

UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA

Facultad de Ingeniería Administrativa e Ingeniería Industrial

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL



**“PROPUESTA DE LA METODOLOGIA DEL SIX SIGMA PARA MEJORAR LA
PRODUCTIVIDAD DE LAS UNIDADES VEHICULARES EN LA EMPRESA
TOWER AND TOWER S.A”**

MODALIDAD: TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

AUTOR: BACHILLER ROSANNA BETSABE GUERRA CHICO

Para optar el Título Profesional de INGENIERO INDUSTRIAL

ASESOR:

Dr. Roger Orlando Luján Ruíz

Lima – Perú

2021

Dedicatoria

A mis Padres, que han influenciado en cada etapa de mi vida profesional.
Mi Esposo e Hijo por su apoyo emocional.

Agradecimientos

A Dios por permitirme estar con salud y bienestar en mi vida,

A mi familia por su comprensión y motivación constante y apoyo incondicionalmente en lo largo de mis estudios.

A mi Asesor Dr. Roger Lujan, quien me brindo su valiosa y desinteresado orientación y guía en la elaboración del Trabajo de Investigación.

Y a las personas que de una u otra manera me apoyaron incondicionalmente en la realización de este trabajo.

Resumen

El presente trabajo tiene por finalidad proponer la implementación del six sigma en una empresa que gestión los residuos sólidos, para empresas grandes, debido a esto el transporte justo a tiempo de los residuos sólidos se han convertido en la clave para lograr mayores ingresos, por esto, la gestión del transporte y los inventarios se han vuelto la mayor prioridad de los problemas que enfrentamos, así mismo, organizarnos y contar con un sistema que nos facilite la gestión de los procesos internos de asignación de chofer, de asignación de camión, y las fechas de recojo y gestión de los residuos sólidos.

Esta investigación descriptiva simple, con una población de 12 semanas de registro de información, se tomó toda la población elegida para analizar los datos por lo tanto no hay muestreo, y la recopilación de datos se realizó mediante ficha de registro de la información. Se logró registrar información actual y se pudo obtener un panorama de la situación actual del proceso. Por lo tanto, se puede plantear una hoja de ruta para mejorar los procesos y realizar una aplicación de las mejoras.

Palabras claves: Six Sigma, Residuos sólidos, gestión del transporte.

Abstract

The purpose of this work is to propose the implementation of six sigma in a company that manages solid waste, for large companies, due to this the just-in-time transport of solid waste has become the key to achieve higher income, for this , the management of transport and inventories have become the highest priority of the problems we face, likewise, to organize ourselves and have a system that facilitates the management of the internal processes of driver assignment, truck assignment, and dates of collection and management of solid waste.

This simple descriptive research, with a population of 12 weeks of information registration, the entire population chosen to analyze the data was taken, therefore there is no sampling, and the data collection was carried out using the information registration form. Current information was recorded and an overview of the current status of the process was obtained. Therefore, a roadmap can be proposed to improve processes and carry out an application of the improvements.

Keywords: Six Sigma, Solid waste, transportation management.

Índice

Agradecimientos.....	3
Resumen	4
Abstract.....	5
Índice	6
Introducción.....	8
CAPITULO I: GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	9
1.1. Datos Generales.	9
1.2. Nombre de la empresa:	9
1.3. Ubicación de la empresa	9
1.4. Giro de la empresa	11
1.5. Tamaño de la empresa	11
1.6. Breve reseña histórica de la empresa	¡Error! Marcador no definido.
1.7. Organigrama	12
1.8. Misión, Visión y políticas	12
1.9. Productos.....	13
1.10. Premios, Certificaciones.....	14
CAPITULO 2. El problema de la investigación.....	16
2.1. Descripción de la realidad problemática.....	16
2.2. Formulación del Problema.....	16
2.3. Objetivos generales y objetivos específicos	17
2.4. Delimitación del estudio	17
2.5. Justificación.	17
2.6. Alcance y limitaciones.....	18
Capítulo III: Marco teórico.....	19
3.1. Marco histórico (Si corresponde).....	19
3.2. Bases teóricas.....	19
3.3. Investigaciones.....	20
3.4. Marco conceptual.....	23
3.5. Base legal	25
Capítulo IV: Metodología.....	¡Error! Marcador no definido.

4.1. Tipo y nivel de investigación.....	¡Error! Marcador no definido.
4.2. Población, muestra, muestreo (Si corresponde).....	27
4.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	27
4.4. Procedimiento de datos	28
Capítulo V: Análisis crítico y planteamiento de alternativas.	29
5.1. Determinación de alternativas de solución	29
5.2. Evaluación de alternativas de solución.	29
Capítulo VI: Prueba de Diseño.	30
6.1. Justificación de la propuesta elegida.....	30
6.2. Desarrollo de la propuesta elegida.	30
Capítulo VII: Implementación de la propuesta.....	48
7.1. Propuesta económica de implementación	48
7.2. Calendario de actividades y recursos	49
Capítulo VIII: Conclusiones y recomendaciones	50
8.1. Conclusiones	50
8.2. Recomendaciones	50
Referencias Bibliográficas.....	51
Anexos	53

Introducción

En estos tiempos en que priorizamos reducir la contaminación ambiental y dejar una huella menor en el ecosistema, las empresas están alineándose a reducir su impacto negativo en el medio ambiente, así mismo, hay legislación que castiga a las empresas que contaminan el medio ambiente, debido a esto se esta creando un circulo virtuoso, de empresas que se dedican exclusivamente en reducir el impacto negativo de sus operaciones en el medio ambiente, por esta razón aparecen empresas que gestionan los residuos sólidos y se logra reducir la huella de carbono, en este contexto Tower and Tower S.A.es una empresa dedicada a gestionar los residuos solidos que las empresas grandes generan en sus operaciones y con una adecuada gestión podemos dejar un mundo mejor sin contaminación.

CAPITULO I: GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1. Datos Generales.

La Planta de Tratamiento y Relleno de Seguridad Huatiquimer de **Tower And Tower S.A.** es una empresa especializada en la gestión y disposición final de Residuos peligrosos y no peligrosos cuidando el medio ambiente y contribuyendo al desarrollo sostenible de los objetivos ambientales de nuestros clientes a través de servicios innovadores en el marco del respeto de la Ley, la Vida y la Salud, así como protección del Ambiente.

1.2. Nombre de la empresa:

Tower and Tower es una Sociedad Anónima con el número de identificación del Registro Único de Contribuyentes 20380618797. La oficina central se encuentra ubicada en la Calle. Manuel Augusto Gonzales o Nro. 462- Limatambo - San Isidro-Lima-Perú. Relleno de Seguridad HUATIQUMER de TOWER AND TOWER S.A,

1.3. Ubicación de la empresa

Se encuentra en La Quebrada Cruz de Lázaro Seco - Sector Lomas de Huatiana - Chincha Alta - Ica

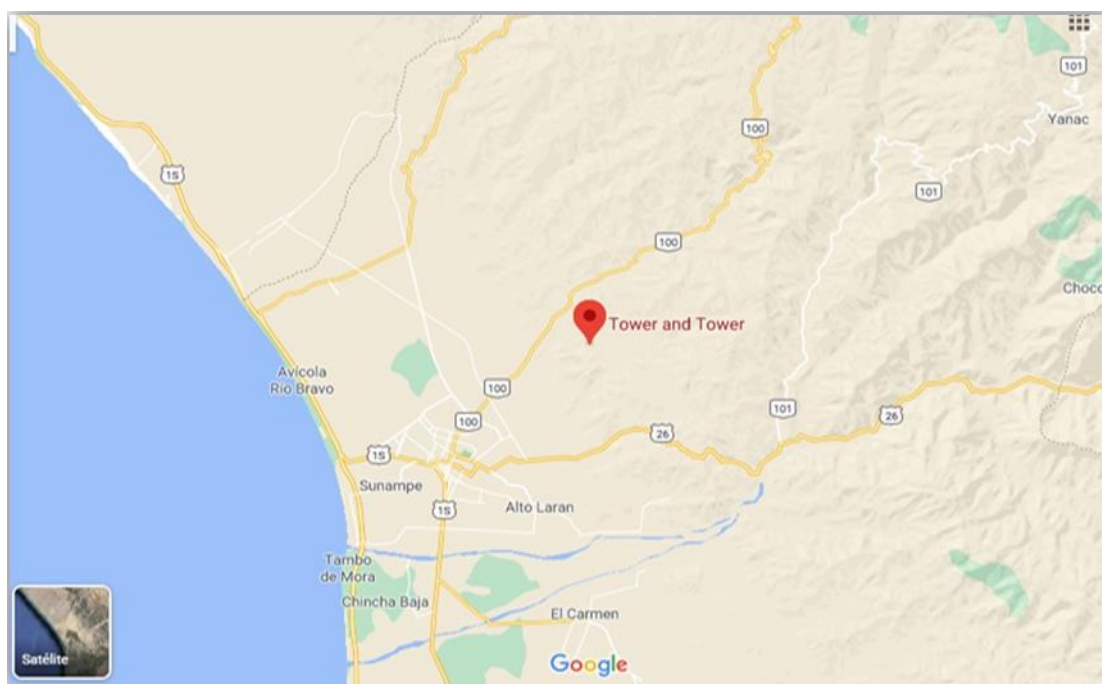


Figura No.1: Ubicación geográfica del relleno de seguridad HUATIQUMER de la Empresa TOWER AND TOWER S.A – Sede Chíncha
Fuente: Google Maps



Figura No 2: Oficina de Operaciones - Relleno de Seguridad – HUATIQUMER de la Empresa TOWER AND TOWER S.A –Sede Chíncha Fuente: Google Maps

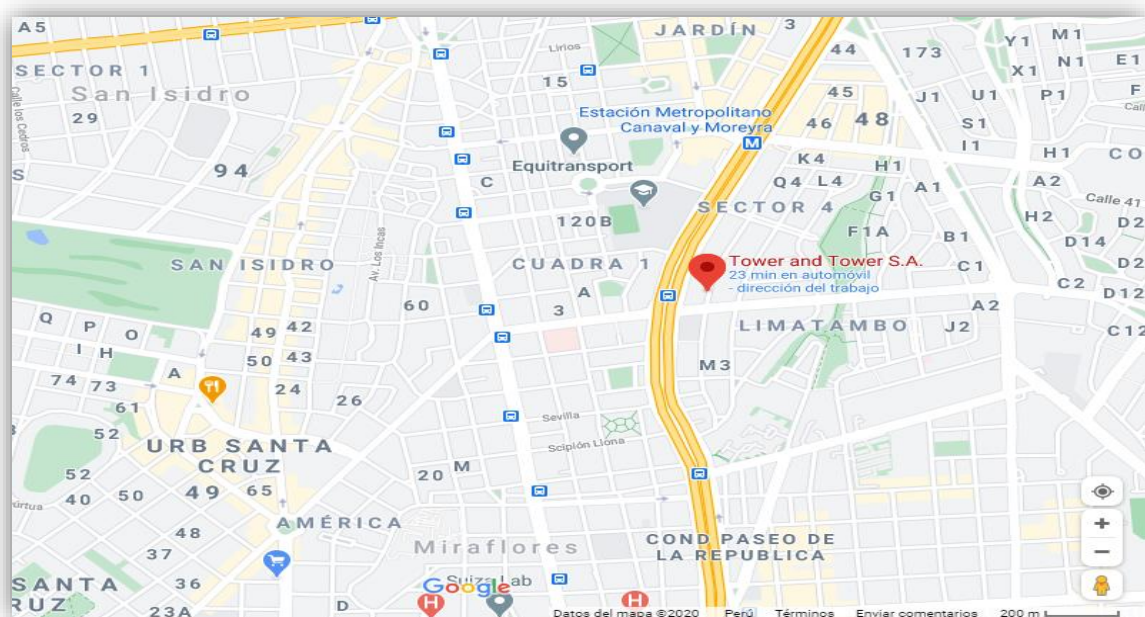


Figura No 3: Oficina de Operaciones - Relleno de Seguridad – HUATIQUMER de la Empresa TOWER AND TOWER S.A –Sede Chíncha Fuente: Google Maps



Figura N° 4 Oficina Administrativas de la Empresa TOWER AND TOWER S.A –Oficina Central.

