materia prima y la información de un VSM en bases de datos. En sus investigaciones analizaron los efectos de implementar Lean usando un simulador de VSM analizaron la aplicabilidad de VSM en el rediseño de sistemas productivos. La investigación se llevó a cabo analizando seis compañías. Los autores confirmaron la viabilidad del uso de la herramienta, establecieron los recursos requeridos para el proceso de aplicación y explican las diferencias entre los conceptos teóricos propuestos por VSM y su aplicación práctica en el mundo real (Tejeda, 2011).

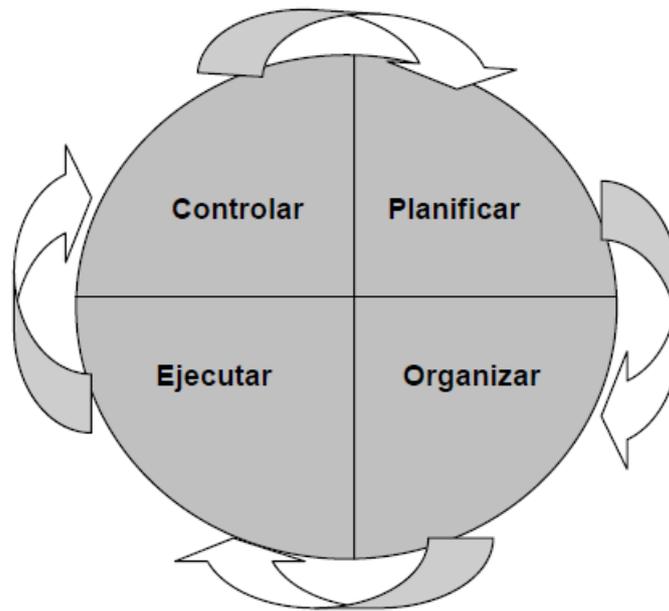
## **2.6. Mantenimiento**

### **2.6.1. Definición**

Según Rodríguez (2012), es un conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible con la finalidad de buscar la más alta

disponibilidad con el máximo rendimiento, para ello es necesario tener una gestión de mantenimiento.

La gestión de mantenimiento abarca el cumplimiento de un conjunto de funciones: la planificación, la organización, la ejecución y el control.



*Figura 5* Ciclo de Gestión de Mantenimiento

Fuente: Antonio Rodriguez – Manual de Gestión de Mantenimiento

### 2.6.2. Importancia

La importancia de una gestión de mantenimiento nos permite:

Reducir costos debido a la competencia, es por ello que se requiere optimizar el consumo de materiales y el empleo de mano de obra. Para ello es importante estudiar el modelo de organización que mejor se adapta a las características de cada empresa.

Implementar diversas técnicas de mantenimiento que van apareciendo durante el tiempo y mediante un estudio interno en cada empresa implantar el más adecuado y desarrollarla.

Algunas de las más usadas son TPM (Mantenimiento Productivo Total), RCM (Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad), sistema GMAO (Gestión de Mantenimiento Asistido por un Ordenador).

Aplicar estrategias y directrices en cada departamento que sean acordes a los objetivos planteados por los directivos de cada empresa.

Gestionar técnicas e incluirlos en la forma de trabajo de cada departamento de mantenimiento para garantizar la calidad, la seguridad y las interrelaciones con el medio ambiente (Rodríguez, 2012, p.22).

### **2.6.3. Tipos de Mantenimiento**

Tradicionalmente se han distinguido 5 tipos de mantenimiento, que se diferencian entre sí por el carácter de las tareas que incluyen, estas son:

- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento hard time o cero horas
- Mantenimiento en uso

### **2.6.4. Mantenimiento Preventivo**

García (2010), nos dice que: “es el mantenimiento que tiene como misión mantener el un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las correcciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno” (p.15).

Según dice Rodríguez (2012), el Sistema de Mantenimiento Preventivo (MPP) puede ser definido como una lista completa de actividades de mantenimiento para asegurar el correcto funcionamiento de la planta, máquinas y equipos mediante el mantenimiento técnico racional, cambio y reparación de las piezas y conjuntos desgastados, realizados bajo un plan de mantenimiento detallado y con las programaciones que permitan su ejecución y control, elaborado con anterioridad.

Este sistema tiene como objetivo evitar el desgaste o deterioro prematuro de los activos físicos minimizando el impacto del proceso de degradación que sufren los equipos. Con sus actividades programadas, se persigue mantener el activo, en todo instante, con la condición operativa para al cual fue diseñado. Bajo este sistema el personal de mantenimiento se encarga de la planificación y el control, además de programar las inspecciones y reparaciones antes de que ocurran las averías o desperfectos de las máquinas y equipos.

Como su nombre lo indica el MPP se diseñó con la idea de prever y anticiparse a los fallos de las máquinas y equipos, utilizando para ello una serie de datos sobre los distintos sistemas y sub-sistemas e inclusive partes (Rodríguez, 2012).

#### **2.6.5. Organización del Mantenimiento Preventivo Planificado**

Rodríguez (2012), afirma que con el objetivo de llevar a cabo con éxito la organización del MPP de los activos físicos (equipos, maquinarias, etc.) se requiere que a nivel de empresa se cumplan los aspectos siguientes:

Codificar o clasificar los activos físicos, facilitando de esa forma su fácil chequeo y la planificación de los trabajos que hay que realizarse al identificarlos, mediante un número o un código determinado. La codificación utilizada por el taller de mantenimiento debe ser la misma que utilice el departamento de planificación, y el departamento de control de producción.

Además, debe reflejar la tecnología del activo físico, el taller y sector donde está físicamente ubicado y las dimensiones del mismo.

Llevar un registro técnico de los activos físicos de forma conocida como carpeta del activo donde se registre:

- a) Los datos técnicos –económicos;
- b) El ciclo de mantenimiento y el plan de MPP;
- c) Las anotaciones sobre las reparaciones y cambios de piezas;
- d) La lista de piezas y normas de duración;
- e) Los reglamentos de trabajo de revisiones y reparaciones;
- f) Los reglamentos de lubricación;

Esta carpeta debe ser confeccionada para cada activo físico y llevarse su actualización periódicamente.

Debe dársele al trabajo que realiza el personal de mantenimiento la máxima importancia, ya que del mismo depende que se cumpla lo programado en el plan de producción de la empresa.

Debe utilizarse pizarras o gráficos visuales donde se registre el programa de mantenimiento y el control de los mismos.

#### **2.6.6. Ventajas del Mantenimiento Preventivo Planificado**

Rodriguez (2012), supone un grupo significativo de ventajas para la aplicación del Mantenimiento Preventivo Planificado, la cuales son:

Implementación de la metodología Lean Six Sigma para aumentar la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Ascensores Schindler del Perú S.A.

- Si se hace correctamente, exige un conocimiento de las máquinas y un tratamiento de los históricos que ayudará en gran medida a controlar la maquinaria e instalaciones.
- El cuidado periódico conlleva a un estudio óptimo de conservación con la que es indispensable una aplicación eficaz para contribuir a un correcto sistema de calidad y a la mejora continua.
- La reducción del mantenimiento correctivo representará una reducción de costos de producción y un aumento de la disponibilidad, esto posibilita una planificación de los trabajos del departamento de mantenimiento, así como una previsión de los recambios o medios necesarios.
- Se concreta de mutuo acuerdo el mejor momento para realizar el paro de las instalaciones con producción.
- Contribuye a disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.
- Evita detenciones inútiles o parada de máquinas.
- Evita accidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Logra conservar los activos físicos productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Alcanza o prolonga la vida útil de los activos físicos.
- Se logra una disminución del tiempo muerto o tiempo de parada de equipos/máquinas.

### **2.6.7. Desventajas del Mantenimiento Preventivo Planificado**

Independientemente de las ventajas que supone la aplicación del MPP, Rodríguez (2012), también ha detectado un grupo de elementos limitantes que motivan la existencia de detractores al mismo, entre ellas se destacan:

- Los ciclos que se planifican no siempre son los más adecuados para cada equipo y se requiere su revisión periódicamente.
- Muchas veces se desarman equipos sin necesidad real y entre el desarme y arme posterior se corren riesgos de roturas y errores que pueden ser de gran envergadura.
- El gasto de piezas, materiales y otros recursos en que se incurre es considerable y en ocasiones no responde a las necesidades reales.
- El MPP es un sistema caro, con alta carga de trabajo burocrático, que ha sido adoptado como sistema único y adaptado muchas veces, sin los estudios necesarios, a cualquier tipo de equipo, por todo lo cual el gasto de piezas, materiales y otros recursos es considerable.
- Los trabajos rutinarios cuando se prolongan en el tiempo producen falta de motivación en el personal, por lo que se deberán crear sistemas imaginativos para convertir un trabajo repetitivo en un trabajo que genere satisfacción y compromiso, la implicación de los operarios en los mantenimientos preventivos es indispensable para el éxito del plan.
- Representa una inversión inicial en infraestructura y mano de obra. El desarrollo de planes de mantenimiento se debe realizar por técnicos especializados.

- Si no se hace un análisis correcto del nivel de mantenimiento preventivo, se puede sobrecargar el costo de mantenimiento sin mejoras sustanciales en la disponibilidad.
- Requiere personal de oficina, exige personal especializado en la función de reparación y mantenimiento.
- Tiene la tendencia a mantener en funcionamiento una fábrica que está tecnológicamente obsoleta.

#### **2.6.8. Mantenimiento Basado en la Fiabilidad (RCM)**

El mantenimiento basado en la fiabilidad (reliability centered maintenance-RCM) surge en los años sesenta, como respuesta a los problemas en aquellos entonces planteados: crecientes costes de mantenimiento, bajos niveles de disponibilidad, insatisfactoria efectividad del mantenimiento preventivo, etc. Básicamente utiliza los conocimientos y experiencia del personal de mantenimiento y producción para identificar, a partir de las metas de producción, los requerimientos de mantenimiento de cada unidad operativa, optimizar los rendimientos de esas unidades y alcanzar los resultados esperados. Es apropiado para equipos grandes y complejos, cuyos fallos conllevan riesgos económicos, de seguridad o medioambientales (Cárcel, 2016, p.71).

El RCM establece el proceso de las tareas de mantenimiento programado (preventivo) tratando de eliminar las causas de las fallas (proactivo), sobre las bases del conocimiento del estado de los equipos (predictivo), para lo cual conlleva una continua búsqueda de información y conocimiento, que promueva la mejora de la confiabilidad del activo (figura 6), motivando la mejora continua y la mayor eficiencia de los equipos e instalaciones (Cárcel, 2016, p.72).

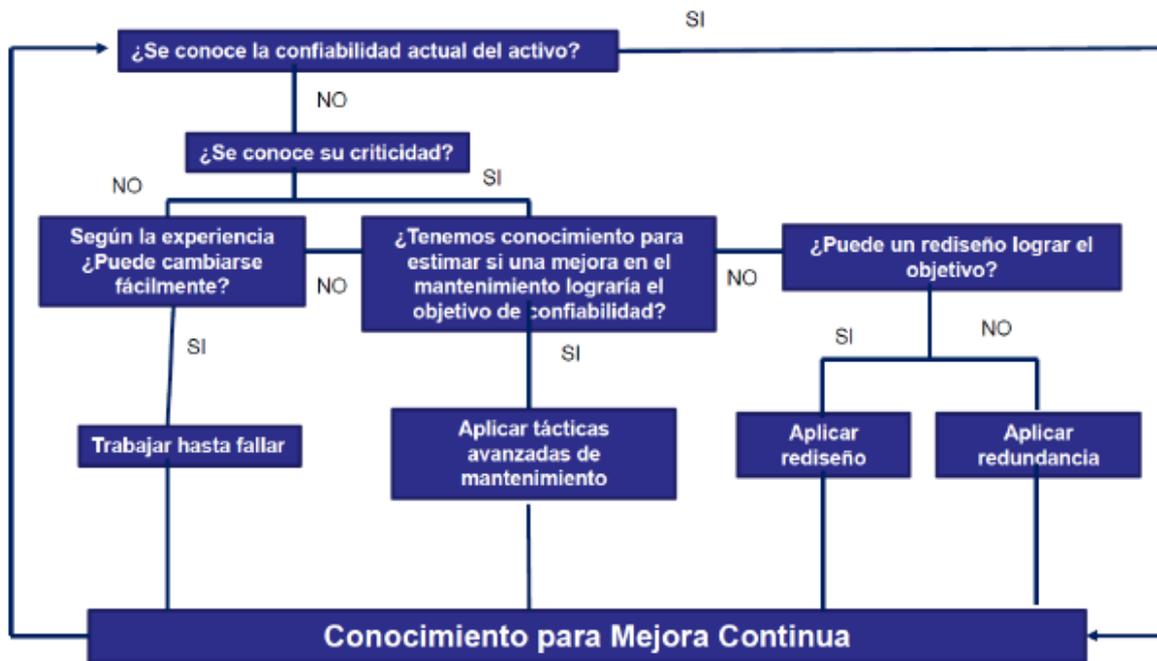


Figura 6 Búsqueda continua del conocimiento RCM

Fuente: Francisco Cárcel – Características de los Sistemas TPM y RCM en la Ingeniería de Mantenimiento

### 2.6.9. Administración de Calidad Total (TQM)

Administración de la calidad total es la prevención, de manera de eliminar los problemas antes que estos aparezcan. Se trata de crear un medio ambiente en la empresa que responda rápidamente a las necesidades y requerimientos del cliente. Por eso es que todos los integrantes de la organización deben conocer la manera de crear valor y cuál es su rol en este proceso. Esto incluye a todos con quien interactúa la empresa dentro y fuera de la organización, ampliando los límites de análisis (Carro & González, 2012).

