



Industrial Data

ISSN: 1560-9146

ISSN: 1810-9993

industrialdata@unmsm.edu.pe

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Perú

Paez Advincula, Rafael Rosell

Importancia de la ingeniería de confiabilidad operacional para el desarrollo empresarial

Industrial Data, vol. 25, núm. 1, 2022, Enero-Junio, pp. 137-156

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Lima, Perú

DOI: <https://doi.org/10.15381/idata.v25i1.21224>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81672183006>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# Importancia de la ingeniería de confiabilidad operacional para el desarrollo empresarial

RAFAEL ROOSELL PAEZ ADVINCULA <sup>1</sup>

RECIBIDO: 23/09/2021 ACEPTADO: 25/03/2022 PUBLICADO: 31/07/2022

## RESUMEN

En la presente investigación se expone el desarrollo de la ingeniería de confiabilidad operacional para el crecimiento económico y sostenible de las empresas que desean mantenerse, crecer, mejorar y desarrollar su propio entorno dinámico. Para plantear una estrategia que permita alcanzar objetivos empresariales, se explicarán diferentes competencias, entre las que se incluyen el desarrollo empresarial, el crecimiento económico como concepto integrador, la cultura empresarial y la gestión de conocimiento e innovación. Así, se pretende que el empresario identifique la necesidad de capacitarse y ser más competitivo en términos de (1) eficiencia y eficacia de procesos y (2) departamentos y actividades de la empresa, para que esta esté alineada en cuanto a objetivos y metas.

**Palabras clave:** estrategia; modelo; evaluación; gestión; confiabilidad.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación pretende mostrar un pilar fundamental en el desarrollo económico y empresarial sostenible para generar rentabilidad. Asimismo, permite identificar, explorar y desarrollar nuevas actividades productivas, cuya dinámica permita que las organizaciones se adapten a nuevas tecnologías. El planeamiento, control y organización son importantes en el proceso de mejoramiento, ya que estos permitirán que la empresa perdure en el mercado y sea de alta competitividad. El alcance de un desarrollo empresarial sostenible permitirá mejorar el liderazgo, crecimiento, innovación, cultura y gestión de conocimiento (Moscoso, 2017).

Es importante obtener la máxima producción, el máximo beneficio y aplicar los principios de la eficiencia en busca de rentabilidad y metodologías que se vean reflejadas en la productividad y que permitan alcanzar los objetivos de la empresa ante cualquier situación. El desarrollo de la ingeniería de confiabilidad operacional de gestión integral, que es la fotografía de antes, durante y después de los procesos, es considerado para conocer la situación real de la empresa, como apoyo en los esfuerzos por lograr los objetivos propuestos, para la toma de decisiones gerenciales y para dar una solución oportuna a los problemas (Quispe, 2017).

¿Qué factores de la ingeniería de confiabilidad inclinan la balanza para que los emprendedores tengan éxito empresarial? La ingeniería de confiabilidad permite plantear, diseñar y generar herramientas que garanticen calidad y condiciones óptimas en las organizaciones. Asimismo, pretende determinar soluciones óptimas para realizar trabajos en los tiempos previstos sin cometer errores o fallas. Del mismo modo, plantea una metodología que permite predecir y medir el entorno situacional para establecer una estrategia de desarrollo sostenible organizacional (Heredero et al., 2012). El pilar fundamental de la ingeniería de confiabilidad en el desarrollo empresarial permitirá identificar

<sup>1</sup> Magister en Ingeniería Industrial de la UNMSM. Actualmente, es gerente de operaciones en Corporación Industrial Paez S.A.C. (Lima, Perú).  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1413-7246>  
E-mail: [operaciones@incorpaezsac.com](mailto:operaciones@incorpaezsac.com)

y desarrollar nuevas técnicas y estrategias para obtener un crecimiento sostenible. Las herramientas de confiabilidad que se adapten al desarrollo de los productos facilitarán su planeamiento, control y organización, con lo cual se alcanzará un desarrollo sostenible empresarial, es decir, permitirá generar una ventaja competitiva. El seguimiento y control permitirán el logro de los objetivos y metas establecidos por la empresa (Schwertner, 2017).