Fuente: Google Maps

1.4. Giro de la empresa

Tower and Tower S.A. es una empresa dedicada a la Gestión integral de residuos sólidos del ámbito no Municipal

1.5. Tamaño de la empresa

TOWER AND TOWER S.A. es una empresa que cuenta con 19 personas y tiene contrato con las empresas:

- **CORPEMSE S.A.C:** Obras Civiles
- **INVERSIONES LURIN S.A.C:** Recuperación de Lubricantes Usados
- **ECOLOGY:** Capacitaciones de Medio Ambiente

1.6. Breve reseña histórica de la empresa

Tower and Tower S.A inicia sus operaciones en el año 1997, como una empresa de recuperación de lubricantes usados. A través de estos años se consolidó en el sector medioambiental brindando servicios de manejo personalizado de residuos peligrosos, recolección, transporte para su tratamiento y disposición final.

Desde octubre del 2013 hemos obtenido el permiso de la Dirección General de Salud Ambiental autorizando el funcionamiento de nuestro relleno de seguridad denominado “HUATIQUMER” ubicado en la ciudad de Chíncha a 200 km al sur de Lima.

1.6. Organigrama

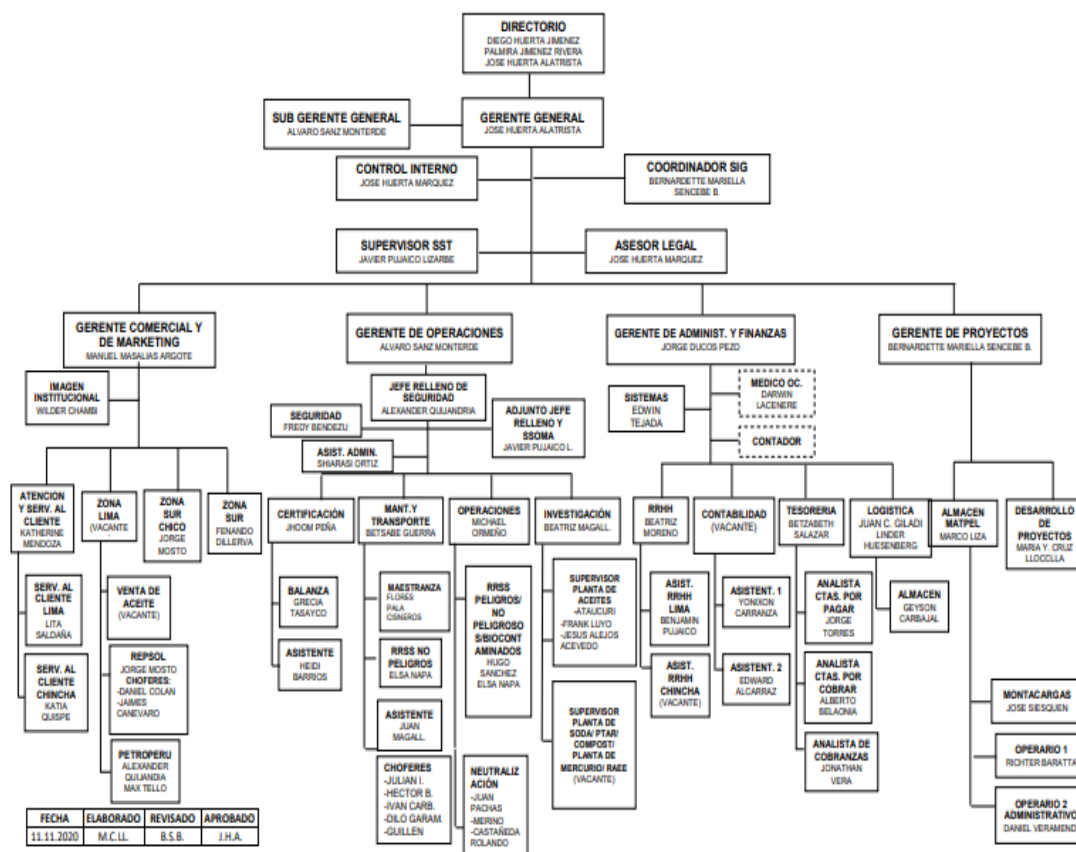


Figura No.5: Organigrama de la Empresa

Fuente: Tower and Tower S.A

1.7. Misión, Visión y políticas

Misión

Seguir siendo líderes en brindar soluciones integrales en la gestión ambiental y expandir nuestras operaciones a nivel nacional cumpliendo con las leyes de cuidado del medio ambiente.

Visión

Tower And Tower S. A. es una empresa especializada en la gestión y disposición final de residuos peligrosos y no peligrosos cuidando el medio ambiente y contribuyendo al desarrollo sostenible de los objetivos ambientales de nuestros clientes a través de productos y servicios innovadores en el marco del respeto de la Ley, la Vida y la Salud, así como protección del medio ambiente.

Políticas

Política integrada de calidad, ambiente y seguridad y salud en el trabajo.

Somos una empresa con capital 100% peruana dedicada a la prestación de servicios en Gestión y Manejo de Residuos Líquidos y Sólidos peligrosos y no peligrosos , realizamos servicios de recojo interno de residuos sólidos, segregación, almacenamiento dentro de las instalaciones de todo tipo de generador, operación de plantas de tratamiento agua potable, agua residual, elaboración de compost, tratamientos de suelos contaminados con hidrocarburo, transporte de residuos sólidos y líquidos, tratamiento de residuos peligrosos y disposición final de residuos sólidos y líquidos a nivel nacional de las diversas actividades productivas, la protección del ambiente.

Para el logro de nuestros objetivos empresariales, Tower And Tower S. A. se comprometa a:

Cumplir con los requisitos técnicos y legales y otros requisitos relacionados al ambiente de la seguridad y salud ocupacional en todas las actividades del ámbito de acción de la empresa.

Proteger al ambiente previniendo su contaminación y usando de forma sostenible los recursos.

Eliminar los peligros y/o reducir los riesgos de seguridad y salud en el trabajo para proporcionar condiciones seguras y saludables con la finalidad de proteger la seguridad y salud en el trabajo y minimizar las lesiones, dolencias, enfermedades e incidentes relacionados con el trabajo de las personas involucradas en los procesos de Tower and Tower S.A.

Garantizar que los trabajadores y representantes son consultados y participan activamente en todos los elementos del SGSST.

La mejora continua del desempeño del sistema integrado de gestión.

Satisfacer y/o atender las necesidades y expectativas de nuestras partes interesadas.

1.8. Productos

- Tratamiento y Disposición de Residuos Sólidos
- Recuperación de Lubricantes Usados

Clientes

- Ulloa S.A.C
- Ecocentury SAC

- Petroperú
- Ancro S.R.L
- Envak S.A.C
- CLB Logist
- Green Care
- Disal S.A.C

1.9. Premios, Certificaciones



Relación de la empresa con la sociedad

Se mantiene una buena relación con el entorno de la población

- Realizando monitoreo ambiental
- Capacitaciones al personal y población del Manejo de RR. SS en el ámbito no Municipal.
- Realizando capacitaciones de SST a los colaboradores y pobladores.
- Promover la buena comunicación de cualquier tipo de incidente delincriminal dentro y fuera de la empresa

CAPITULO II. El problema de la investigación

2.1. Descripción de la realidad problemática

Tower and Tower S.A. es una empresa con una amplia experiencia y especializada en realizar servicios de recojo de residuos sólidos (Transporte). El crecimiento de la empresa en los últimos años al igual que la minería y construcción en el Perú conlleva a la adquisición de nuevas unidades para poder cumplir con los requerimientos de los clientes de los diferentes sectores.

Según datos e información de registros de la empresa de estudio a inicios del 2016 se contaba con una flota de unidades (2 Semirremolque Freigthliner, 2 Cisternas 1 tractor oruga y cargador frontal Hyundai), entre maquinaria pesadas y vehículos de transporte para recojo de residuos sólidos) operando en diferentes empresas industriales. Esta cantidad de equipos conlleva a la necesidad de una buena planificación de mantenimientos para así cumplir con las exigencias y capacidad requeridas de nuestros clientes.

TOWER AND TOWER S.A. es una empresa dedicada a la gestión integral de residuos sólidos no Municipales, así mismo ha asumido que el transporte para realizar el recojo de residuos sólidos no Municipales es muy importante para realizar sus operaciones y está convencido que se debe dar una buena optimización a sus clientes.

Por lo tanto, en TOWER AND TOWER S.A. nuestros colaboradores (Mecánicos, choferes y operarios) se les consideran como parte fundamental para el desarrollo y crecimiento de la Empresa y siendo las flotas vehiculares unos su activo más valioso. En este sentido la Empresa está comprometida en el desarrollo personal y profesional de sus colaboradores.

2.2. Formulación del Problema

2.2.1 Problema principal

¿Cómo la aplicación de la metodología del Six Sigma mejora la productividad de las unidades vehiculares en la empresa Tower and Tower S.A.?

2.2.2 Problemas específicos

¿Cómo la aplicación de la metodología del Six Sigma mejora la eficiencia de las unidades vehiculares en la empresa Tower and Tower S.A.?

¿Cómo la aplicación de la metodología del Six Sigma mejora la eficacia de las unidades vehiculares en la empresa Tower and Tower S.A.?

¿Cómo la aplicación de la metodología del Six Sigma mejora la efectividad de las unidades vehiculares en la empresa Tower and Tower S.A.?

2.3. Objetivos generales y objetivos específicos

2.3.1 Objetivo General:

Determinar como la aplicación de la metodología del Six Sigma mejora la productividad de las unidades vehiculares en la empresa Tower and Tower S.A.

2.3.2 Objetivo específico:

Determinar como la aplicación de la metodología del Six Sigma mejora la eficiencia de las unidades vehiculares en la empresa Tower and Tower S.A.

Determinar como la aplicación de la metodología del Six Sigma mejora la eficacia de las unidades vehiculares en la empresa Tower and Tower S.A.

Determinar como la aplicación de la metodología del Six Sigma mejora la efectividad de las unidades vehiculares en la empresa Tower and Tower S.A.

2.4. Delimitación del estudio

El presente trabajo de investigación tiene por alcance temporal se realizará con información desde el año 2016 a febrero del 2021, y el alcance territorial se realiza en la ciudad de Chincha, Ica.