El TQM se focaliza en las necesidades del cliente y en la mejora continua de los procesos. Cada proceso sea operacional, administrativo o interdepartamental, es continuamente definido y mejorado. Esto hace que a veces las salidas superen las expectativas que tienen los clientes de una organización.

Implementación de la metodología Lean Six Sigma para aumentar la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Ascensores Schindler del Perú S.A.

Podemos decir a modo de síntesis, que el TQM es una manera de gerenciar toda una organización interpretando que el fin de esta es lograr satisfacer los requerimientos de sus consumidores o clientes por medio de mejorar la calidad de sus productos y procesos (Carro & González, 2012)

A continuación, un resumen de todas las herramientas utilizadas en la administración de la calidad total.

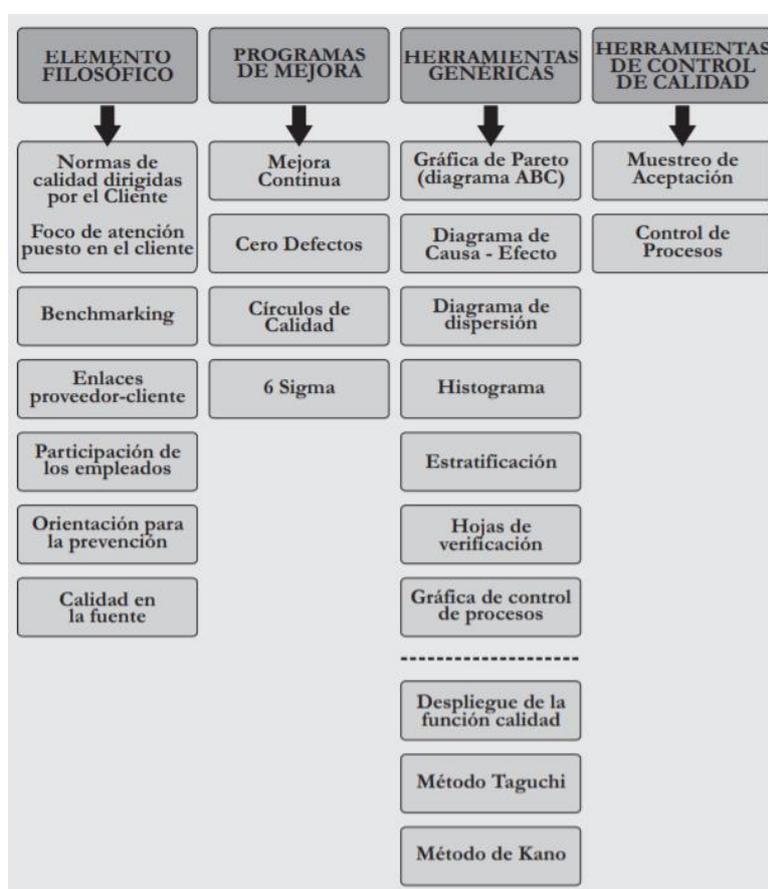


Figura 7 Herramientas de la gestión de la calidad total (TQM)

Fuente: Roberto Carro, Daniel González – Administración de la Calidad Total

## 2.7. Diagrama de Pareto

### 2.7.1. Definición

Es una gráfica donde se organizan diversas clasificaciones de datos de orden descendente, de izquierda a derecha por medio de barras sencillas después de haber reunidos los datos para clasificar las causas que demoran o dañan un proceso productivo de bien o servicio.

Se colocó dicho nombre por el Dr. Joseph Juran en honor al economista italiano Vilfredo Pareto (1848-1923) quien realizó un estudio sobre la distribución de la riqueza, actualmente es llamado también la regla 80/20, según este concepto podemos decir que el 80% de las causas resuelven el 20% del problema y el 20% de las causas resuelven el 80% del problema (Sales, 2013)

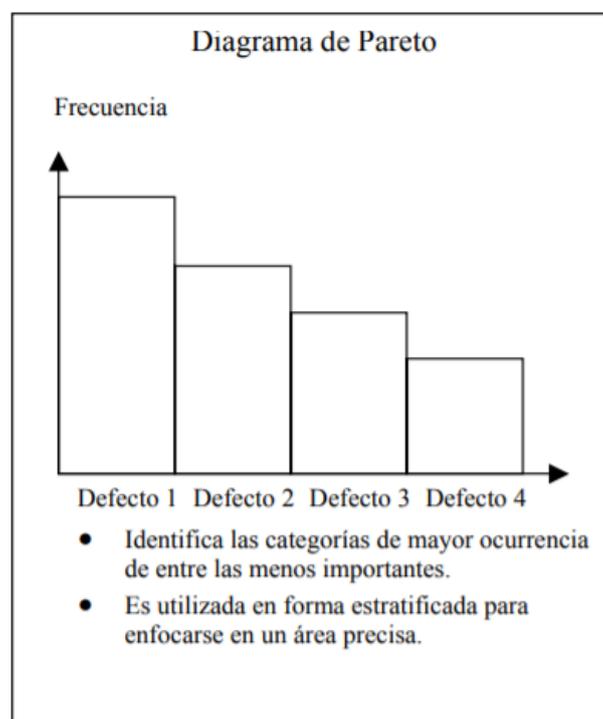


Figura 8 Diagrama de Pareto

Fuente: Gustavo Lopez - METODOLOGÍA SIX-SIGMA: CALIDAD INDUSTRIAL

### 2.7.2. Motivos de Utilización

Según nos indica Sales (2013), los motivos son:

- ✓ Al identificar un producto o servicio para el análisis para mejorar la calidad.
- ✓ Cuando existe la necesidad de llamar la atención a los problema o causas de una forma sistemática.
- ✓ Al identificar oportunidades para mejorar.
- ✓ Al analizar las diferentes agrupaciones de datos, tales pueden ser por producto, por segmento, del mercado, área geográfica, etc.
- ✓ Al buscar las causas principales de los problemas y establecer la prioridad de las soluciones.
- ✓ Al evaluar los resultados de los cambios efectuados a un proceso: antes y después.
- ✓ Cuando los datos puedan clasificarse en categorías.
- ✓ Cuando el rango de cada categoría es importante

### 2.7.3. Forma de Utilización

Según nos indica Sales (2013), la forma correcta del uso es siguiendo los siguientes pasos:

1. Seleccionar categorías lógicas para el tópico de análisis identificado (incluir el periodo de tiempo).
2. Reunir datos. La utilización de un Check List puede ser de mucha ayuda en este paso.

3. Ordenar los datos de la mayor categoría a la menor.
4. Totalizar los datos para todas las categorías.
5. Calcular el porcentaje del total que cada categoría representa.
6. Trazar los ejes horizontales (x) y verticales (y primario - y secundario).
7. Trazar la escala del eje vertical izquierdo para frecuencia (de 0 al total, según se calculó anteriormente).
8. De izquierda a derecha trazar las barras para cada categoría en orden descendente. Si existe una categoría “otros”, debe ser colocada al final, sin importar su valor. Es decir, que no debe tenerse en cuenta al momento de ordenar de mayor a menor la frecuencia de las categorías.
9. Trazar la escala del eje vertical derecho para el porcentaje acumulativo, comenzando por el 0 y hasta el 100%.
10. Trazar el gráfico lineal para el porcentaje acumulado, comenzando en la parte superior de la barra de la primera categoría (la más alta).
11. Dar un título al gráfico, agregar las fechas de cuando los datos fueron reunidos y citar la fuente de los datos.
12. Analizar la gráfica para determinar los “pocos vitales”.

#### **2.7.4. Relación con Otras Herramientas**

El Diagrama de Pareto generalmente se relaciona con:

- ✓ Diagrama de Causa y Efecto (Ishikawa)

- ✓ Check List de Revisión
- ✓ Check List de reunión de datos
- ✓ Matriz para la Planeación de Acciones

## 2.8. Diagrama Causa – Efecto (Ishikawa)

### 2.8.1. Definición

Según Valenzuela (2000), es conocido también con el nombre de espina de pescado (por su forma) es una herramienta que ayuda a estructurar la información ayudando a dar claridad mediante un esquema gráfico, de las causas que producen un problema, pero en si no identifica la causa raíz.

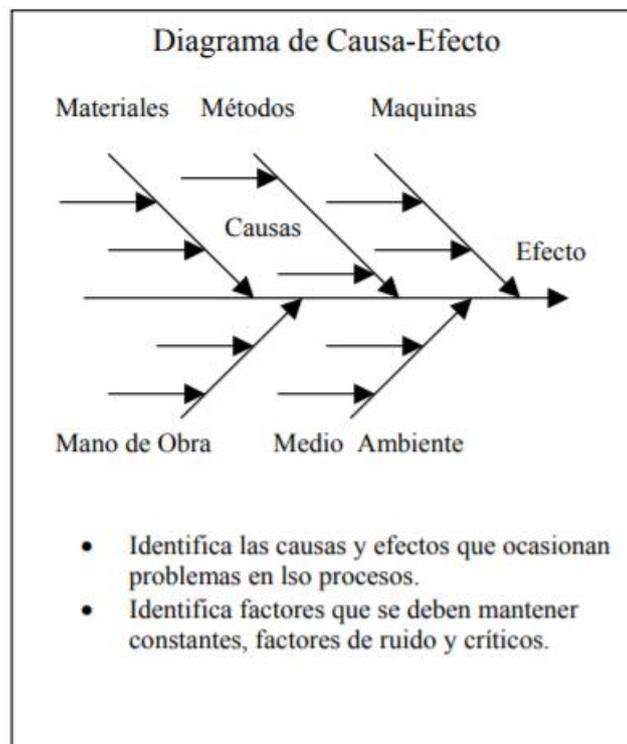


Figura 9 Diagrama de Ishikawa

Fuente: Gustavo Lopez - METODOLOGÍA SIX-SIGMA: CALIDAD INDUSTRIAL

### 2.8.2. Importancia

Según nos dice Valenzuela (2000), esta herramienta nos brinda las siguientes funcionalidades:

- ✓ Representación visual de aquellos factores que pueden contribuir a un efecto observado o fenómeno estudiado que está siendo examinado.
- ✓ La interrelación entre los posibles factores causales queda claramente especificada. Un factor causante puede aparecer repetidamente en diferentes partes del diagrama.
- ✓ Las interrelaciones se establecen generalmente en forma cualitativa e hipotética. Un diagrama Causa - Efecto es preparado como un preludio al desarrollo de la información requerida para establecer la causalidad empírica

## CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

### 3.1. Contexto general

A partir del año 2011 entré a trabajar en una empresa dedicada al rubro de ascensores y escaleras mecánicas egresado como Técnico Electrónico, pero la empresa era nueva y recién empezaba a operar, con el pasar de los días se veía muchas falencias en el servicio y principalmente que no se invertía en la seguridad e integridad en el cliente ni con el técnico (EPP's) con la finalidad de no generar egresos. Lamentablemente al no cumplir con los procedimientos básicos de seguridad tuvo como consecuencia la pérdida de vida de un compañero al realizar el servicio de mantenimiento correctivo, por ello decidí cambiar de empresa.