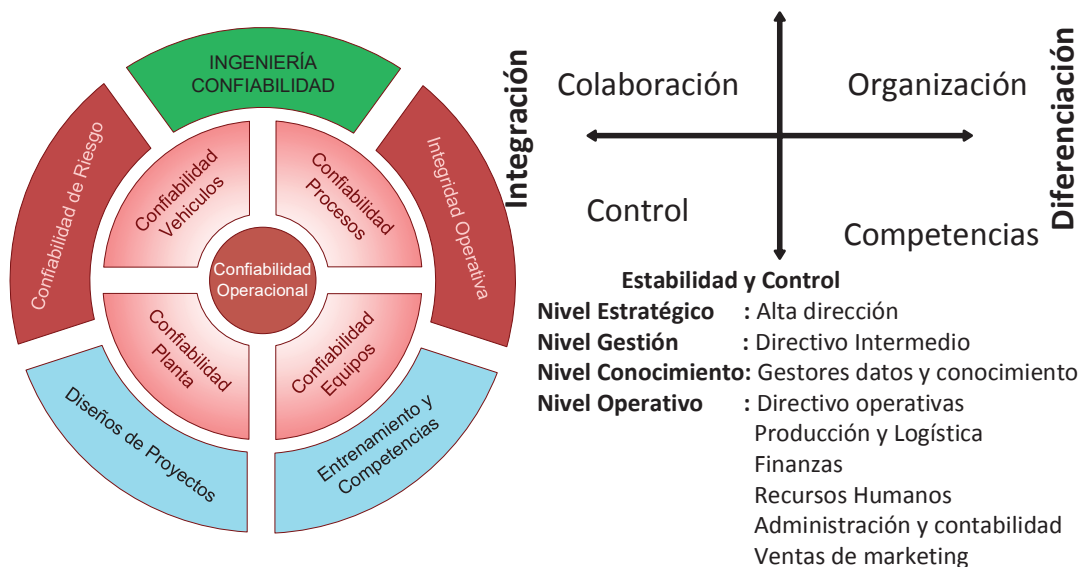
¿Qué tiene que ver la ingeniería de confiabilidad con el sector empresarial? La ingeniería de confiabilidad representa la administración de un modelo que busca suministrar información clara y concisa de la empresa, y que permite detectar problemas y tomar medidas estratégicas para poner en marcha tácticas planificadas para lograr el éxito empresarial aun en situaciones que conllevan a replantear la estrategia, la política, las metas y los objetivos. Diversos estudios especifican las actividades que se deben realizar al cumplir con cierta cantidad de horas o kilómetros de servicio; por ejemplo, en el caso de vehículos o maquinarias, se deben realizar intervalos de mantenimiento preventivo cada 5000 km recorridos (Cutipa et al., 2018; Girón, 2007; Padilla, 2012; Tanta, 2017). El objetivo principal es plantear una propuesta de mantenimiento basada en la ingeniería de confiabilidad para incrementar la disponibilidad de recursos de sistemas de la empresa (Jacobs, 2007).

## Antecedentes

Moubray (2004) identificó la confiabilidad del intervalo de búsqueda de fallas para establecer las actividades, planes y metas de una organización. Esta se encuentra orientada a la coordinación de medidas que involucran a todas las tareas directivas, tales como mantenimiento, distribución, planificación, disciplina, gestión, desarrollo y control de reglas de organización. Estas tareas, a su vez, desde el punto de vista de la calidad, permiten una distribución efectiva y organizada del trabajo y la oportunidad para favorecer la innovación tecnológica de nuevos modelos organizativos que comparten el desempeño para promover la mejora continua en el sistema de desarrollo (Lascurain, 2017).

## Aspecto clave de la ingeniería de confiabilidad para el éxito empresarial

Socconini (2014) planteó un sistema para lograr grandes resultados mediante la identificación y eliminación de todos los desperdicios en cada proceso de la cadena de valor. Para alcanzar el éxito empresarial, se requiere rapidez en la toma de decisiones, por lo que se requiere que la información sea suministrada de manera oportuna, clara y sencilla, sin necesidad de recurrir a informes extensos y complejos. La Figura 1 ilustra este concepto.



**Figura 1.** Características de la ingeniería de confiabilidad para una visión estratégica.

Fuente: Elaboración propia.

Aguilar, Torres y Magaña (2010) manifiestan que el plan de mantenimiento incorpora un criterio de riesgo y confiabilidad que impacta en el rendimiento de los activos que pertenecen a los diferentes niveles de gestión y que sirve para observar y analizar la empresa como un sistema integrado y departamental. Es necesario detectar los procesos de mejora que pueden servir como parámetros para la toma de decisiones. La confiabilidad de equipos, maquinarias, vehículos o productos puede ser expresada como la probabilidad de que no ocurra una falla en un determinado tiempo para una misión definida y con un nivel de confianza dado (Ziyadin, Suieubyeva y Utegenova, 2020).