2.5. Justificación.

2.4.1 Justificación Teórica

El desarrollo de esta metodología tiene como fin de detectar las fallas a tiempos y realizar entregas de unidades de transporte sin inconveniente alguno para el servicio que requieren nuestros clientes.

Se implementará una metodología que se utilice en el área de transporte y mantenimiento debido a las fallas mecánicas que presenten antes de realizar el servicio de recojo de Residuos Sólidos.

2.4.2 Justificación Práctica

La Metodología del SIX SIGMA, se aplicará para el presente trabajo de Investigación. Lo cual es fácil de aplicar La metodología de mejora de procesos, centrada en la eliminación de defectos o fallas en la entrega de un producto, puede llegar a satisfacer las necesidades de los clientes que recurren a la industria de servicios.

2.4.3 Justificación Metodológica

Se estima que en TOWER AND TOWER S.A. La Implementación de la Metodología que se utilizará la presente investigación se considerará el uso de tecnologías modernas para mayor información de las unidades de Transporte. Así mismo se propondrá un seguimiento que sean adecuados y evaluados periódicamente.

2.6. Alcance y limitaciones.

2.5.1 Alcances:

- 1.- La presente Implementación se realizará en el área de Transporte y Mantenimiento de la empresa TOWER AND TOWER S. A, ubicado en quebrada Cruz de Lázaro - Sector Lomas de Huatiana - Chincha Alta - Ica
- 2.-La Implementación se desarrollará en el taller mecánico - área de transporte y mantenimiento con el objetivo de disminuir las fallas mecánicas que se presentan y mejorar en la disposición de unidades vehiculares para los servicios solicitados de nuestros clientes.

2.5.2. Limitaciones:

Las limitaciones son de características espaciales pues solo se circunscribe en Chincha Alta, así mismo, como en horas laborales para medir la productividad, y se realizara a las unidades vehiculares, que la empresa.

Capítulo III: Marco teórico

3.1. Marco histórico

En la presente investigación no aplica desarrollar el marco histórico de la metodología o el caso desarrollado.

3.2. Bases teóricas

Definición del Six Sigma

Según Pepper y Spedding. (2010). El enfoque del Six Sigma consisten en reducir la variabilidad de los procesos, para satisfacer las especificaciones técnicas del producto requeridos por los clientes. El Six sigma tiene como característica de 6 sigmas significa 4.3 defectos por millón de oportunidades

Fases del Six Sigma

Afirman Barrera, Cambra & González (2017). Que la metodología del 6 sigma, tiene 5 fases y estas son definir, medir, analizar, mejorar y controlar, y que tiene un conjunto de herramientas que ayudan a aplicar la mejora continua o también aplica el rediseño de procesos que justamente ayudan a la mejorar los niveles de competitividad de la empresa

Capacidad del proceso

Caletec (2012) define la capacidad del proceso como la relación de los limites de control dictado por el cliente y 6 por el producto con la desviación estándar dictado por los datos del sistema de producción de bienes o servicios.

$$Cp = \frac{LSC - LIC}{6\sigma}$$

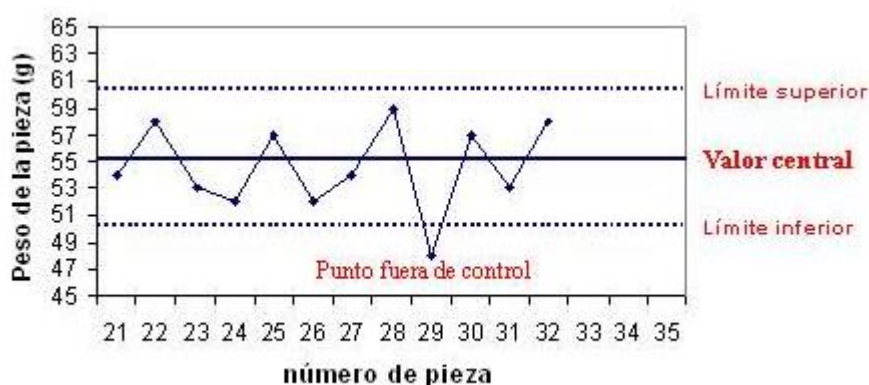
$$Cpk (min) = \frac{LSC - \bar{x}}{3\sigma}; \frac{\bar{x} - LIC}{3\sigma} ;$$

El Cp predice si el proceso es capaz hoy, y el Cpk predice si el proceso será capaz en el futuro.

Graficas de control

Marroquín, y Cantú (2010). Consideran que las gráficas de control es la mejor opción para medir si el sistema está fuera de control en procesos de una sola característica, pero para procesos cuando es necesario controlar la calidad del producto mediante $p > 1$ características de calidad siendo que no considera la correlación que usualmente existe entre las variables de este tipo

Figura 1. Modelo de gráficas de Control



Fuente: <http://calidadafacemepico2016ii.wikidot.com/wiki:grafico-de-control>.

Recuperado el 05 de enero del 2021.

3.3. Investigaciones

Antecedentes nacionales

Gutarra, R. (2016). Diagnóstico y propuesta de mejora del sistema de atención de la unidad de cuidados intensivos generales adultos de un hospital del estado aplicando lean healthcare. Tesis para optar el grado de Ingeniero Industrial. Pontificia Universidad Católica del Perú. El objetivo del presente estudio es reducir los desperdicios en un hospital nivel 4, mejorando la calidad del servicio, mediante la utilización de las herramientas Lean y Six Sigma, la tesis es de metodología aplicada, cuantitativa y descriptiva, así mismo, se logran alcanzar los objetivos planteados y obteniendo un VPN de S/.65 719 y una TIR de 13 % anual.

Barahona, L., y Navarro, J. (2013). Mejora del proceso de galvanizado en una empresa manufacturera de alambres de acero aplicando la metodología Lean Six Sigma. Tesis para optar el grado académico de Ingeniero Industrial. Pontificia Universidad Católica del Perú. Esta tesis tenía el enfoque de mejorar el consumo de zinc, y por ello se aplican las herramientas lean y six sigma para mejorar el uso del Zinc en el proceso de galvanizado la metodología de investigación es Descriptiva simple, aplicada y cuantitativa, se alcanzaron los objetivos de la investigación y se mejoró el proceso reduciendo los consumos excesivos, se logró un VPN de \$ 17 799.40 y una TIR de 66%

Huarcaya, K. (2017). Aplicación del six sigma para incrementar la productividad en el almacén de economato en la empresa transportes Cruz del Sur S.A.C., ubicado en el distrito de Ate, año 2017. Tesis para optar el grado de ingeniero industrial, Universidad Cesar Vallejo. Esta tesis está enfocada en reducir la variabilidad de la movilización de la mercadería en el almacén, La metodología es Descriptiva, explicativa, aplicada, cuantitativa, cuasiexperimental y longitudinal. La población de estudio son los 634 artículos del almacén, la implementación logró mejorar los tiempos de entrega en un 23%, el nivel de servicios incrementó en un 58%, se logró reducir los costos de almacenaje de existencias y generó una nueva cultura de gestión de almacenes.

Chancas, G. (2018). Aplicación de la metodología six sigma para la mejora de la productividad en la fabricación de pañales, Lima, 2018. Tesis para optar el grado de ingeniero industrial. Universidad Cesar Vallejo. La tesis tiene por enfoque reducir los reprocesos que generan las entregas y salidas de materia prima, y con esto reduce los costos de operaciones. La metodología es aplicada, cuantitativa, experimental, transversal y experimental. La población de estudio es cantidad de paradas de máquina, en los tres turnos de trabajo, y muestra serán la cantidad de paradas durante los 6 meses de operaciones. Se concluyo este trabajo la productividad se mejoró en 8%, y redujo los desperdicios de productos no conformes, se redujo la cantidad de paradas en la de máquinas de 37 a 21 por día, y se obtuvo un ahorro de S/2,141, a S/ 1,120, por día.

Echevarría, R. (2016). Aplicación de la metodología Six Sigma para la mejora en la uniformidad del producto final en una fábrica de neumáticos. (para optar el título de ingeniero industrial). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. El objetivo de la

presente investigación es reducir la variabilidad de las salidas para mejorar la fabricación de neumáticos y reducir reprocesos. La metodología es aplicada, descriptiva, se lograron los objetivos planteados que fue se elevar el Cp de 1.44 a 2.92, se logró reducir la variabilidad de los procesos en correlación de 86.5%.

Antecedentes internacionales

Gallardo, J. (2015). Implementación de la metodología six sigma en una empresa maquiladora. Tesis para optar el grado de Ingeniero Industrial. Universidad Nacional Autónoma de México. El objetivo de este trabajo de investigación es disminuir los rechazos internos debido a defectos en el proceso, mejorar la velocidad y orden de las líneas de producción y mantener un control a largo plazo de las mejoras que se realicen. La metodología es descriptiva simple, cuantitativa, aplicada, y alcanzaron los objetivos aplicando las herramientas lean y de six sigma.

Loyola, L. (2014). Implementación de las metodologías six sigma y lean manufacturing en la línea de mezclado de vainilla artificial “Bethel. Tesis para optar el grado de ingeniero industrial. Universidad Nacional Autónoma de México. El presente trabajo tiene por objetivo localizar las fuentes de variación en el proceso de mezclado de la esencia artificial de vainilla, lograr mejorar que como mínimo superen el 20% más sobre la base en productividad mensual, mejorar la calidad del producto, reducir el nivel de desperdicio en el proceso de mezclado, eliminar altos índices de accidentes por mala distribución en el área de trabajo. La metodología es aplicada, descriptiva simple, cuantitativa, se lograron los objetivos planeados y con rentabilidad en el presente trabajo.

Valenzuela, V. (2014). Análisis y mejora del proceso de ordenes de trabajo mediante la aplicación de la metodología Seis Sigma en subgerencia de operaciones de Clínica Sanatorio Alemán. (Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil Biomédico). Facultad de Ingeniería. Universidad de Concepción. Chile. El objetivo de esta tesis es reducir las demoras en los tiempos con que se estaban concluyendo los ciclos de las ordenes de trabajo. Se aplica la metodología del Six Sigma mediante el uso del DMAIC, aplicando las herramientas estadísticas que ayudarán a demostrar las mejoras planteadas. Como conclusiones se puede decir que los rendimientos se optimizaron de 16.4% a un 94.6% es decir se paso de un nivel sigma de 0.59 a 3.11 sigmas.

Vásquez, J. (2005). Filosofía 6 sigma una metodología para mejorar la calidad de productos y servicios en el sector productivo. (Tesis para obtener el grado de ingeniero robótica industrial. México. D.F. Instituto Politécnico Nacional. Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. El objetivo de esta tesis es deducir los costos mediante los elementos de no calidad y seguidos del uso de herramientas estadísticas. Se consiguen los objetivos planteados, pues se aplica la metodología del six sigma en los procesos elegidos y se logran reducir la variabilidad del proceso.

Pardo, 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. Facultad de Ingeniería. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Industrial. Universidad Católica de Colombia. Bogotá. Colombia. El objetivo de este trabajo de investigación está en identificar las principales causas que generan problemas producción, analizar los resultados del levantamiento de información y proponer una propuesta de implementación del modelo six sigma en el manejo y el control de desperdicios de materia prima en este caso el papel Kraft.