En el año 2015 ingresé a la empresa Ascensores Schindler del Perú como técnico de mantenimiento preventivo, rotando en diferentes zonas con diferentes Jefes de Servicio conociendo las virtudes y deficiencias de cada uno de ellos, así como también a mis compañeros técnicos de mantenimiento, trabajando con los recursos que tenía la empresa en ese entonces. Lo importante para todos en la empresa es que se respeta y mejora siempre los procedimientos de seguridad, dando confianza en el cliente como al personal técnico.

En ese año, los resultados de cumplimiento de mantenimiento no eran los esperados según nos mostraban nuestros jefes, ya que no se cumplía al 100%, además de ello el promedio de las llamadas de emergencia donde reportaban fallas de los equipos eran mayores a los esperados por el grupo y a causa de ese problema las rotaciones entre técnicos y jefes de zona eran constantes en el año perjudicando al cliente, ya que los trabajos de mantenimiento los realizaban diferentes técnicos generando desconfianza en ellos.

En el año 2016, tuve un cambio de puesto y me desempeñé como administrador de una de las zonas de mantenimiento confirmando así los problemas que ya veía siendo técnico de mantenimiento, debido a que era encargado de enviar los reportes a gerencia sobre el cumplimiento del servicio de mantenimiento en mi zona.

La zona que estaba a cargo era la zona 1 donde administraba los trabajos de mantenimiento a los diferentes edificios del estado, tales como ministerios, locales del Congreso, locales de la Policía, etc. Dar satisfacción a los clientes que pertenecen al estado es un trato especial, ya que se aferran al trato protocolar y solicitan documentación especial antes y después del servicio.

El servicio se mantuvo igual hasta finales del 2017, ya que a inicios del 2018 hubo un cambio gerencial donde implantaron un proyecto de mejora continua mediante la metodología Lean Six Sigma con sus diferentes herramientas probado anteriormente en las sedes de México, Colombia y Chile habiendo generado resultados satisfactorios en la productividad del área de mantenimiento como también en la empresa en general.

Esta implementación conllevó a una rotación general de todo el personal de servicios, ya que tuvo un cambio organizacional que se mantiene hasta el día de hoy, éste cambio principalmente se dio en las jefaturas de zona donde ahora se tiene un jefe de zona de ámbito comercial y otro con perfil técnico con un total de 5 zonas que administran el servicio a nivel nacional.

Para llevar a cabo la implementación hubo reuniones vía MS Teams con los encargados del proyecto a nivel Latinoamérica, además de un capacitador del proyecto Lean Six Sigma que llegó a la sede, dándonos una capacitación general de la metodología y su aplicación.

### 3.2. Actividades de la Implementación de la Metodología Lean Six Sigma

En esta etapa principalmente se inicia la implementación de la metodología con reuniones y capacitaciones a las gerencias de diversas áreas de la empresa, esta implementación se dio a inicios del 2018, donde se logró el compromiso de todos los gerentes del área iniciando así a que se lleve a cabo el proyecto.



*Figura 10* Reunión de las Gerencias de la Empresa

Fuente: Empresa Schindler

Además de ello, el instructor encargado de la capacitación de la metodología Lean Six Sigma inicia con el área de mantenimiento, capacitando a los jefes de zona tanto comerciales como técnicos para que puedan aplicarlos en cada una de sus zonas.

Implementación de la metodología Lean Six Sigma para aumentar la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Ascensores Schindler del Perú S.A.



*Figura 11* Capacitación de los jefes de Zona – Área de Mantenimiento

Fuente: Empresa Schindler



*Figura 12* Capacitación de los Jefes de Zona Técnico – Área de Mantenimiento

Fuente: Empresa Schindler

La capacitación del Lean Six Sigma también fue para los administradores de servicios de cada zona, incluyendo el uso de transacciones del SAP que se tiene que usar para llevar a cabo un buen seguimiento del cumplimiento del mantenimiento, control de llamadas de

Implementación de la metodología Lean Six Sigma para aumentar la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Ascensores Schindler del Perú S.A.

emergencia y motivos, así como también el soporte para cada jefe de zona y los técnicos a cargo del servicio.



*Figura 13* Capacitación de los Administradores de Zona – Área de Mantenimiento

Fuente: Empresa Schindler

### **3.2.1. Ejecución de la Metodología Lean Six Sigma**

Después de realizar la capacitación de la metodología a todos los encargados del área, se tuvo constantes reuniones entre los jefes y administradores de zona para tomar las mejores decisiones e incluso se puso en práctica el Benchmarking para poder mejorar el servicio de mantenimiento preventivo que se realiza, después de realizado ello se analizó las principales causas por la cual no se llegaba a la meta que es el cumplimiento del servicio al 100%.

Al utilizar la metodología Lean Six Sigma se tuvo que tener en cuenta varios aspectos para poder aplicarlo de la mejor manera ya que como menciona Reyes (2002) esta metodología es de mejora continua de acuerdo principalmente a la satisfacción del cliente, es por ello que se siguió los paso de procedimiento DMAIC:

**1. Definición:** En las reuniones entre los jefes de zona y administradores se definió claramente el problema de no llegar a una productividad esperada, y esto se da va de acuerdo por el incumplimiento de los mantenimientos programados, así como la insatisfacción de los clientes por diversos motivos, además de ello los problemas que tienen los técnicos de mantenimiento para poder cumplir a tiempo todos los servicios y de la manera más eficiente.

Como primer paso se definió cuáles son las mudas que atrasan al cumplimiento del servicio entre ellos están:

- Defectos y repetición de tareas, debido a que los técnicos de mantenimiento vuelven a ir al edificio donde realizaron el servicio durante el mes debido a la cantidad de llamadas de emergencias que tienen a causa de las fallas que presentan los equipos y tienen que hacer un mantenimiento correctivo por una mala revisión preventiva.
- Movimientos innecesarios tienen los técnicos por acudir al edificio a revisar el ascensor constantemente, así como también acudir al taller en busca de algunos repuestos o materiales necesarios para cumplir el servicio encargado.
- Actividades innecesarias se tuvieron por la mala clasificación de los modelos de mantenimiento, se revisaban partes de los ascensores y escaleras mecánicas que no eran propensos a fallas.
- Esperas y búsquedas, era constante en técnicos no capacitados ya que esperaban instrucciones de sus jefes o ingenieros de campo para poder solucionar alguna falla de los equipos.
- Talento desperdiciado por los técnicos que eran capaces de implantar una nueva metodología de mantenimiento preventivo, así como los jefes de zona y los administrativos, pero no eran apoyados por la gerencia y conservaron el modelo clásico.

Analizando todas las mudas que se reconocieron se conversó entre los encargados de todas las zonas las causas por la cual ocurren los contratiempos y por ende el incumplimiento del mantenimiento mensual entre los más resaltantes debido a las estadísticas extraídas del sistema son:

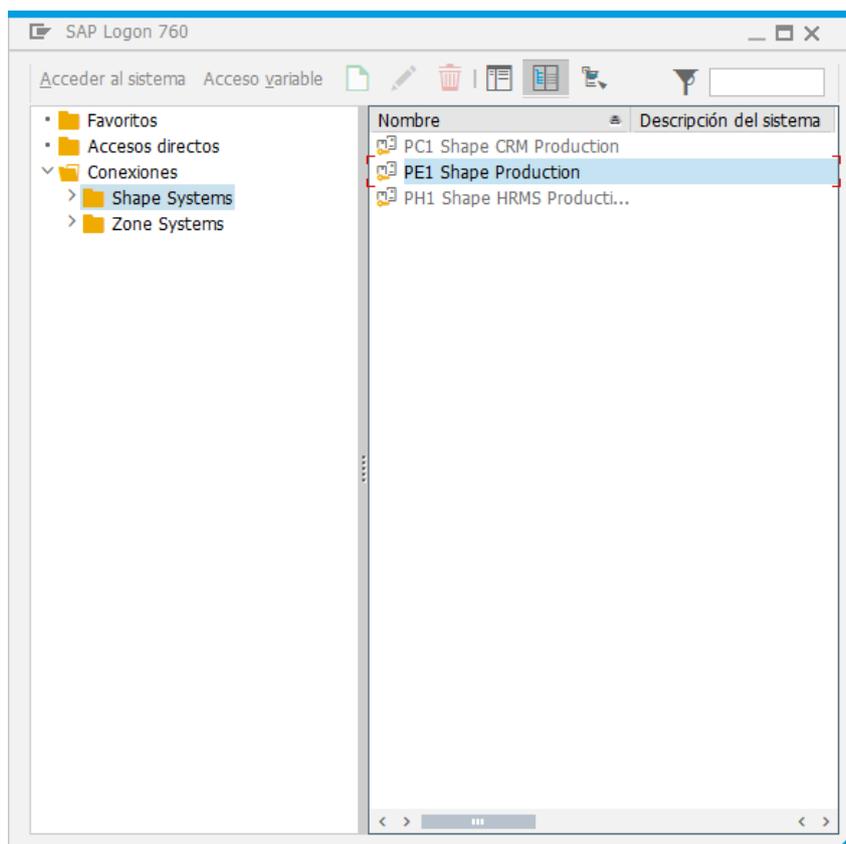
- Cancelación del contrato / Cliente insatisfecho por fallas en el equipo: Los clientes no desean el servicio debido que el ascensor o escalera mecánica presenta demasiadas fallas continuamente y es a futuro un cliente perdido porque cancelan el contrato posteriormente.
- Personal Técnico: Algunos técnicos no cumplen con la totalidad de equipos que se le asigna durante el mes por demoras en algunos tipos de maniobras o por acudir a las llamadas de emergencia de su zona ocasionadas por un mal servicio de mantenimiento.
- Administración del servicio / coordinación: Se pierden los servicios mensuales por malas coordinaciones del personal administrativo con el cliente, debido a que solicitan documentación de seguridad o informes previos y no se cumplen con los tiempos requeridos, además de una mala designación de equipos por zonas.
- Equipos malogrados: Se cuentan con equipos inoperativos y no se puede ejecutar el servicio de mantenimiento durante el mes, debido a que no se logra resolver la falla o están pendientes para que se cambie algún repuesto que está en importación y demora su llegada a almacén para que pueda colocarse operativo.
- Otros motivos: No contabilizados en el sistema durante el mes por demora en contabilidad, demora en legalizar los contratos notarialmente.

**2. Medición:** Como primer paso se tuvo en cuenta las causas por la cual no se llega al cumplimiento del mantenimiento preventivo durante el mes y se puede entender mejor

Implementación de la metodología Lean Six Sigma para aumentar la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Ascensores Schindler del Perú S.A.

mediante el siguiente diagrama de Pareto teniendo en cuenta las frecuencias que sostienen los administradores de servicio de cada zona y luego son ingresadas al sistema.

Se recibió todos los datos necesarios para encontrar las causas de los problemas mediante el uso del sistema SAP.



*Figura 14* Herramienta utilizada para la toma de datos estadísticos – SAP

Fuente: Elaboración Propia

De esta información se analiza desde el intervalo de período desde enero 2017 hasta diciembre 2017 antes de que se aplique la metodología Lean Six Sigma.