3.4. Marco conceptual

Fase Definir. Fase dedicada a definir el problema a resolver, mediante la identificación de la causa raíz del problema. Se definen la variable independiente y la variable dependiente. Si serán procesados en el minitab. Se utiliza las fórmulas para definir el tamaño de la muestra, se identifica si la muestra es paramétrica o no paramétrica, y se elige su modelo estadístico.

Fase Analizar. Se analizan mediante herramientas como las 7 herramientas básicas de la calidad, y las 7 herramientas ampliadas de la calidad, y se aplican herramientas estadísticas como la regresión simple y múltiple.

Fase Mejorar. Se implementan las mejoras que implican la gestión del cambio de los procesos, y la capacitación al personal para que adopte los cambio identificados. Se aplican el DOE.

Fase Controlar. Mediante las gráficas de control se monitorea si hay cambios a la implementación hecha aguas arriba, así mismo, se puede implementar las ISO 9001, ISO 27001, etc. Se puede implementar TOC y TRIZ.

Mapeo de procesos. El mapeo de procesos tiene por finalidad, separar los procesos que son estratégicos, los procesos operativos y los procesos que son de apoyo, las características de estos procesos son los procesos estratégicos son los que garantizan la sostenibilidad del negocio, el proceso operativo son los que el cliente paga lo que hacemos, lo que agrega valor, los procesos de apoyo son los que apoyan a que funcione el mapa de procesos.

Project Definition Form (PDF). El PDF es el acta que da por iniciado el proyecto, define quienes intervienen en el proyecto de mejora, identifica el proceso de mejora, identifica la causa raíz del problema, declara el cronograma de aplicación del caso.

Matriz Impacto – esfuerzo. Ayuda a elegir y priorizar los proyectos de mejora

SIPOC. Es una matriz que ayuda a comprender el proceso de alto nivel y con un golpe de vista se entiende cómo funciona el proceso.

AMEF. Herramienta para predecir el modo de fallo, y efecto del fallo, en el proceso analizado.

Matriz de interesados. Es una matriz que ayuda a generar estrategias para gestionar a los interesados del proyecto o proyectos six sigma que estamos gestionando.

CTQ. Son los indicadores que identificaran si hemos mejorado el proceso no ha sido mejorado. Se identifica la meta de lo que queremos realizar.

Regresión Lineal. En estadística la regresión lineal o ajuste lineal es un modelo matemático usado para aproximar la relación de dependencia entre una variable dependiente Y , las variables independientes X_i y un término aleatorio ε

Población. La totalidad de los datos que estamos estudiando.

Muestra. Es una parte representativa de la población, se puede inferir de la población y generalizar.

Muestreo. Es la técnica de como recogeremos los datos de la muestra.

3.5. Base legal

En el presente trabajo de investigación no aplica base legal, por no estar comprendido en temas legales enmarcados.

Capítulo IV: Metodología

4.1. Tipo y nivel de investigación

La presente investigación fue de tipo explicativa, ya que “se enfocan en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta” (Hernández, Fernández y Baptista, 2010). Así mismo, está dirigido a responder por las causas de las fallas presentadas en las unidades vehiculares de la empresa Tower and Tower.

4.1. Población, muestra, muestreo

Según Triola (2009) La población es el conjunto completo de todos los elementos que se va estudiar. El conjunto es completo porque incluye a todos los sujetos que se estudiarán. Según Triola (2009, p.4) la muestra es un subconjunto de miembros seleccionados de una población. Según Muñoz (2011, p.117) el muestreo es la forma como se realizará la recopilación y el análisis de los datos para la investigación. En el presente estudio la población está constituida por el número fallas vehiculares reportados en 12 semanas laborales, y la muestra será la totalidad de la población elegida, por lo tanto, no existe muestreo.

4.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Define Martínez (2012 pág. 685) El diseño y el tamaño de la muestra van a determinar la cantidad de información necesaria respecto a los objetivos de la encuesta. Recordemos que el objetivo del muestreo es contar con el mayor número de unidades y la mayor cantidad de información, pero con el menor costo posible. La observación va a ser la técnica que vamos a usar para obtener los tiempos que dura cada uno de los procesos.

Instrumento: Ficha de registro de O.T.

Ficha de registro de O.T. Toma de tiempos de los procesos elegidos, es decir, se va a registrar en la base de datos del sistema de los tiempos de todos los procesos observados. En los anexos se mostrarán los registros.

Confiabilidad.

“Un instrumento es confiable o fiable si produce resultados consistentes cuando se aplica en diferentes ocasiones. No es necesario porque son datos reales de la empresa.

Validez.

“Lo que buscamos es que nuestros instrumentos elaborados tengan el grado óptimo de validez para obtener datos confiables.

4.3. Procedimiento de datos

El análisis de datos consiste en ejecutar las acciones para que el investigador someta los datos a un estudio profundo. La recolección de datos, ciertos análisis preliminares pueden revelar evidenciar problemas, dificultades que deberán ser recogidas y analizadas, sin embargo, es importante planificar los principales aspectos en función de la verificación de cada una de las hipótesis formuladas ya que estas definiciones condicionaran a su vez la fase de recolección de datos.

La observación.

Se realizarán observaciones en el área de técnica y operaciones, con el objeto de familiarizarse con los procesos de mantenimiento y transporte de mercancías.

Hojas de cálculo.

Será posible realizar cálculos numéricos con toda la data recopilada

Capítulo V: Análisis crítico y planteamiento de alternativas.

5.1. Determinación de alternativas de solución

Se determinó que los problemas de operaciones se identifican en que las fallas vehiculares se presentan muy a menudo y genera pérdidas económicas por no entregar a tiempo. Esto representa una pérdida aproximada mensual de S/ 10,000 soles por entregas de más o menos de lo programado. Esto se refleja en el reporte entregado por el área de logística a diciembre del 2020.

5.2. Evaluación de alternativas de solución.

El presente trabajo ha elegido el six sigma como herramientas para la mejora de procesos, debido a que es la herramienta que analiza de manera robusta el proceso y propone alternativas de mejora de proceso más adecuados, en comparación, lean logistic que es una herramienta muy poderosa para solucionar el problema solo se dedica al tema logístico, en este caso particular también tenemos problemas del proceso de Unidades Inoperativas para los servicios solicitados por nuestros clientes, es decir hay problemas que escapa el ámbito del lean logistic, y la gestión logística se dedica gestionar la logística e identificar indicadores de gestión para la mejora del proceso, en este caso queremos saber también, que sucede en el proceso de gestión de los residuos sólidos(Transporte). Los puntajes son 6 puntos que significa la mejora alternativa, 3 puntos que significa la alternativa media y la alternativa con menor opción es la 1.

Tabla 1. Matriz de alternativa de solución

ALTERNATIVAS	CRITERIOS				Total
	Solución a la problemática	Costos de implementación	Facilidad de aplicación	Tiempo de aplicación	
Six Sigma	6	6	3	6	21
Lean Logistic	3	6	6	3	18
Gestión Logística	3	6	6	3	18

Fuente: Elaboración Propia

Capítulo VI: Prueba de Diseño.

6.1. Justificación de la propuesta elegida

Debido a la necesidad de realizar un análisis profundo de los procesos internos de la gestión integral de residuos sólidos mediante la entrega de Unidades disponibles, se necesita una herramienta metodológica que ayude a analizar de manera profunda el proceso de gestión de vehículos de transporte de gestión de residuos sólidos. Debido a que esto significa S/ 10,000 soles de pérdidas mensuales. Así mismo, se hace necesario hacer una gestión del mantenimiento productivo total, que este tema no será de nuestro análisis. Debido a que significa más tiempo y mayor información para poder corregir estos problemas identificados.

6.2. Desarrollo de la propuesta elegida.

Fase Definir.

Project Definition form. – PDF

Este documento tiene por finalidad definir el proyecto de six sigma a realizar en la gestión de las unidades vehiculares de la empresa Tower and Tower SAC.

Tabla 2. Project Definition Form - PDF de Tower and Tower

Six Sigma

DEFINICIÓN DEL PROYECTO

Título del Proyecto: Mejora de la gestión de residuos sólidos		
Jefe de proyecto: Rosana Guerra	Miembros del equipo:	
Caso de negocio: Las 10 unidades vehiculares se malogran de manera recurrente en diferentes partes, y se atraza la fecha de entrega de las entrega comprometidas con los clientes muchas veces demoramos de 2 a 3 días entregar los pedidos programados Se ha identificado pérdidas económicas en S/10,000 soles mensuales aproximadamente,	Juan Perez - Jefe de Operaciones Rosana Guerra - Analista de Operaciones Yumi Rivera - Manejo de programación Carlos Giraldo - Encargado de mantenimiento Luis Fuertes - Green Belt para operaciones	
Declaración del problema / oportunidad: La programación, seguimiento y control del proceso de gestión de unidades vehiculares, deberían reducir las demoras a 1 día de atrazo en la entrega.	Declaración del objetivo: Las demoras en las entregas de los pedidos deben ser a lo máximo un día en la entrega	
Alcance del Proyecto, riesgos, supuestos: El proceso de programación, seguimiento y control de la gestión de unidades vehiculares, están compuestos por: 1. Registro de unidades vehiculares 2. Verificación de la situación del vehículo (con gasolina, con aceite, en buenas condiciones) 3. Programación de entregas, asignación de chofer 4. Impresión de la guía de remisión 5. Envío de la mercadería 6. Coordinación con logisita del cliente	"Partes interesadas" Jefe de Operaciones Gerencia General Cliente atendido Jefe de Logistica	
PLANIFICACION PRELIMINAR	Fecha Objetivo	Fecha real
Fecha de comienzo	5/11/2020	
FASE DEFINIR	10/12/2020	
FASE MEDIR	10/01/2021	
FASE ANALIZAR	20/01/2021	
FASE MEJORAR	4/02/2021	
FASE CONTROLAR	8/02/2021	
Fecha de finalización	11/02/2021	

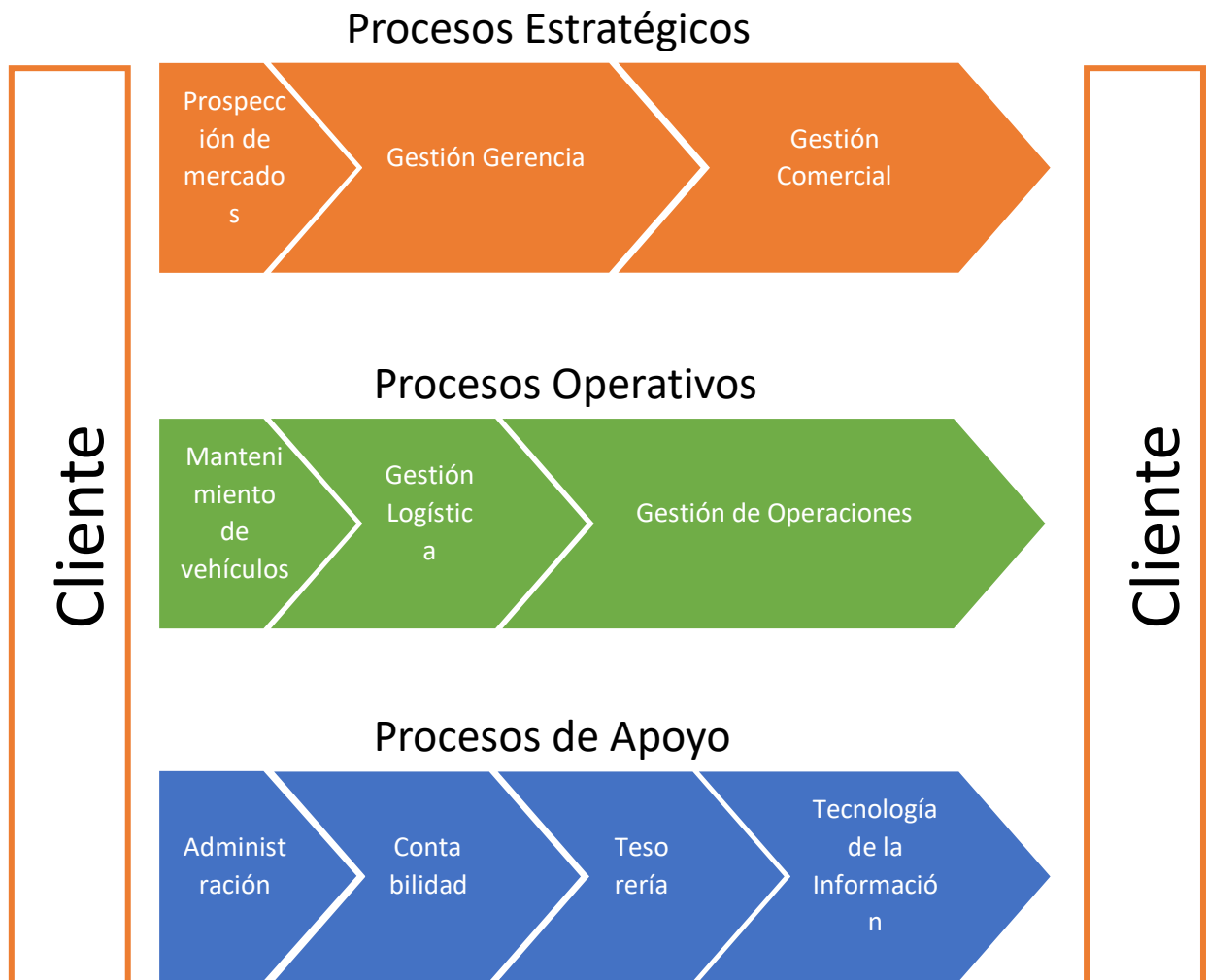
Fuente. Elaboración Propia.

Tabla 3. SIPOC de la Empresa TOWER and TOWER SAC.

Suplier	Input	Process	Output	Customer
Cliente “A” Automotriz Segura Repuestos Márquez	Guía de Remisión	1. Recepción de O/S	Productos entregados	Repsol
	Número de Factura.	2. Se verifica los vehículos en buen estado.	Guía de Remisión	Petroperú
		3. Se asigna		Veolia
	Número de RUC de la empresa	4. Se le entrega la documentación	Número de factura	Envak
		5. Se le Asigna		Disal
	Número de Boleta	6. El vehículo sale de almacén	Número de RUC	Ancro
		7. Conductor registra incidencias		Ulloa
		8. Presenta informe de recorrido.		Ecocentury

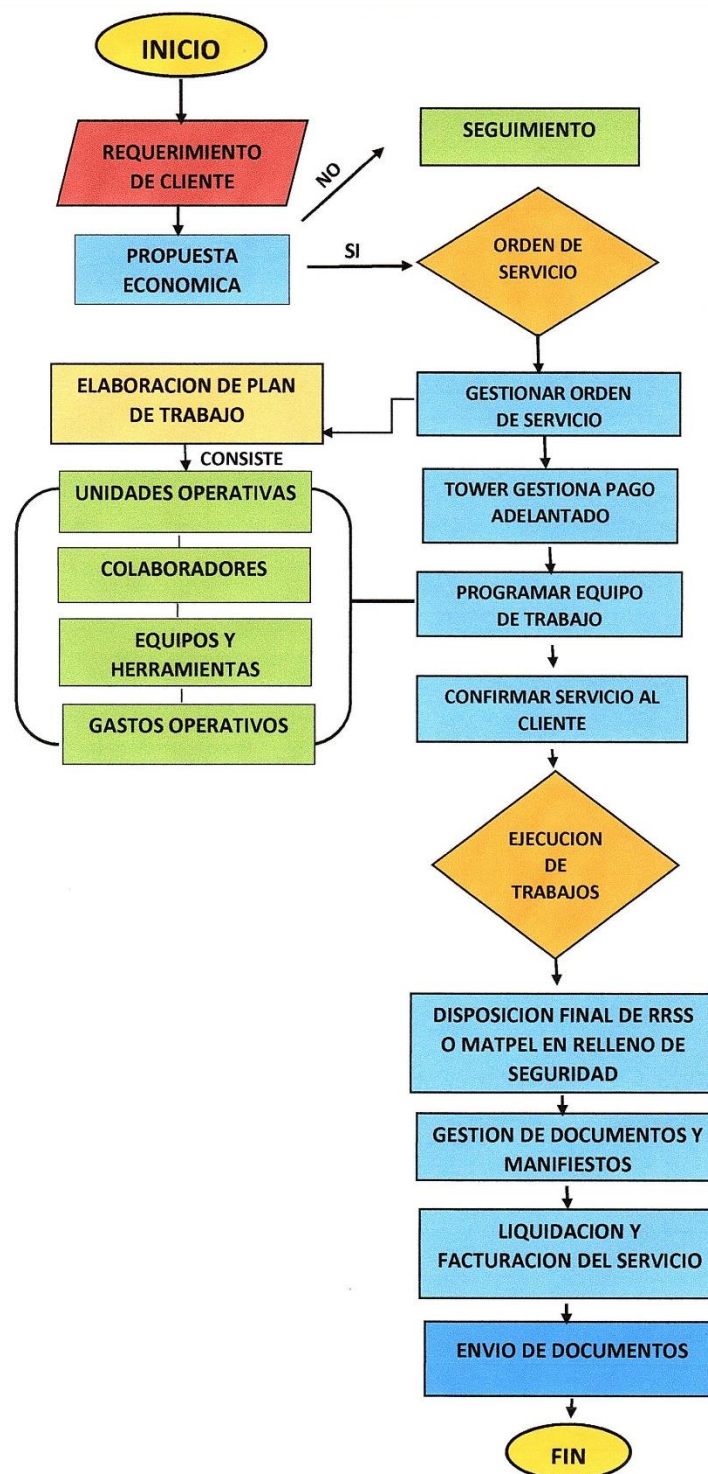
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 2. Mapa de Procesos de Tower and Tower



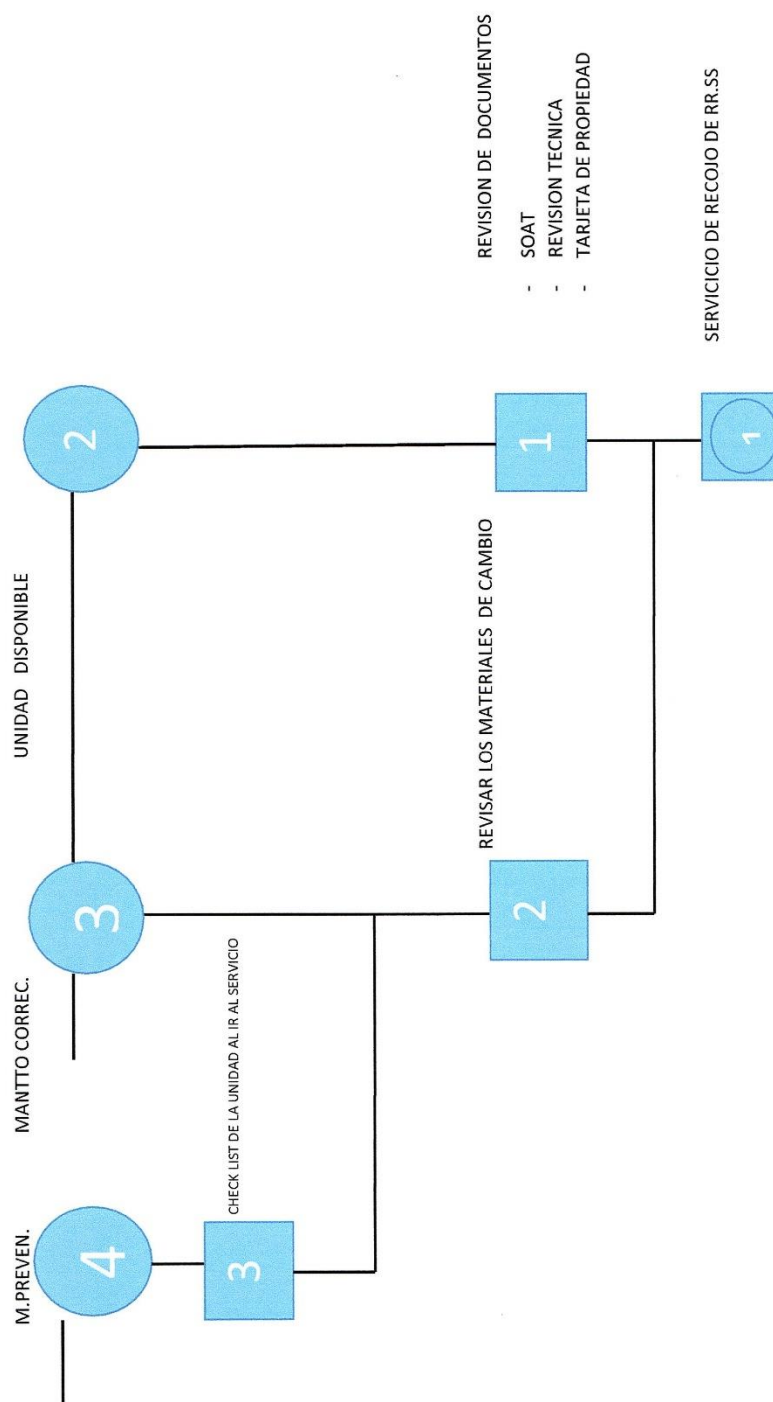
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3. Diagrama de Flujo de la ejecución de servicios 2019



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4. Diagrama de operaciones de procesos de Tower and Tower S.A.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 5. Diagrama de Análisis de Procesos - DAP de Tower and Tower S.A.

DIAGRAMA DE ACTIVIDAD						
DIAGRAMA N°1		RESUMEN				
OBJETO : UNIDADES VEHICULARES DE TOWER AND TOWER S.A		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	ECON.	
		OPERACIÓN		4		
		TRANSPORTE		2		
		ESPERA				
		INSPECCION		2		
		ALMACENA		1		
METODO : ACTUAL PROPUESTO		DISTANCIA				
LUGAR : TOWER AND TOWER S.A		TIEMPO				
		COSTO				
MECANICO : A.L.A N°1		MANO DE OBRA				
ELABORADO POR: R.B.G.CH - FECHA : 29/01/2021		MATERIAL				
APROBADO : A.Q.N - FECHA : 30/01/2021		TOTAL		9		
DESCRIPCION	d(m)	t(m)	○	⇒	◻	▽
Materiales en el almacen para el Mto Preventivo						
Revisar los repuestos solicitados						
Llevar al taller mecanico - repuestos						
Mantenimiento Preventivo a la unidad Vehicular						
Realizar el Check List de Unidades						
Realizar el servicio de recojo de RR.SS						
Transporta los RR.SS al relleno						
Disposicion Final en el Relleno de Seguridad						
TOTAL			4	2	2	1

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Layout antes del Almacén y Patio de maniobras de Tower and Tower S.A.