Tabla 4

*Frecuencia de Causas de Incumplimiento del Mantenimiento Preventivo año 2017*

CAUSAS	Ene-17	Feb-17	Mar-17	Abr-17	May-17	Jun-17	Jul-17	Ago-17	Set-17	Oct-17	Nov-17	Dic-17
Cancelación del contrato / Cliente insatisfecho	45	41	39	32	25	31	22	18	28	26	22	24
Personal Técnico	19	15	15	14	29	29	25	18	28	22	22	21
Administración del Servicio / Coordinación	16	16	19	20	17	19	30	27	21	21	18	24
Equipos malogrados	6	9	9	8	5	7	7	7	9	6	8	7
Otros motivos	4	6	6	1	4	5	4	7	3	5	5	3
Total equipos no realizados	90	87	88	75	80	91	78	77	89	80	75	79

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con la tabla se hizo una sumatoria de las causas durante todo ese periodo para realizar el análisis con la ayuda del método de Pareto:

Tabla 5

*Resumen de Causas de Incumplimiento del Mantenimiento Preventivo Total*

CAUSAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE ACUMULADO
Cancelación del contrato / Cliente insatisfecho	286	32%
Personal Técnico	247	59%
Administración del Servicio / Coordinación	237	86%
Equipos malogrados	81	95%
Otros motivos	45	100%
Total equipos no realizados 2017	896	

Fuente: Elaboración Propia

Se detalla mejor en el siguiente diagrama Pareto:

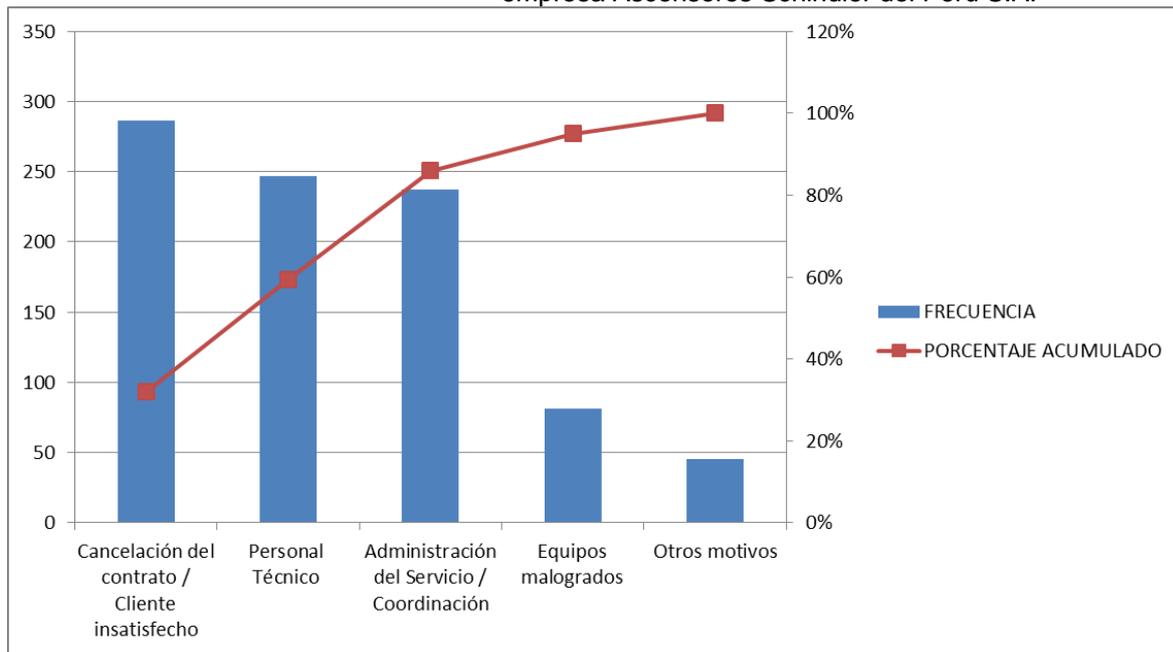


Figura 15 Diagrama de Pareto de las Causas de Incumplimiento

Fuente: Elaboración Propia

**3. Análisis:** Habiendo ya realizado el diagrama de Pareto identificando los principales motivos del incumplimiento se procedió a realizar el diagrama de Ishikawa para saber las principales causas.

Ya identificado las causas se realizó el Diagrama Ishikawa para reconocer los principales motivos por la cual el cumplimiento no llega a darse de manera satisfactoria al 100%.

Implementación de la metodología Lean Six Sigma para aumentar la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Ascensores Schindler del Perú S.A.

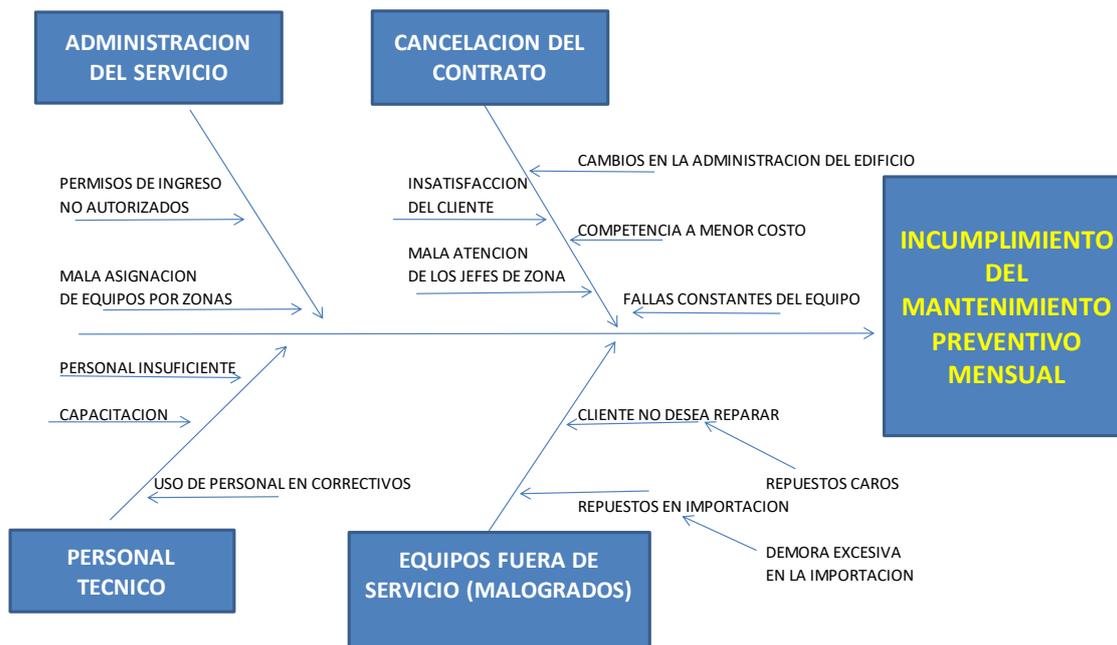


Figura 16 Diagrama Ishikawa del incumplimiento del mantenimiento preventivo mensual

Fuente: Elaboración Propia

Se analizó la satisfacción del cliente mediante el NPS (Net Promoter Score) precisamente en el área de mantenimiento teniendo en promedio entre los detractores y promotores los siguientes resultados en el año 2017

Tabla 6  
Resultados NPS área mantenimiento año 2017

MES	Promotores (%)	Detractores (%)	NPS LIM (%)
Enero	36.4	30.3	6.10
Febrero	25.9	37	-11.10
Marzo	20.6	33.5	-12.90
Abril	30.6	28.6	2.00
Mayo	35.4	27	8.40
Junio	40.1	31.9	8.20
Julio	36.8	30.5	6.30
Agosto	29.7	29.5	0.20
Setiembre	33.9	30.1	3.80
Octubre	38.2	32.6	5.60

Implementación de la metodología Lean Six Sigma para aumentar la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Ascensores Schindler del Perú S.A.

Noviembre	35.9	29.6	6.30
Diciembre	39.1	30.4	8.70

Fuente: Elaboración Propia

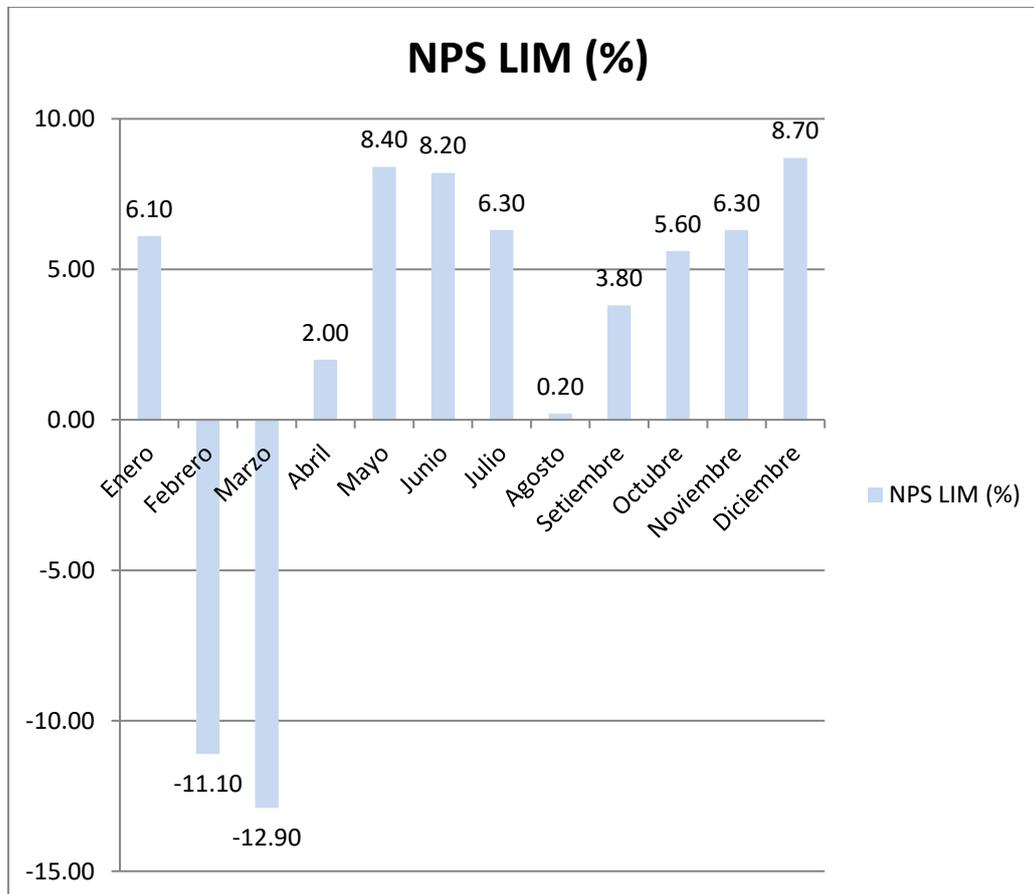


Figura 17 Porcentaje NPS área mantenimiento año 2017

Fuente: Elaboración Propia

**4. Mejora:** De acuerdo con las mudas ya observadas anteriormente se dio la siguiente solución a cada una las cuales fueron:

- Para evitar los defectos y repetición de tareas es que se mejoró al mantenimiento modular creando también un manual para el técnico (Ver Anexo B), evitando así las llamadas de emergencia constante, por ello ya no era necesario acudir a los edificios a realizar los correctivos.

- Para controlar los movimientos innecesarios se cuenta actualmente con una movilidad que se encarga de llevar los materiales y repuestos en caso sea necesario al técnico y así evitar pérdidas de tiempo en ir al taller por ellos.
- Se anuló las actividades innecesarias implementando el mantenimiento modular revisando las partes de los equipos cuando es necesario.
- Las esperas y búsquedas se redujeron debido a la capacitación de los técnicos de mantenimiento en diferentes tipos de modelo de acuerdo a su clasificación teniendo un control de registro de capacitaciones (Ver Anexo D), debido a ello resuelven fallas sin ayuda de los jefes ni del área de ingeniería de campo.
- El talento desperdiciado se mejoró a medida que se iba implementando la metodología Lean Six Sigma, ya que cada personal del área entre ellos jefes, administradores y técnicos contribuía con ideas para dar soluciones y mejorar constantemente el servicio de mantenimiento hasta el día de hoy.

Con la aplicación del Lean Six Sigma, las principales actividades que llevan a un mejor servicio de mantenimiento; como son una mejor distribución de zonas a nivel nacional de la siguiente manera:

- Zona 1: Clientes Corporativos, Estado del Perú
- Zona 2: Metro de Lima, Cencosud, escaleras mecánicas
- Zona 3: Zona Centro (Lima, Provincias)
- Zona 4: Zona Norte (Lima, Provincias)
- Zona 5: Zona Sur (Lima, Provincias)

Cada zona tiene un jefe de zona de ámbito comercial y técnico para un mejor trato con el cliente de forma más exclusiva y se lleva a cabo hasta el día de hoy.

Mediante el benchmarking entre los jefes de zona se tomó en cuenta los resultados obtenidos por la empresa Otis y Thyssen y el modelo de mantenimiento modular que llevan a cabo y en conjunto con los jefes de zona técnicos y el área de entrenamiento implantaron a partir de enero 2018 el siguiente modelo de mantenimiento modular anual para cada equipo:

**Inspección Básica (IB):** A continuación, el detalle de pasos a seguir en este tipo de mantenimiento:

- Controlar y ajustar el funcionamiento de los elementos de mando y de seguridad.
- Revisión del tablero de control eléctrico y electrónico.
- Inspección de las botoneras e indicadores de cabina y de cada piso.
- Revisión de los niveles de cada piso.
- Revisión del operador de cabina (FERMATOR) y funcionamiento de la cortina luminosa.
- Inspección del limitador de velocidad y la polea tensora.

**Mantenimiento Especial 1 (ME1):** A continuación, el detalle de pasos a seguir en este tipo de mantenimiento:

- Controlar y ajustar el funcionamiento de los elementos de mando y de seguridad.
- Control del tablero de control eléctrico y electrónico.
- Inspección de las botoneras e indicadores de cabina y de cada piso.
- Revisión de los niveles de cada piso.
- Control, ajuste y limpieza general de las puertas exteriores (eléctrico y mecánico).
- Control de funcionamiento de los contactores de fuerza y tarjetas electrónicas (SDIC, SCPU, SDIC, GEM y baterías del rescatador automático).

- Prueba del rescatador automático y manual del ascensor (GEM), test de freno y revisión de los discos de freno.
- Revisión de la información de pozo y seguridades en viaje.

**Mantenimiento Especial 2 (ME 2):** A continuación, el detalle de pasos a seguir en este tipo de mantenimiento:

- Controlar y ajustar el funcionamiento de los elementos de mando y de seguridad.
- Control del tablero de control eléctrico y electrónico.
- Revisión del motor y variador de frecuencia (conexiones eléctricas y sistema de enfriamiento).
- Revisión de los componentes de la máquina de tracción (poleas y correas de tracción en cabina y contrapeso).
- Control y regulación si es necesario de la separación de los discos de freno y microswitch KB1 y KB2.
- Verificación de los componentes de la información de pozo PHS y biestables (KSE-D, KSE-U).
- Control, ajuste y limpieza general de las puertas exteriores (eléctrico y mecánico).
- Control de funcionamiento de los contactores de fuerza y tarjetas electrónicas (SDIC, SCPU, SDIC, GEM y baterías del rescatador automático).
- Prueba del rescatador automático y manual del ascensor (GEM), test de freno y revisión de los discos de freno.
- Revisión de la información de pozo y seguridades en viaje.

- Verificación del funcionamiento del dispositivo del pesacarga y reprogramación de pesaje a 0.

La siguiente imagen muestra un ejemplo de la implementación del modelo de mantenimiento modular en un condominio de 5 torres y la frecuencia de ejecución de cada modelo durante un periodo de un año:

TORRE	DESCRIPCIÓN	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
A	Ascensor 1	ME 2	IB	ME 1	IB	ME 1	IB	ME 2	IB	ME 1	IB	ME 1	IB
	Ascensor 2	IB	ME2	IB	ME 1	IB	ME 1	IB	ME 2	IB	ME 1	IB	ME 1
B	Ascensor 1	ME 1	IB	ME 2	IB	ME 1	IB	ME 1	IB	ME 2	IB	ME 1	IB
	Ascensor 2	IB	ME 1	IB	ME 2	IB	ME 1	IB	ME 1	IB	ME 2	IB	ME 1
C	Ascensor 1	ME 1	IB	ME 1	IB	ME 2	IB	ME 1	IB	ME 1	IB	ME 2	IB
	Ascensor 2	IB	ME 1	IB	ME 1	IB	ME 2	IB	ME 1	IB	ME 1	IB	ME 2
D	Ascensor 1	ME 2	IB	ME 1	IB	ME 1	IB	ME 2	IB	ME 1	IB	ME 1	IB
	Ascensor 2	IB	ME 2	IB	ME 1	IB	ME 1	IB	ME 2	IB	ME 1	IB	ME 1
E	Ascensor 1	ME 1	IB	ME 2	IB	ME 1	IB	ME 1	IB	ME 2	IB	ME 1	IB
	Ascensor 2	IB	ME 1	IB	ME 2	IB	ME 1	IB	ME 1	IB	ME 2	IB	ME 1

Figura 18 Programa de mantenimiento modular

Fuente: Elaboración Propia

Para la implementación de la metodología Lean Six Sigma y de acuerdo con las causas ya descritas anteriormente se tuvo que concientizar a todo el personal involucrado en el proceso del servicio que constan del Gerente de Mantenimiento, Jefes de Servicio Comercial y Técnico y los Técnicos programando charlas sobre los objetivos propuestos y los cambios internos para llegar a la mejora propuesta.

Una de las propuestas es la capacitación de los técnicos de mantenimiento preventivo, es por ello por lo que el área de entrenamiento se propuso a la actualización de las diferentes maniobras a los técnicos a cargo del servicio como también a los que realizan emergencias y tener un mantenimiento correctivo adecuado, además de la implementación del mantenimiento modular en sus 3 revisiones: Inspección Básica, Inspección Especial 1 e Inspección Especial 2

Implementación de la metodología Lean Six Sigma para aumentar la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Ascensores Schindler del Perú S.A.

Para la capacitación de los técnicos se tuvo en cuenta los cursos que ya obtuvieron y se actualizó de acuerdo con el nivel que tienen y se creó con el área de entrenamiento los parámetros para que sean calificados de acuerdo con sus niveles y actualizarlos con algunos cursos de maniobras a los que fuesen necesario. Los cursos necesarios para cada nivel son los siguientes:

- **Nivel 1:** Callback, maniobras 3300, 5400, 5500, CPSI 1Y
- **Nivel 2:** Callback, CPSI 1Y, maniobras 3300, 5400, 5500, Relemáticos, Excel, 100L
- **Nivel 3:** Callback, CPSI 1Y, CPSI 5Y, maniobras 3300, 5400, 5500, Relemáticos, Excel, 100L, escaleras 9300, 9700, CPSI 2Y



*Figura 19* Capacitación Personal Técnico - Teórico

Fuente: Empresa Schindler



*Figura 20* Capacitación Personal Técnico - Práctico

Fuente: Empresa Schindler

**5. Controlar:** Para poder mantener las mejoras ya ejecutadas se revisa mensualmente mediante reuniones entre los jefes y administradores de zona el cumplimiento del mantenimiento preventivos, además de las causas por la cual no se llega al 100% del cumplimiento y poder subsanarlos en los siguientes meses, así como también continuar con el control NPS mediante encuestas a los clientes.

Implementación de la metodología Lean Six Sigma para aumentar la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Ascensores Schindler del Perú S.A.



*Figura 21* Reunión mensual Área de Mantenimiento

Fuente: Empresa Schindler

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

### 4.1. Diagnóstico del estado del área de mantenimiento

El análisis y resultados de la productividad de los mantenimientos preventivos programados en todas las zonas a nivel nacional durante el período del año 2018 a partir de enero que fue el mes que se implementó la metodología Lean Six Sigma en comparación del 2017 fue el siguiente:

Tabla 7  
*Resultados cumplimiento de mantenimientos planificados año 2017*

MES	Equipos Planificados	Equipos Realizados	Equipos Perdidos	% Cumplimiento
Enero	2979	2889	90	96.98%
Febrero	2983	2896	87	97.08%
Marzo	2982	2894	88	97.05%
Abril	2978	2903	75	97.48%
Mayo	2980	2900	80	97.32%
Junio	2988	2897	91	96.95%
Julio	2990	2912	78	97.39%
Agosto	2990	2913	77	97.42%
Setiembre	2995	2906	89	97.03%
Octubre	2998	2918	80	97.33%
Noviembre	3010	2932	78	97.41%
Diciembre	3012	2933	79	97.38%

Fuente: Elaboración Propia

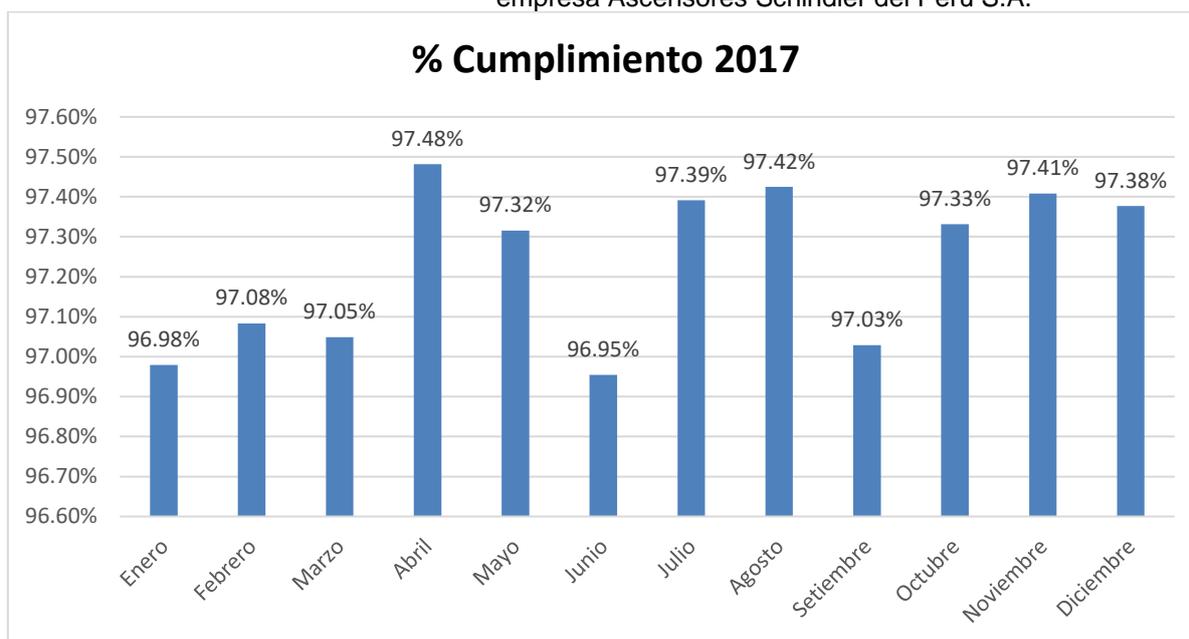


Figura 22 Porcentaje de cumplimiento de mantenimiento planificado año 2017

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8

Resultados cumplimiento de mantenimientos planificados año 2018

MES	Equipos Planificados	Equipos Realizados	Equipos Perdidos	% Cumplimiento
Enero	3038	2969	69	97.73%
Febrero	3048	2989	59	98.06%
Marzo	3061	3006	55	98.20%
Abril	3067	3017	50	98.37%
Mayo	3082	3040	42	98.64%
Junio	3099	3050	49	98.42%
Julio	3121	3081	40	98.72%
Agosto	3152	3109	43	98.64%
Setiembre	3172	3137	35	98.90%
Octubre	3199	3167	32	99.00%
Noviembre	3212	3178	34	98.94%
Diciembre	3226	3190	36	98.88%

Fuente: Elaboración Propia

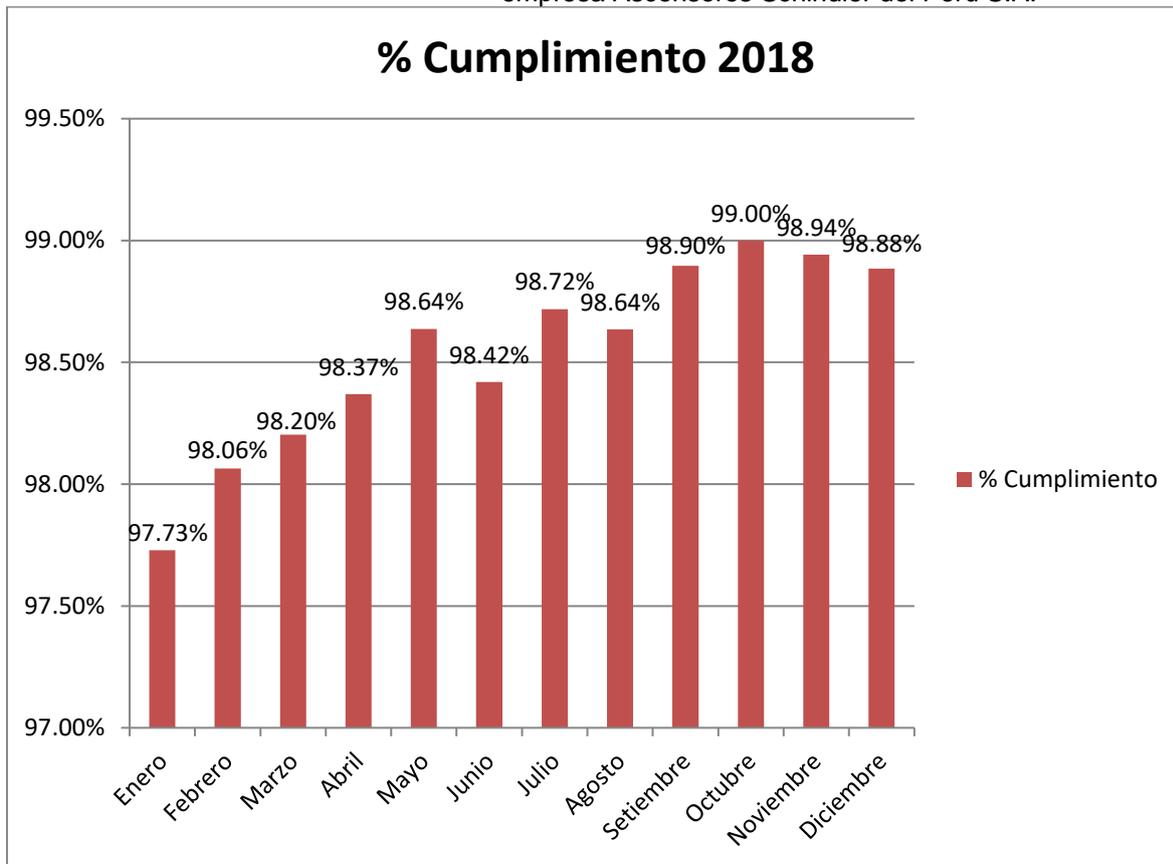


Figura 23 Porcentaje de cumplimiento de mantenimiento planificado año 2018

Fuente: Elaboración Propia

El resumen del año 2018, año en que se aplicó la metodología Lean Six Sigma en promedio tuvo un porcentaje de cumplimiento del 98.54%.