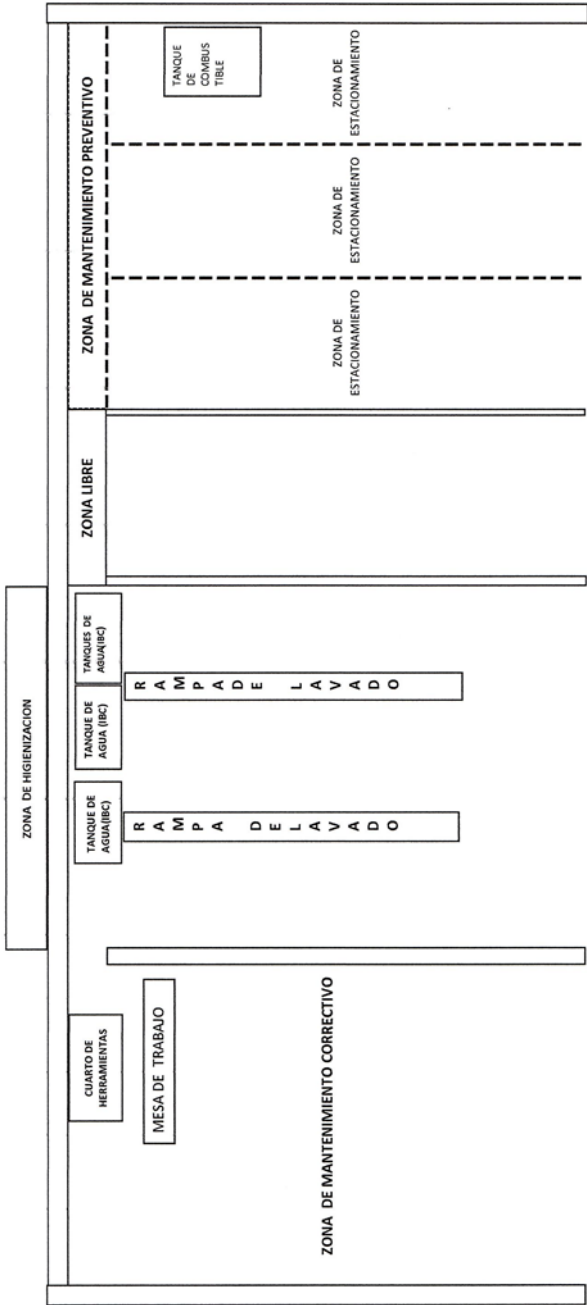
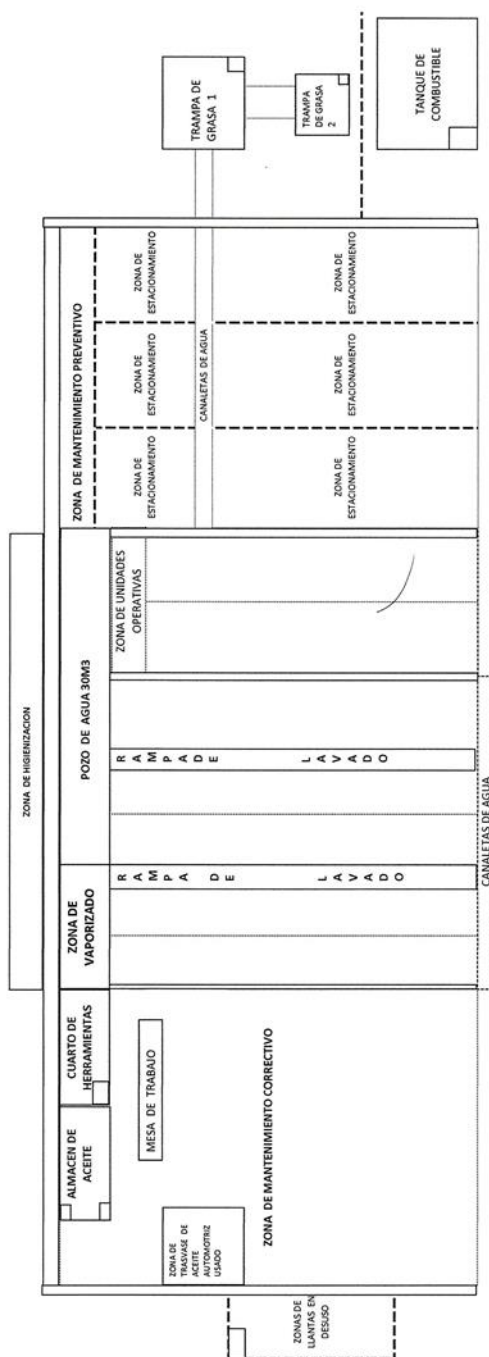


Figura 7. Layout de Tower and Tower S.A., después de la mejora



Fuente: Elaboración Propia.

Fase Medir y Analizar

Se registró durante 12 semanas, dos indicadores estos son: a) Rotación de inventarios, b) Disponibilidad de los vehículos. Para comprender la situación de los procesos.

Tabla 4. Ficha de registro de los 10 vehículos asignados con un cliente.

FICHA DE REGISTRO DE GESTIÓN LOGÍSTICA							
Investigador: Roxana Guerra Empresa: Tower and Tower S.A.				<i>Gestión de residuos Sólidos</i> Cliente 1 10 Vehículos asignados			
Item	Fecha	Ventas Acumuladas	Inventario Promedio	Tiempo Fuera de servicio	Tiempo Total	Rotación de inventarios	Disponibilidad de los vehículos
1	Semana 1	16,219.00	9,336.00	84	720	1.74	0.88
2	Semana 2	15,169.00	6,420.00	69	720	2.36	0.90
3	Semana 3	17,588.00	5,149.00	98	720	3.42	0.86
4	Semana 4	18,175.00	7,613.00	92	720	2.39	0.87
5	Semana 5	18,237.00	8,408.00	88	720	2.17	0.88
6	Semana 6	23,894.00	5,454.00	56	720	4.38	0.92
7	Semana 7	24,893.00	7,656.00	51	720	3.25	0.93
8	Semana 8	21,005.00	7,632.00	101	720	2.75	0.86
9	Semana 9	24,542.00	8,429.00	116	720	2.91	0.84
10	Semana 10	20,242.00	6,306.00	51	720	3.21	0.93
11	Semana 11	20,811.00	7,613.00	50	720	2.73	0.93
12	Semana 12	23,453.00	6,167.00	74	720	3.80	0.90
	Promedio	20,352.33	7,181.92	77.50	720.00		

Fuente: Elaboración Propia.

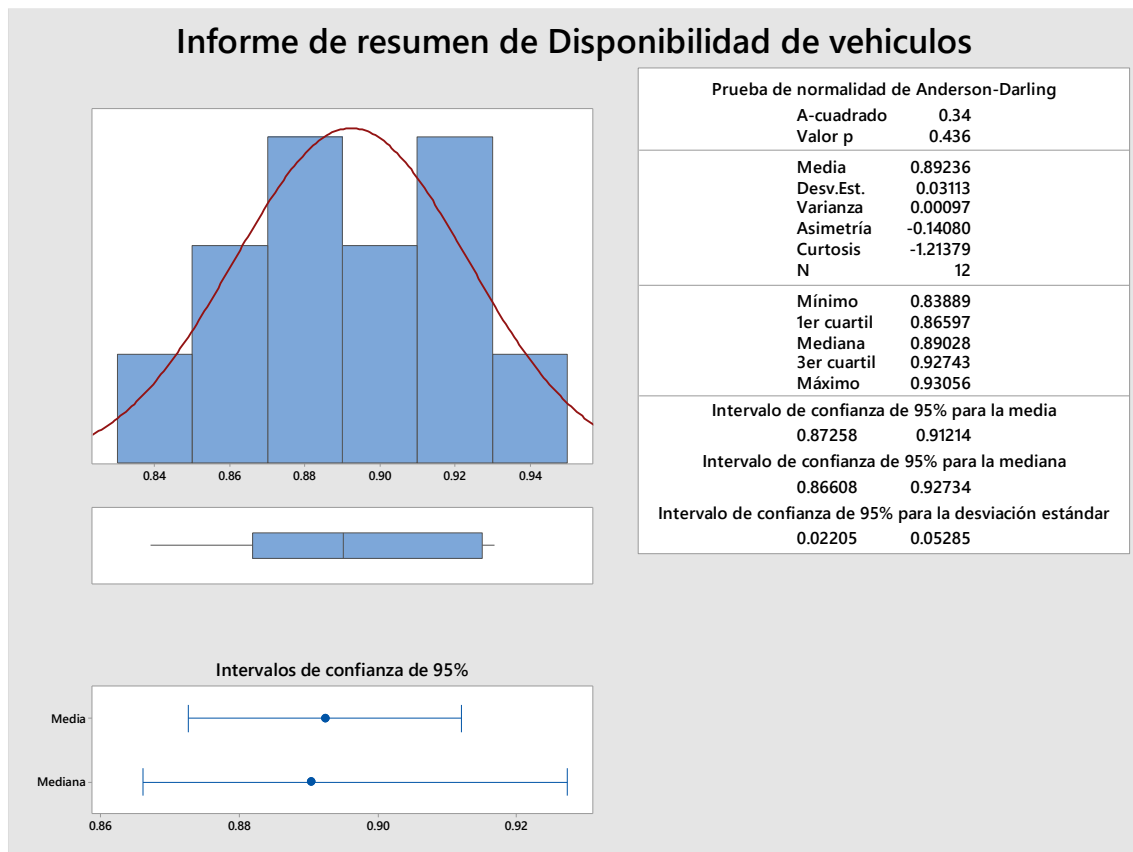
La estadística descriptiva de Rotación de inventarios.

Estadísticas

Variable	N	Media	Desv. Est.	Mínimo	Q1	Media	Q3	Máximo
Disponibilidad de vehículos	12	0.8923	0.0311	0.8388	0.8659	0.8902	0.9274	0.9305

Se observa que la media aritmética es 0.8923 ± 0.0311 , con mínimo de 0.8388 y un máximo de 0.9305 y los cuartiles Q1: 0.8659 y Q 3: 0.9274

Figura 8. Informe de disponibilidad de vehículos.