Haciendo un comparativo entre los años 2017 y 2018 con respecto a los ingresos económicos que deja de percibir el área de mantenimiento se tiene lo siguiente:

Tabla 9

*Ingresos económicos no recibidos – área de mantenimiento 2017*

Mes	Equipos No Realizados	Costo Mantenimiento Promedio	Ingresos No Recibidos
Enero	90	S/ 700.00	S/ 63,000.00
Febrero	87	S/ 700.00	S/ 60,900.00
Marzo	88	S/ 700.00	S/ 61,600.00
Abril	75	S/ 700.00	S/ 52,500.00
Mayo	80	S/ 700.00	S/ 56,000.00
Junio	91	S/ 700.00	S/ 63,700.00
Julio	78	S/ 700.00	S/ 54,600.00
Agosto	77	S/ 700.00	S/ 53,900.00
Setiembre	89	S/ 700.00	S/ 62,300.00
Octubre	80	S/ 700.00	S/ 56,000.00
Noviembre	78	S/ 700.00	S/ 54,600.00
Diciembre	79	S/ 700.00	S/ 55,300.00
Total			S/ 694,400.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10

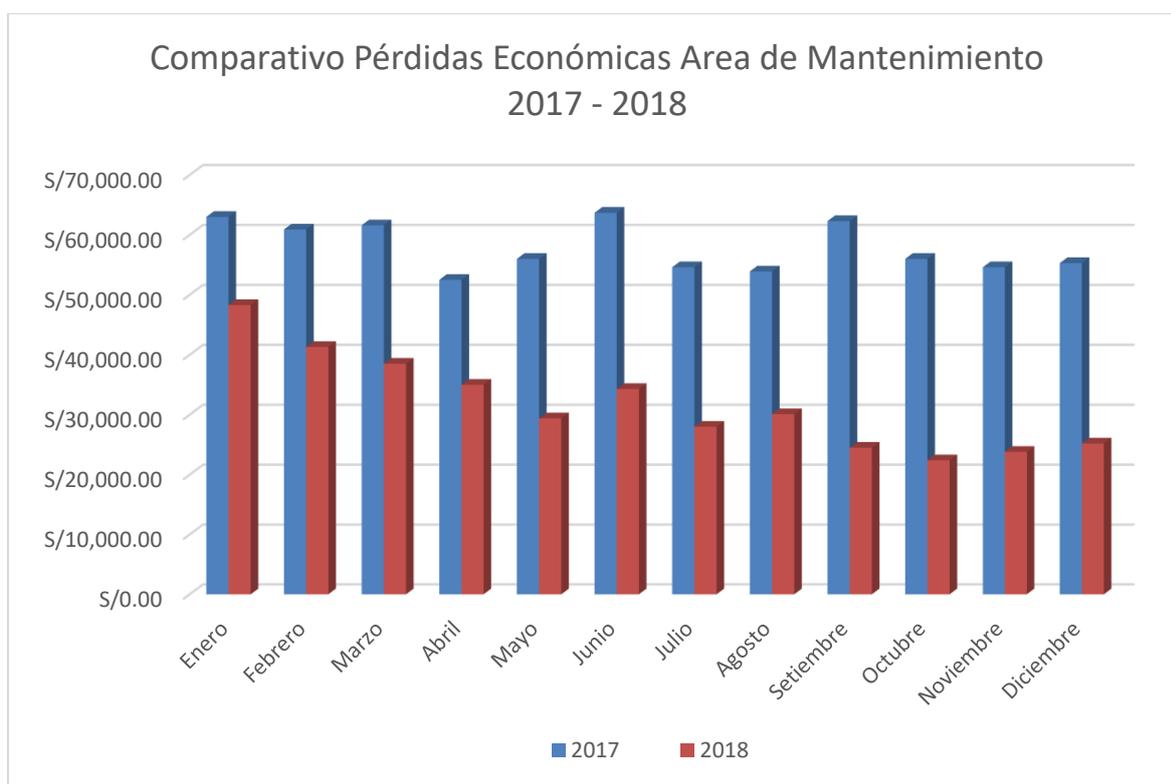
*Ingresos económicos no recibidos – área de mantenimiento 2018*

Mes	Equipos No Realizados	Costo Mantenimiento Promedio	Ingresos No Recibidos
Enero	69	S/ 700.00	S/ 48,300.00
Febrero	59	S/ 700.00	S/ 41,300.00
Marzo	55	S/ 700.00	S/ 38,500.00
Abril	50	S/ 700.00	S/ 35,000.00
Mayo	42	S/ 700.00	S/ 29,400.00
Junio	49	S/ 700.00	S/ 34,300.00
Julio	40	S/ 700.00	S/ 28,000.00
Agosto	43	S/ 700.00	S/ 30,100.00
Setiembre	35	S/ 700.00	S/ 24,500.00
Octubre	32	S/ 700.00	S/ 22,400.00
Noviembre	34	S/ 700.00	S/ 23,800.00
Diciembre	36	S/ 700.00	S/ 25,200.00
Total			S/ 380,800.00

Fuente: Elaboración Propia

Implementación de la metodología Lean Six Sigma para aumentar la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Ascensores Schindler del Perú S.A.

Mediante el siguiente gráfico se hace el comparativo en pérdidas económicas en los 2 años evaluados antes y después de implementado la metodología Lean Six Sigma generando en resumen una mejora del generando en resumen una mejora de la eficacia del 45.16%, debido a que en el año 2017 se perdieron S/.694.400.00 a diferencia del 2018 que se perdió por el incumplimiento del mantenimiento S/.380.800.00.



*Figura 24* Comparativo de pérdidas económicas área de mantenimiento 2017-2018

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.1. Cálculo del nivel sigma del área de mantenimiento 2017 - 2018

De acuerdo con los resultados obtenidos y teniendo en cuenta las mejoras realizadas se puede analizar el nivel sigma y comparar con ambos años antes y después de la implementación de la metodología.

Nivel Sigma antes de la aplicación de la metodología Lean Six Sigma (2017):

Factores Críticos de Calidad (FCC) = 5

Muestra (Total de máquinas en los 12 meses): 35885

Fallas (Equipos No Realizados) = 992

$$DPMU = \frac{992}{5 \cdot 35885} * 1000000 = 5528.77$$

Por lo tanto de acuerdo a la tabla el nivel sigma es aproximadamente: 4.07.

Nivel Sigma después de la aplicación de la metodología Lean Six Sigma (2018):

Factores Críticos de Calidad (FCC) = 5

Muestra (Total de máquinas en los 12 meses): 37477

Fallas (Equipos No Realizados) = 544

$$DPMU = \frac{544}{5 \cdot 37477} * 1000000 = 2903.11$$

Por lo tanto, de acuerdo con la tabla el nivel sigma es aproximadamente: 4.27.

De acuerdo con los cálculos del nivel sigma del 2017 y 2018 hubo un aumento de 0.2, pero en los siguientes años se tiene pronosticado llegar al nivel 6 y tener un rendimiento óptimo del 100% en el área de mantenimiento.

Adicional a los resultados de mejora de la empresa, teniendo en cuenta los ingresos económicos que se obtuvo antes y después de la metodología, también se obtuvo un incremento significativo de equipos a la cartera de la empresa, ya que el año 2017 inició con una cartera de 2979 equipos y a fin de año se tuvo 3012 equipos, por lo cual tuvo un aumento entre pérdidas

y ganancias de equipos de 33, a diferencia del 2018 que inició con 3038 equipos y al final de ese año se tuvo 3226 equipos teniendo un aumento de 188.

Este resultado se ve reflejado en los controles NPS que se tiene en el área donde los clientes demostraron una mejor satisfacción además de ello promocionan el servicio de la empresa ganando así la confianza en ellos y en los nuevos clientes que llegaron. A continuación, el gráfico comparativo del NPS del 2017 y 2018.

Tabla 11  
*Resultados NPS área de mantenimiento 2018*

Mes	Promotores (%)	Detractores (%)	NPS LIM (%)
Enero	39.9	28.5	11.40
Febrero	42.2	28	14.20
Marzo	41.6	27.5	14.10
Abril	43.8	25.2	18.60
Mayo	44.9	25	19.90
Junio	46.9	22.1	24.80
Julio	46.8	18.5	28.30
Agosto	44.5	20.2	24.30
Setiembre	46.9	21.2	25.70
Octubre	49.1	18.1	31.00
Noviembre	50.2	15.2	35.00
Diciembre	50.5	14.5	36.00

Fuente: Elaboración Propia

Haciendo un comparativo con el año 2017 se obtuvo un aumento significativo, pero con proyección al aumento y poder llegar a lo solicitado por la corporación Schindler que es el 38% como mínimo.

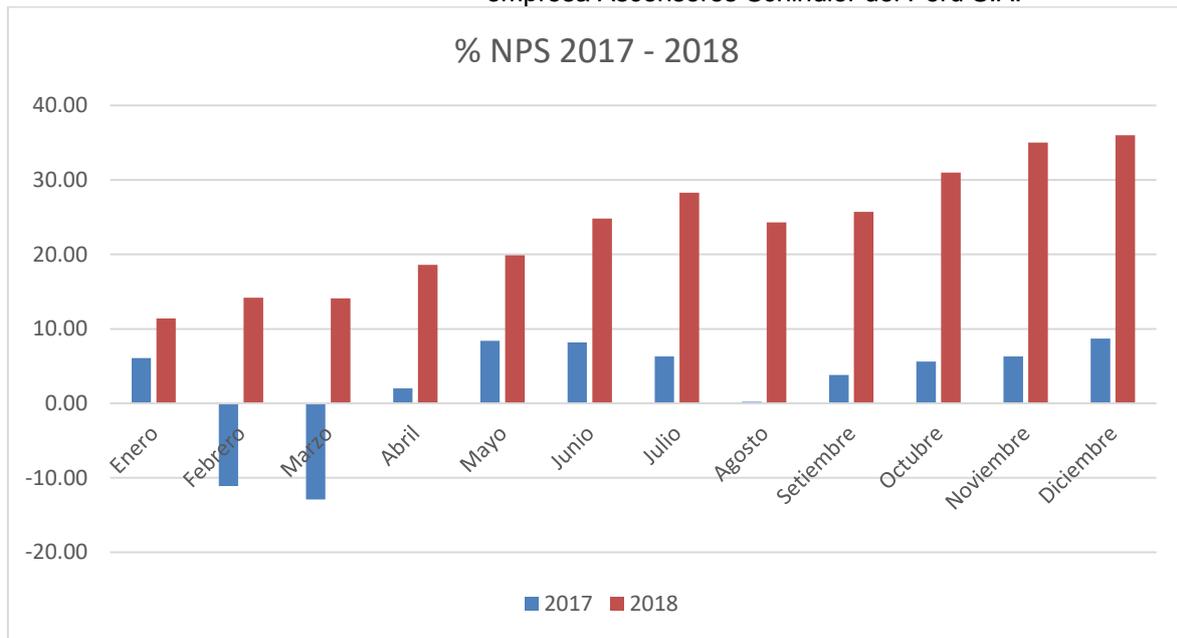


Figura 25 Comparativo NPS área de mantenimiento 2017-2018

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2. Eficiencia del personal técnico

El personal técnico es importante en la mejora de los servicios de mantenimiento, ya que después de la implementación de la metodología todo el personal está más calificado debido a los cursos de nivelación que llevaron a cabo y la certificación que obtuvieron cada uno, por ello se hace un análisis y comparativo de los técnicos que necesitaron antes y después, es decir en el 2017 y 2018.

Tabla 12  
*Cantidad de técnicos por zonas 2017 - 2018*

Zonas	# técnicos 2017	# técnicos 2018
1	10	8
2	12	10
3	9	10
4	11	9
5	12	9
Total	54	46

Fuente: Elaboración Propia

Dicha cantidad de técnicos se tomó al final de cada año y con ello para analizar la eficiencia de cada técnico se obtuvo la cantidad de equipos en promedio que se le asignó para la ejecución del mantenimiento por mes.

Tabla 13  
*Cantidad de equipos asignados mensualmente por técnico 2017 - 2018*

Año	# técnicos	# máquinas mensuales	# máquinas asignadas mensuales
2017	54	3012	56
2018	46	3226	70

Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro anterior se observa que en el año 2017 a cada técnico se asignaba en promedio 56 equipos mensualmente, debido a que se contaba con 54, pero en el año 2018 se redujo la cantidad a 46 técnicos de mantenimiento asignándoles a cada uno la cantidad de 70 equipos en promedio a pesar de que aumentó la cantidad de equipos en la cartera de Schindler.

Haciendo un cálculo se logró un aumento en la eficiencia en el año 2018 del 25% en cada técnico.

#### 4.3. Eficiencia del mantenimiento preventivo

Debido a la mejora de cada técnico, el servicio de mantenimiento preventivo modular también genera mejoras, debido a que se reduce la cantidad de fallas en los equipos y por ende los clientes no presentan llamadas de emergencia constantes. Esto se comprueba con el nivel MTBC que es un control interno de la corporación Schindler.

A continuación, se detalla los siguientes términos:

**Call Back 1 (CB1):** Llamada de emergencia realizada por el cliente, ya sea por mal funcionamiento o uso incorrecto.

**Call Back 2 (CB2):** Llamada de emergencia clasificada por mal funcionamiento del ascensor.

**Sick Units (SU):** Unidades enfermas, se clasifican así cuando en un mes un equipo presenta 3 a más llamadas de emergencia relativos a fallas del propio funcionamiento.

**MTBC:** Cálculo de eficiencia por el control de llamadas de emergencia, se calcula con la siguiente fórmula:  $CB2 * \text{Portafolio} / N^{\circ} \text{ días}$ .

Con lo descrito anteriormente se observa el comparativo en el siguiente cuadro entre los años 2017 y 2018.

Tabla 14  
Comparativo de SU y MTBC 2017 y 2018

Año	Equipos SU	SU%	CB1	CB2	Equipos Portafolio	MTBC
2017	52	1.73%	7523	5868	3012	187.35
2018	48	1.49%	7952	5487	3226	214.60

Fuente: Elaboración Propia

Con los resultados obtenidos en el cuadro anterior se demuestra que el MTBC aumentó a 214.60, con este resultado fue de lo esperado ya que el corporativo solicita a cada sede el mínimo de 200.

Además de ello el número de equipos SU se redujo a comparación del 2017, sin embargo, no fue lo esperado en cuanto al porcentaje sugerido por la corporación donde se solicita que el SU% (Equipos SU / Portafolio) sea máximo de 1.40%, pero hay una mejora y se espera que los siguientes años se llegue a lo propuesto.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES

### 5.1. Conclusiones

El principal objetivo de este estudio es aumentar la productividad del área de mantenimiento y se pudo comprobar que con la aplicación de la metodología Lean Six Sigma se pudo lograr debido a que se aumentó porcentualmente el cumplimiento del servicio programado mensualmente, la cual se puede observar en la tabla 8 en comparación con la tabla 7, así como también con la reducción de las pérdidas económicas que generan la no realización del servicio viéndose reflejada en la figura 24. Producto de la mejora en la productividad también aumento el nivel sigma con la finalidad de que en los siguientes años lleguen al nivel 6.

Además de la productividad también produjo el aumento la eficacia con la utilización de la principal herramienta de la metodología six sigma que es el DMAIC, donde se identificó las mudas y las causas que provocan el incumplimiento y con el compromiso del personal a cargo del proyecto como son los técnicos de mantenimiento, administradores de servicio y los jefes de zona lograron dar solución a dichos inconvenientes mediante reuniones y capacitaciones y con respecto al servicio mediante una metodología de mantenimiento modular que fue correctamente aplicado por el personal técnico disminuyendo así las fallas en los equipos y ganando mayor confianza en los clientes, la cual se vio reflejada con el aumento del NPS mostrada en la tabla 11.

Con respecto a la eficiencia de cada técnico de mantenimiento aumentó con la ayuda de capacitaciones y un mayor orden en la asignación de los equipos a cada uno y sobre todo a la adecuación del mantenimiento modular, con todo ello se logró realizar mayor cantidad de

equipos durante el mes con menor cantidad de técnicos y estar a la par con el crecimiento de cartera de clientes que se obtiene cada mes, tal como se ve observa en la tabla 13.

La eficiencia en el servicio se observó en una mejora en el control del MTBC, SU y call backs donde se disminuyó mucho las fallas en los equipos, logrando así evitar mudas sobre todo en defectos y repetición de tareas, movimientos y actividades innecesarias.

Finalmente, esta implementación de la metodología se debe continuar en los siguientes años, debido a que se refleja buenos resultados y sobre todo cumple a cabalidad con la política de la empresa que es realizar cualquier trabajo con calidad y seguridad ya sea administrativo o técnico de acuerdo con la política de la empresa (Ver Anexo C).

## **5.2. Recomendaciones**

Se recomienda seguir con la implementación de la metodología Lean Six Sigma e incluso implementarlas en diferentes áreas de la empresa, realizando reuniones y capacitaciones de todas las herramientas utilizadas al personal nuevo que ingresa, tanto sea jefes y administradores de zona como técnicos de mantenimiento y que se sientan comprometidos con el proyecto. Esto se puede lograr realizando actividades de confraternidad entre todas las áreas para conocerse mejor y puedan trabajar en equipo (Ver Anexo F).

Debido a las falencias encontradas con la demora de la solución de fallas de los equipos que entran a cartera de clientes y que son de otras marcas de ascensores y escaleras mecánicas, recomiendo buscar personal técnico (mantenimiento preventivo o montaje) que tengan experiencia con dichas marcas y puedan dar soporte para mejorar el servicio o en el peor de los casos comprar manuales que puedan ayudar a la reparación.

Debido a que los técnicos tienen más conocimientos con la ejecución del servicio de mantenimiento, debido a que por su experiencia manejan los tiempos de servicio en cada equipo con sus dificultades que puedan tener con cada cliente considero importante realiza reuniones entre todos ellos junto con los jefes para que puedan manifestarlo y poder tomar acciones y mejorar dichos inconvenientes y por ende mejorar el servicio.

Es importante considerar incentivos con el personal técnico y administrativo, ya sea económico o moral para que puedan incentivar o manifestarse libremente con cualquier mejora que pueda tener y compartirlo con toda el área, ésta iniciativa de cada uno de ellos debería ser considerada obligatoriamente en su evaluación de desempeño anual y que puedan ser calificados como personal que añade valor a la empresa.

Es recomendable que los técnicos de mantenimiento sigan teniendo y renovando las herramientas e instrumentos de medición necesarias y de la mejor calidad, así como también todos los equipos de protección personal con las normas de seguridad actualizadas (Ver Anexo E), ya que todo ello en conjunto generan mayor confianza en realizar un servicio de mantenimiento preventivo o correctivo a los equipos y también los técnicos se sientan seguros y tranquilos en ejercer sus labores.

## CAPÍTULO VI. REFERENCIAS

- Anticona Flores, A. (2018). *Six Sigma en la calidad de servicio de mantenimiento de camiones Iveco, empresa Motored S.A.* Tesis, Universidad Nacional del Callao, Callao.
- Calderón Tejada, J. C., & Dueñas Zegarra, Y. (2015). *Implementación de Six Sigma para mejorar la productividad en la empresa Viyajero E.I.R.L.* Tesis, Universidad Andina del Cusco, Cusco, Cusco.
- Cárcel Carrasco, F. J. (14 de Setiembre de 2016). Características de los Sistemas TPM y RCM en la Ingeniería de Mantenimiento. *3C Tecnología*, 5(3).
- Carro Paz, R., & González Gómez, D. (2012). Administración de la Calidad Total. *Administración de las Operaciones*.
- Corredor Mahecha, C. N. (2015). *Modelo de mejora continua de procesos para el negocio de generación de ENDESA en latinoamérica.* Tesis, Universidad de Chile, Santiago de Chile.
- Felizzola, H., & Luna Amaya, C. (abril de 2014). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*.
- Fernandez Rios, M., & Sánchez, J. (1997). *Eficacia Organizacional - concepto, desarrollo y evaluación.* Madrid, España.
- García Garrido, S. (2010). *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento.* Madrid: Ediciones Diaz de Santos S.A.

Gisbert Soler, V. (Marzo - Junio de 2015). Lean Manufacturing. Qué es y qué no es, errores en su aplicación e interpretación más usuales. *3 Ciencias Tecnología, 4 - N°1*( ).

González Correa, F. (Enero - Junio de 2007). Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing). Principales Herramientas. *Panorama Administrativo*(2).

Ibarra Valderas, V., & Ballesteros Medina, L. (2017). Manufactura Esbelta. *Conciencia Tecnológica*(53).

Lopez, G. (2001). Metodología Six Sigma: Calidad Industrial. *Neoediciones JP&A*.

Martínez, R., & Camacaro, M. (Enero - Abril de 2014). Gestión y Gerencia. *Decanato de Administración y Contaduría Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, 08 N°01*, 34.

Núñez Cardenas, C. (2018). *Aplicación de la Metodología Six Sigma para mejorar la Productividad en el almacén de la empresa Moriwoki Racing Perú - Callao 2017*. Tesis, Universidad Cesar Vallejo, Lima, Lima.

Pacora Cardozo, J. A. (2018). *Mejora de los indicadores de productividad en empresas de servicios mypes, a través del monitoreo y control lean six - sigma, usando herramientas de data mining*. Tesis, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Lima.

Pardo Hernández, A. (2019). *Propuesta de implementación del modelo six sigma para mejorar el proceso de manejo y control de desperdicios de materia prima en la empresa Cartones América*. Tesis, Universidad Católica de Colombia, Bogotá.

Parra Márquez, C. A., & Crespo Márquez, A. (2012). Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicada a la Gestión de Activos. Sevilla: INGEMAN.

Penkova Vassileva, M. (2007). Mantenimiento y análisis de vibraciones. *Ciencia y Sociedad*, XXXII, 699.

Peru 21. (24 de Noviembre de 2020). Recuperado el Mayo de 2021, de Peru 21: <https://peru21.pe/economia/movilidad-vertical-se-reactiva-gracias-a-recuperacion-del-sector-construccion-ncze-noticia/>

Rodriguez Machado, A. (2012). Manual de Gestión de Mantenimiento. *Manual de Gestión de Mantenimiento*. Santa clara.

Saavedra Lopez, J. E. (2016). *Sistema de mejora continua en base a la metodología seis sigma en la gestión del departamento de mantenimiento del Hospital San Rafael, Santa Tecla*. Tesis, Universidad de El Salvador, El Salvador, San Salvador.

Sales, M. (2013). Diagrama de Pareto. *EALDE Business School*.

Schindler. (2021). *Schindler*. Obtenido de Schindler: <https://www.schindler.com/pe/internet/es/soluciones-de-movilidad/productos/ascensores.html>

Socconini, L., & Reato, C. (2019). *Lean Six Sigma - Sistema de gestión para liderar empresas*. Barcelona: Marge Books.

Tejeda, A. (Abril - Junio de 2011). Mejoras de Lean Manufacturing en los Sistemas Productivos. *Ciencia y Sociedad*, XXXVI(2).

Terrés Espeziale, A. (08 de Enero - Marzo de 2007). Six Sima: Determinación de metas analíticas. *Medigraphic*, 54 - N°1.

Valenzuela, L. (2000). Diagrama de Ishikawa.