La prueba de Anderson – Darling se observa un P – valor de 0.436 que presenta una distribución normal con 12 semanas de levantamiento de datos. Se observa una Media aritmética $0.89236 > \text{Mediana } 0.890228$, es una posible asimetría positiva,

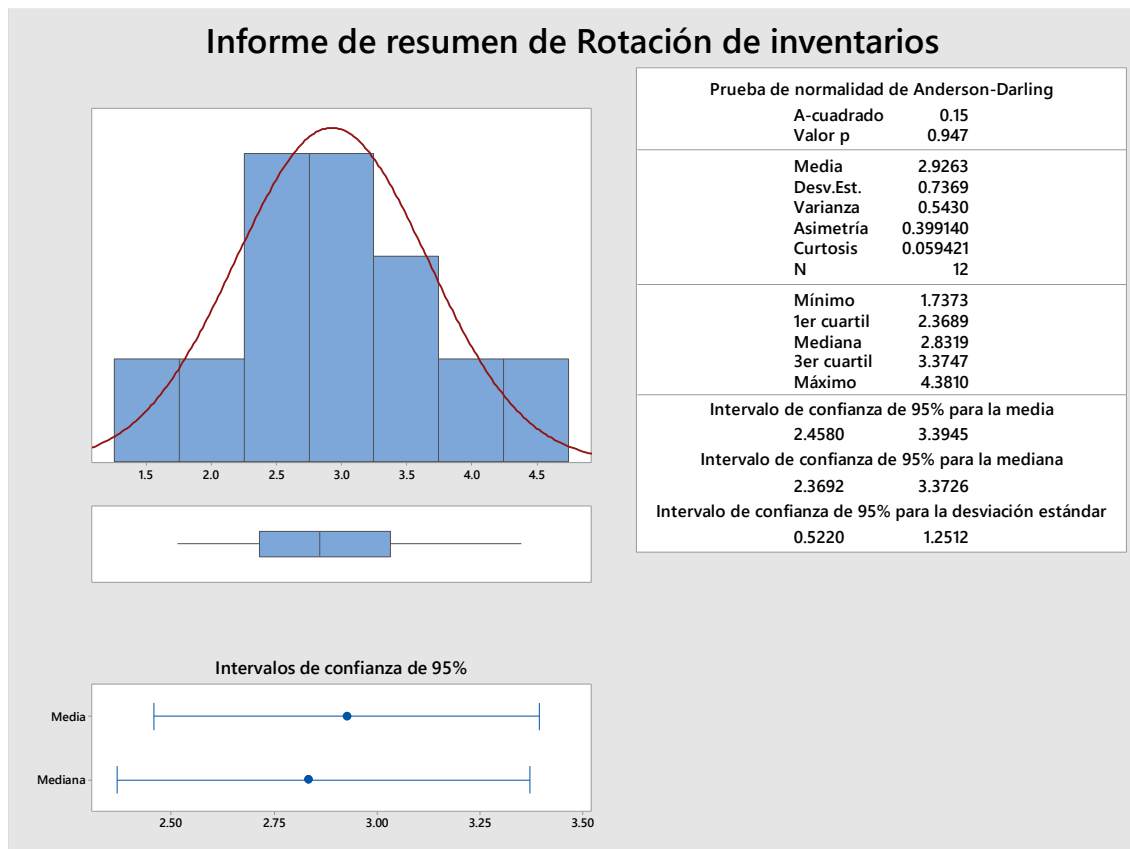
Estadística descriptiva de rotación de inventarios.

Estadísticas

Variable	N	Media	Desv.Est.	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
Rotación de inventarios	12	2.926	0.737	1.737	2.36	2.832	3.37	4.381

Se observa de 2.926 ± 0.737 un mínimo de 1.737 un máximo de 4.381 unos cuartiles de Q1: 2.36 y Q3: 4.381

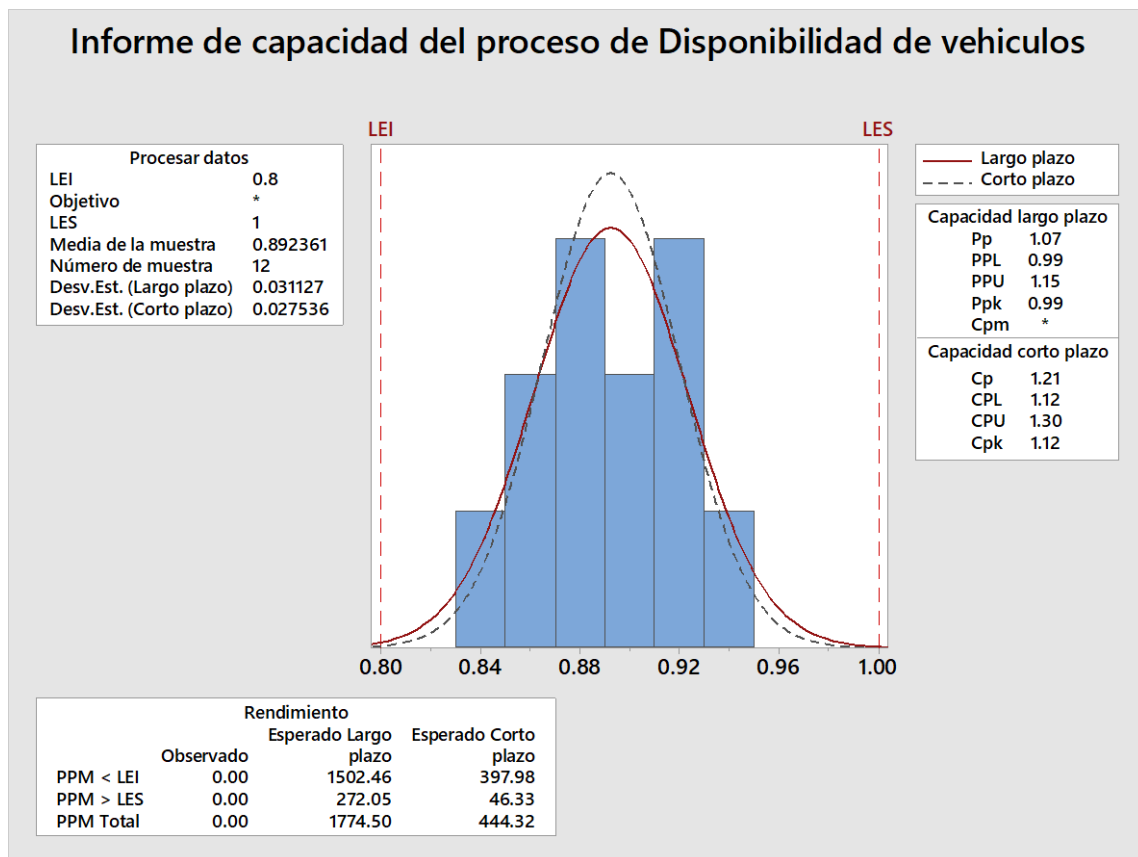
Figura 9. Informe de resumen de rotación de inventarios



En la prueba de Anderson Darling se obtuvo un p – valor de 0.947 esto indica que es una curva normal, y se observa $Ma: 2.9263 > Me: 2.8319$; donde Ma: media aritmética, Me: Mediana, posible asimetría positiva.

Aplicar el Cp y Cpk

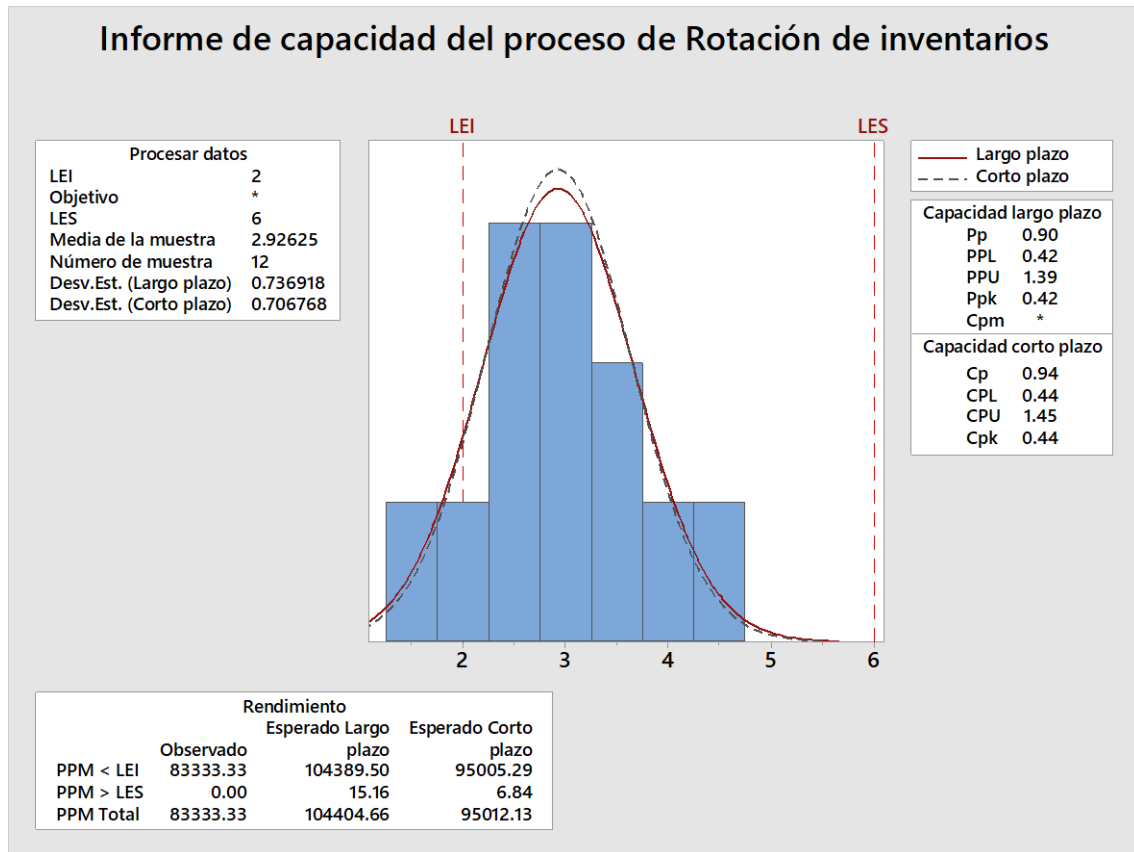
Figura 10. Informe de capacidad del proceso de disponibilidad de vehículos



Fuente: Elaboración Propia.

Se identifica la capacidad hoy Cp: 1.21 que el proceso es parcialmente adecuado hoy, y que en el futuro 1.12 será siendo parcialmente adecuado, pero se acerca a requiere mantenimiento serio. Esto debido a que la disponibilidad debe estar según ratio del plan estratégico de operaciones en 80% y 100%

Figura 11. Informe de capacidad del proceso de rotación de inventarios



Se identifica la capacidad hoy C_p : 0.94 que el proceso es no adecuado hoy, y que en el futuro C_{pk} : 0.44 será siendo no adecuado, esto debido a que la rotación de inventario debe estar como mínimo 2 para que el negocio sea mínimamente rentable y como máximo esperado 6 de indicador

Mejorar

Para mejorar el área de operaciones de transporte se plantea aplicar unas 5S en el puesto de trabajo.

Se comienza con una capacitación al área de transportes

Figura 12. Capacitación de la mejora implementada



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 13. Gestión del residuo Sólido.



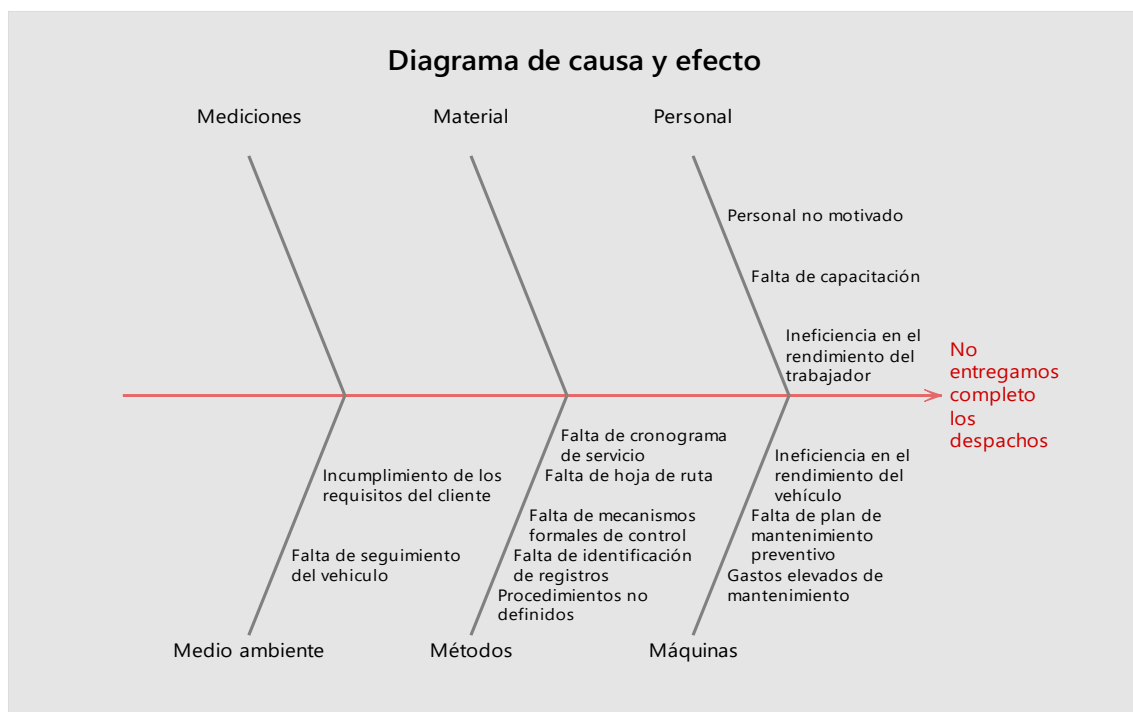
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 14. Hidroject Llena de placa ANV 975 para la gestión de residuos sólidos.



Foto Referencial: <https://www.cajas-ecologicas.com/nosotros/>

Figura 15. Diagrama de Ishikawa de Tower and Tower S.A.



Fuente: elaboración propia.

La Fase Controlar, consiste en colocar los indicadores de gestión y se hace seguimiento de estos indicadores.

Estos son:

Tasa de precisión de inventarios

$$\frac{\# \text{ de artículos para los que el conteo del expediente equivale al conteo físico de las existencias}}{\# \text{ total de artículos contados}} \times 100$$

Objetivo: mide la precisión de los datos de los niveles de existencias de productos en una instalación y suministra información sobre el nivel de precisión del rastreo de los inventarios de la instalación

Plazo de entrega del pedido

$$\sum_{i=1}^n OTTi$$

OTT = número de días que toma procesar el pedido o el plazo de entrega del pedido.

Objetivo: mide la eficacia de procesamiento de los pedidos, porque mide únicamente el plazo transcurrido entre la fecha en que la fuente de distribución recibió el pedido y la fecha de embarque real del pedido.

Razón del costo de distribución sobre el valor de los suministros distribuidos.

$$\frac{\text{costo de transportar los suministros}}{\text{valor de los suministros transportados}} \times 100$$

Objetivo: mide los costos relacionados con la entrega de suministros a cada instalación subalterna o a las instalaciones en una ruta de suministros, o los costos relacionados con la distribución como un todo.

Eficacia

$$Eficacia = \frac{\text{Despachos logrados}}{\text{Despachos meta}}$$

Objetivo: mide el grado de cumplimiento de las metas programadas.

Eficiencia

$$Eficiencia = \frac{Despachos\ programados}{Despachos\ transportados}$$

Objetivo: mide el grado de empleo de los factores y el modo en que satisfacen al máximo las necesidades del cliente.

Capítulo VII: Implementación de la propuesta

7.1. Propuesta económica de implementación

Los costos de implementación del six sigma en Tower and Tower S.A. son gastos básicamente administrativos, que están identificados en esta tabla:

Tabla 5. Costos de implementación Administrativos

Item	Descripción	Unid.	Parcial (S/)	Sub Total
1	Paquete de papeles	4	S/ 10.00	S/ 40.00
2	Tintas para impresora	4	S/ 35.00	S/ 140.00
3	Caja de Lapiceros	1	S/ 10.00	S/ 10.00
4	Paquetes Folders y faster	1	S/ 10.00	S/ 10.00
5	Caja de Grapas	1	S/ 3.00	S/ 3.00
6	Rotuladores	5	S/ 25.00	S/ 125.00
7	Licencia de Minitab	1	S/ 2,500.00	S/ 2,500.00
8	Capacitación en uso de minitab	1	S/ 1,000.00	S/ 1,000.00
9	Rotafolio y papelería	1	S/ 350.00	S/ 350.00
10	Post it	20	S/ 10.00	S/ 200.00
Total				S/ 4,328.00

Fuente: Elaboración propia.

$$\text{Costos} = 4,328.00 \text{ soles}$$

Los beneficios esperados por la propuesta de implementación del six sigma, es de S/5,000 soles el primer mes de operaciones.

$$\text{Beneficio} = 5,000 \text{ soles}$$

La relación de Beneficio / Costo será de:

$$\text{Beneficio} - \text{Costo} = \frac{5,000.00}{4,328.00} = 1.6$$

Esto significa que, por cada sol invertido en este proyecto de mejora, se devuelve S/ 1.6 soles.

7.2. Calendario de actividades y recursos

Tabla 6. Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	2020 – 2021															
	Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero			
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16
La alta dirección nos indica la necesidad de mejorar los procesos logísticos																
Se define un ejecutivo de la empresa como sponsor																
Se accede a información clave																
Se Plantea la mejora propuesta																
Se capacita la mejora que se implementará																
Se presenta la propuesta a la alta dirección																
Se implementa la mejora propuesta colocando los indicadores																
Se evalúa los resultados																

Fuente: Elaboración Propia.

Capítulo VIII: Conclusiones y recomendaciones

8.1. Conclusiones

Luego de la implementación del six sigma, se logró en la variable independiente mejorar sus indicadores de gestión, los indicadores de disponibilidad de vehículos presentaron en el análisis de la estadística descriptiva no tener muchos problemas pues estaba cerca de lo exigido por la alta dirección, es decir, la media de $89.23\% \pm 0.0311$ y la meta solicitada es de 80%, por lo tanto, estamos dentro de los parámetros solicitados, y la rotación de inventarios, presenta 2.926 ± 0.737 cuando la rotación de inventarios esperado por la empresa es de 2 como mínimo y como máximo es de 6, se observa en los datos un sesgo a la izquierda por lo que el proceso no es capaz, y esto nos indica que debemos mejorar la rotación de inventarios. Pues estamos en un índice que perjudica la rentabilidad de la empresa por esta razón es necesario hacer mayor énfasis en hacer rotar los inventarios de manera efectiva. Por otro punto se han identificado que analizando los procesos se han encontrado oportunidades de mejora en lo referente a los métodos administrativos, y el seguimiento y control de los procesos, con esto se puede implementar herramientas de gestión y que logrará una mejora importante.

8.2. Recomendaciones

Se recomienda enfocarnos en el proceso de gestión logística específicamente en el transporte de vehículos y cargas, así mismo, es necesario estandarizar los procesos y de esta manera se pueda mantener en el tiempo las mejoras identificadas y la empresa no pierda la inversión realizada en estos procesos de mejora y se puede lograr que la rotación de inventario (carga) sea la adecuada. La coordinación y programación de los despachos es la clave para generar más ingresos.

Referencias Bibliográficas

- M.P.J. Pepper and T.A. Spedding. "The evolution of lean Six Sigma ". Int. J. Qual. Reliab. Manag. Vol. 27 N° 2, pp. 138- 155. 2010. ISSN: 0265-671X. DOI: 10.1108/02656711011014276.
- Barrera García, Aníbal, Cambra Díaz, Adrian, & González González, Javier Antonio. (2017). IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN LA GESTIÓN DE LAS MEDICIONES. Revista Universidad y Sociedad, 9(2), 8-17. Recuperado en 01 de enero de 2021, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202017000200001&lng=es&tlng=es.
- Caletec (2012). Aceleración controlada de la producción. Recuperado de <https://www.caletec.com/6sigma/definicion-de-capacidad-de-proceso/> el 01 de enero del 2021.
- Marroquín-Prado, E., & Cantú-Sifuentes, M. (2010). Una gráfica de control combinada para identificar señales fuera de control en procesos multivariados. Ingeniería, investigación y tecnología, 11(4), 453-460. Recuperado en 01 de enero de 2021, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432010000400009&lng=es&tlng=es.
- Gutarra, R. (2016). Diagnóstico y propuesta de mejora del sistema de atención de la unidad de cuidados intensivos generales adultos de un hospital del estado aplicando lean healthcare
- Gallardo, J. (2015). Implementación de la metodología six sigma en una empresa maquiladora. Tesis para optar el grado de Ingeniero Industrial. Universidad Nacional Autónoma de México.

- Loyola, L. (2014). Implementación de las metodologías six sigma y lean manufacturing en la línea de mezclado de vainilla artificial “Bethel. Tesis para optar el grado de ingeniero industrial. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Huarcaya, K. (2017). Aplicación del six sigma para incrementar la productividad en el almacén de economato en la empresa transportes Cruz del Sur S.A.C., ubicado en el distrito de Ate, año 2017. Tesis para optar el grado de ingeniero industrial, Universidad Cesar Vallejo.
- Chancas, G. (2018). Aplicación de la metodología six sigma para la mejora de la productividad en la fabricación de pañales, Lima, 2018. Tesis para optar el grado de ingeniero industrial. Universidad Cesar Vallejo.
- Echevarría, R. (2016). Aplicación de la metodología Six Sigma para la mejora en la uniformidad del producto final en una fábrica de neumáticos. (para optar el título de ingeniero industrial). Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Valenzuela, V. (2014). Análisis y mejora del proceso de ordenes de trabajo mediante la aplicación de la metodología Seis Sigma en subgerencia de operaciones de Clínica Sanatorio Alemán. (Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil Biomédico). Facultad de Ingeniería. Universidad de Concepción. Chile.
- Vásquez, J. (2005). Filosofía 6 sigma una metodología para mejorar la calidad de productos y servicios en el sector productivo. (Tesis para obtener el grado de ingeniero robótica industrial. México. D.F. Instituto Politécnico Nacional. Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.
- Pardo, 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. Facultad de Ingeniería. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Industrial. Universidad Católica de Colombia. Bogotá. Colombia.

Anexos

Interpretación del índice Cp

Valor del índice Cp	Clase o categoría de proceso	Decisión (si el proceso está centrado)
$Cp \geq 2$	Clase mundial	Se tiene calidad Seis Sigma
$Cp > 1.33$	1	Adecuado
$1 < Cp \leq 1.33$	2	Parcialmente adecuado, requiere de un control estricto
$0.67 < Cp \leq 1$	3	No adecuado para el trabajo. Un análisis del proceso es necesario. Requiere modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactorias
$Cp \leq 0.67$	4	No adecuado para el trabajo. Requiere modificaciones muy serias.