Implementación de la metodología Lean Six Sigma para aumentar la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Ascensores Schindler del Perú S.A.

Vargas-Vargas, I., Estupiñán Díaz, S., & Diaz Molina, A. (2017). Actualidad mundial de los sistemas de gestión del mantenimiento. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar.*

## CAPÍTULO VII. ANEXOS

### 7.1. Anexo A: Cuestionario NPS dirigido a clientes por el servicio de mantenimiento preventivo

CUESTIONARIO AREA MANTENIMIENTO		
	Y	N
¿Contacto con usted nuestro técnico cuando llego a la instalación?		
¿Nuestros técnicos actúan de forma profesional durante la revisión del mantenimiento?		
¿Recibió usted suficiente información de nuestro técnico acerca del servicio realizado?		
¿Nuestro servicio de mantenimiento cumplen con sus expectativas?		
¿Le es fácil contactar con el Jefe de Zona y les da respuesta a sus requerimientos?		
RECOMENDACIÓN		PUNTAJE
¿En qué grado (del 1 al 10) recomendaría Schindler a sus amigos o en su profesión (relaciones comerciales)?		
PREGUNTAS ABIERTAS (CALIFICACION 1-8)		
¿Cuál sería el cambio más importante que podríamos hacer para que nos pueda recomendar en mayor grado?		
¿Cómo podemos mejorar nuestra oferta del servicio en general?		
PREGUNTAS ABIERTAS (CALIFICACION 9-10)		
En general ¿Cuál es la razón más importante que le hace recomendar a Schindler?		
¿Cómo podemos mejorar nuestra oferta de servicio?		

## 7.2. Anexo B: Manual de Funciones para el personal Técnico del área de Mantenimiento



**Schindler**

### Manual de funciones

### Técnico de Mantenimiento

Realizar el mantenimiento, servicio de permanencia y/o las pequeñas reparaciones de los equipos de los clientes de forma eficiente, eficaz y profesional para proporcionar un excelente servicio al cliente de acuerdo con las reglas de seguridad.

#### Responsabilidades Principales:

- Responsable de una ruta de mantenimiento y la organización de su tiempo para completar las visitas asignadas y las tareas específicas de cada visita para maximizar la seguridad y la fiabilidad del equipo.
- Atender todos los avisos asignados en el momento adecuado y estar disponible para la cobertura de los avisos durante las horas normales de trabajo, las noches, los fines de semana y las vacaciones.
- Realizar el mantenimiento, reparaciones y pequeñas modernizaciones de acuerdo con las normas de Schindler.
- Trabajar en cooperación y coordinación con otros técnicos para ofrecer la mayor satisfacción global al cliente para la sucursal.
- Transmitir una imagen profesional trabajando con ropa de trabajo oficial de Schindler limpia y cuidada siendo respetuosos con el cliente, los residentes del edificio y la propiedad del cliente.
- Cumplir las políticas y los requisitos de seguridad de Schindler y del cliente

© Schindler | KG LIM | Jefatura de Zona | Transporte Público Retail

### 7.3. Anexo C: Política de Seguridad y Salud de la empresa Ascensores Schindler del Perú S.A.



#### **POLÍTICA DE SEGURIDAD Y SALUD ASCENSORES SCHINDLER DEL PERU S.A**

Ascensores Schindler del Perú S.A, es una empresa dedica a la instalación, mantenimiento y reparación de ascensores, escaleras y rampas eléctricas.

La Seguridad es un valor fundamental y esta implícita en nuestros productos, servicios y en el modo en que trabajamos. No comprometemos la Seguridad y Salud de nuestros colaboradores.

Creemos que todos los daños, enfermedades ocupacionales, accidentes laborales se pueden prevenir y nos esforzamos por conseguir los más altos niveles de desempeño en Seguridad y Salud

Nuestra cultura se basa en la prevención, conciencia del peligro, mejora continua y cumplimiento de procedimientos establecidos. En consecuencia la cultura de la Seguridad será eficaz solo cuando cada uno de nosotros la asuma personal e instintivamente y la cumpla, es por ello que mediante la consulta, los hacemos partícipes activos dentro de nuestro Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional.

Ascensores Schindler del Perú se compromete a cumplir con la legislación local aplicable y las Normas de Seguridad del Grupo e implantar medidas adicionales para evaluar, reducir, mitigar y controlar el riesgo específico a niveles aceptables.

Cada colaborador es responsable de la Seguridad, las consecuencias de lo que él o ella hace o deja de hacer. Cada uno de nosotros deberá tener un alto nivel de concientización durante el trabajo, reportando inmediatamente los accidentes, incidentes y condiciones inseguras a nuestro Supervisor, comunicando los peligros de nuestro entorno de trabajo que puedan originar un riesgo y aplicando medidas preventivas mientras exista el riesgo.

Ascensores Schindler del Perú considera que su capital más importante es su personal y se compromete a generar condiciones para la existencia de un trabajo seguro y saludable, sin dañar nuestro medio ambiente.

Lima, Enero del 2018

Versión 6

  
Gilberto Fernandes Da Silva  
Gerente General



### 7.4. Anexo D: Control de Capacitación al personal de mantenimiento

		<b>ASCENSORES SCHINDLER DEL PERÚ S.A.</b>		Código: Sch.SSOMA-FOR001 Fecha : 04/01/16 Rev : 00 Página : 1/1		
<b>Schindler</b>		<b>ÁREA DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL</b>				
N° REGISTRO: <b>N° 002295</b>		REGISTRO DE INDUCCIÓN, CAPACITACIÓN, PARTICIPACIÓN, ENTRENAMIENTO Y SIMULACROS DE EMERGENCIA				
<b>DATOS DEL EMPLEADOR:</b>						
RUC: 20100139848	DOMICILIO: Calle Los Halcones N° 506 Surquillo - Lima	ACTIVIDAD ECONÓMICA: Fabricación de Equipo de Elevación y Manipulación		N° DE TRABAJADORES		
<b>MARCAR (X)</b>						
INDUCCIÓN	CAPACITACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/> PARTICIPACIÓN	ENTRENAMIENTO	SIMULACRO DE EMERGENCIA		
TEMA: <b>Trabajos en Altura y Protección Anticaídas</b>						
FECHA: <b>01/06/2019</b> HORA INICIO: <b>12:00</b> HORA TÉRMINO: <b>14:00</b>						
LOCAL DEL CURSO: <b>Oficina Principal</b>						
CAPACITADOR O ENTRENADOR: <b>Felix Segura Niquen</b>			FIRMA: <i>[Firma]</i>			
APELLIDOS Y NOMBRES		Nº DNI	ÁREA	FIRMA	NOTA	OBSERVACIONES
1	Flores Carrizosa Uffano Ferrnand	41012485	MANTO	<i>[Firma]</i>	20	Schindler
2	Valeria Kantop Gaudin	44901912	MANT.	<i>[Firma]</i>	16	Schindler
3	Rico Alvarez JDTRE	62366005	N.I	<i>[Firma]</i>	16	Ascensores JR
4	MANUOL Fajardo CH.	09730901	N.I	<i>[Firma]</i>	14	Ascensores JR
5	Alfonso Rojas Luis	94031111	MANT	<i>[Firma]</i>	16	Schindler
6	Waldo Cuñiffor Nieto	41868651	MANT.	<i>[Firma]</i>	14	Schindler
7	Columbio Rodolfo Jara	43731102	N.I	<i>[Firma]</i>	16	Ascensores JB
8	Dolores Castellanos Simón	08172082	MANT	<i>[Firma]</i>	18	Schindler
9	Javier Platero Flores	44904263	N.I	<i>[Firma]</i>	18	J.R.A.S.C
10	Ponce Malpartida José	44774671	N.I	<i>[Firma]</i>	20	J.R.A.S.C.
11	Gustavo Luis Alderete	41810331	N.I	<i>[Firma]</i>	18	J.R.A.S.C
12	Juan Rojas Yauri	44442001	MANT	<i>[Firma]</i>	18	Schindler
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
<b>RESPONSABLE DEL REGISTRO</b>						
Área de Seguridad y Salud Ocupacional		HORAS DE ENTRENAMIENTO		PARA USO DE RECURSOS HUMANOS		
Nombre:		Teoría:	2	Incentivo: ( ) Empresa ( ) Externo Mes:		
Cargo:		Práctica:	-	Cuestionario de Evaluación: ( ) Si ( ) No		
Fecha:				Lanzado en el LMS Por:		
Firma:	<i>[Firma]</i>	TOTAL:	2	Fecha: 27/04/19	<i>[Firma]</i>	

		<b>ASCENSORES SCHINDLER DEL PERÚ S.A.</b>		Código: Sch.SSOMA-FOR001 Fecha : 04/01/16 Rev : 00 Página : 1/1		
<b>Schindler</b>		<b>ÁREA DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL</b>				
N° REGISTRO: <b>N° 002294</b>		REGISTRO DE INDUCCIÓN, CAPACITACIÓN, PARTICIPACIÓN, ENTRENAMIENTO Y SIMULACROS DE EMERGENCIA				
<b>DATOS DEL EMPLEADOR:</b>						
RUC: 20100139848	DOMICILIO: Calle Los Halcones N° 506 Surquillo - Lima	ACTIVIDAD ECONÓMICA: Fabricación de Equipo de Elevación y Manipulación		N° DE TRABAJADORES		
<b>MARCAR (X)</b>						
INDUCCIÓN	CAPACITACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/> PARTICIPACIÓN	ENTRENAMIENTO	SIMULACRO DE EMERGENCIA		
TEMA: <b>Acceso Seguro al Ducto</b>						
FECHA: <b>01/06/2019</b> HORA INICIO: <b>14:00</b> HORA TÉRMINO: <b>15:00</b>						
LOCAL DEL CURSO: <b>Oficina Almacan Principal</b>						
CAPACITADOR O ENTRENADOR: <b>Felix Segura Niquen</b>			FIRMA: <i>[Firma]</i>			
APELLIDOS Y NOMBRES		Nº DNI	ÁREA	FIRMA	NOTA	OBSERVACIONES
1	Flores Carrizosa Uffano Ferrnand	41012485	MANTO	<i>[Firma]</i>	20	Schindler
2	Valeria Kantop Gaudin	44901912	MANT.	<i>[Firma]</i>	18	Schindler
3	Rico Alvarez JDTRE	62366005	N.I	<i>[Firma]</i>	16	Ascensores JR
4	MANUOL Fajardo CH.	09730901	N.I	<i>[Firma]</i>	18	Ascensores JR
5	Javier Fajardo Flores	44904263	N.I	<i>[Firma]</i>	12	J.R.A.S.C
6	Ponce Malpartida José	44774671	N.I	<i>[Firma]</i>	18	Ascensores JR
7	Dolores Castellanos Simón	08172082	MANT	<i>[Firma]</i>	20	Schindler
8	Cynthia Reidel Jimel	45734207	N.I	<i>[Firma]</i>	20	Ascensores JB
9	Alfonso Rojas Luis	94031111	MANT	<i>[Firma]</i>	16	Schindler
10	Juan Rojas Yauri	44442001	MANT	<i>[Firma]</i>	18	Schindler
11	Gustavo Luis Alderete	41810331	N.I	<i>[Firma]</i>	18	J.R.A.S.C
12	Waldo Cuñiffor Nieto	41868651	MANTO	<i>[Firma]</i>	14	Schindler
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
<b>RESPONSABLE DEL REGISTRO</b>						
Área de Seguridad y Salud Ocupacional		HORAS DE ENTRENAMIENTO		PARA USO DE RECURSOS HUMANOS		
Nombre:		Teoría:	1	Incentivo: ( ) Empresa ( ) Externo Mes:		
Cargo:		Práctica:	-	Cuestionario de Evaluación: ( ) Si ( ) No		
Fecha:				Lanzado en el LMS Por:		
Firma:	<i>[Firma]</i>	TOTAL:	1	Fecha: 27/04/19	<i>[Firma]</i>	

**7.5. Anexo E: Entregas de EPPs y herramientas dieléctricas necesarias para técnicos  
de mantenimiento.**





Implementación de la metodología Lean Six Sigma para aumentar la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Ascensores Schindler del Perú S.A.

**7.6. Anexo F: Fotografías de actividades realizadas por la empresa para la confraternidad entre todos los trabajadores de todos los cargos en diferentes áreas.**

*Actividades de interacción – Aniversario Schindler*



*Reunión mensual por cumpleaños del personal*