Zapata (2011) indica que “El garantizar un nivel dado de calidad, seguridad y confiabilidad abarca todas las etapas de un componente o sistema: Planeamiento, diseño, fabricación, instalación y operación” (p. 3). Propone desarrollar un programa, una técnica y una herramienta con el objetivo de planificar, controlar y realizar un seguimiento de indicadores de gestión que permitirá obtener un desarrollo empresarial sostenible.

Montilla, Arroyave y Silva (2007) se centraron en definir la máxima confiabilidad de procesos como la probabilidad de que una maquinaria no falle durante la operación. La evaluación de la ingeniería de confiabilidad en la operación de la empresa permite el análisis de control de indicadores de gestión de la empresa para cumplir con las metas y objetivos establecidos. Se verifican los resultados alcanzados y planificados a efectos de formular el plan y desarrollar controles sobre la gestión de la empresa, lo que es necesario para recordar las características particulares que las distinguen.

Grueso y Toca (2012) mencionan la perdurabilidad empresarial y analizan en qué medida es posible lograr (1) la innovación conceptual a partir de la dirección estratégica de los recursos en la evaluación de la gestión empresarial, que propone un análisis integral de resultados en diferentes aspectos, y (2) la capacidad de proceso para cumplir los requerimientos del cliente e implementar mejoras en los procesos de gestión empresarial, donde la acción principal es la recopilación de datos, análisis, diagnóstico y detalle de la información de la empresa.

### Enfoque de la ingeniería de confiabilidad

Berman (2012) menciona que el cambio es lo único seguro y que el mundo cambia en forma continua, por lo que uno tiene que saber adaptarse a ello para sobrevivir y para tomar ventaja competitiva. Así, el autor analiza diferentes aspectos de negocio para observar las variables internas y externas de la empresa, lo que permite establecer objetivos para mejorar los procesos en el control de la ingeniería de confiabilidad operacional.

Schroeder, Meyer y Rungtusanatham (2013) ponen en manifiesto la importancia que tiene el seguimiento y la evaluación de proyecto para poner en funcionamiento la mejora de proceso. Para esto es necesario un análisis de resultados para identificar aspectos positivos y negativos en la gestión empresarial, relacionando a la causa y los efectos de los mismos, a fin de detectar problemas que impidan un mejor funcionamiento de la empresa; de esta manera, se puede optimizar el uso y manejo de información para una evaluación integral de la empresa y la toma de decisiones oportunas para el éxito de esta. La Figura 2 ilustra de manera gráfica el concepto expuesto.



**Figura 2.** Enfoque de ingeniería de confiabilidad.

Fuente: Elaboración propia.

Sobre la formación de directivos, Mintzberg (2004) señala que el enfoque actual debe cambiar y centrarse en la parte práctica, de forma que los directivos puedan aprender de su experiencia al investigar las actividades. Esto permitirá estructurar un nuevo tipo de distribución de procesos y áreas, que abarcará el funcionamiento de la empresa a través de la ingeniería de confiabilidad operacional, detallando las principales funciones con especialistas de cada una de las áreas para el modelamiento de evaluaciones de procesos continuos. La evaluación para mejorar la efectividad de la empresa permite detectar de manera oportuna los problemas internos y externos que contribuyen a que la organización sea más competitiva.

Chiavenato (2004) menciona al “mantenimiento del cambio” como la manera de garantizar que el cambio organizacional se lleve a cabo según los planes de implementación del diseño para reducir la carga de trabajo de mantenimiento sin disminuir la disponibilidad de las maquinarias; el éxito dependerá del análisis de las funciones clave para el éxito.

Cohen y Asín (2004) afirman que el mundo actual globalizado permitirá cambiar la forma en que opera la organización. Con la adaptabilidad de los avances tecnológicos, las expectativas cambiantes de los clientes han enmarcado la pauta para determinar y realizar cambios en la forma de trabajar; así, se opta por una estructura óptima enfocada en un proyecto, proceso u objetivo específico dentro de la organización.

Mielgo, Montes y Vázquez (2007) manifiestan que, para innovar, hay que desarrollar capacidades no solo para crear una novedad sino también para asimilarla y explotarla con éxito. Se basan en un modelo de desarrollo, un diseño estratégico de la ingeniería de confiabilidad operacional para fortalecer la organización: el diseño de un plan estratégico para desarrollar los procesos de la empresa, que implica combinar capacidades y competencias necesarias para el análisis en la toma de decisiones.

David (2013) indica que “las investigaciones en historia empresarial giran alrededor de los procesos económicos y sociales relacionados con los orígenes, funciones, estructura, estrategias, desempeño del empresariado” (p. 64). Propuso verificar los escenarios de aquellos procesos económicos empresariales que permiten medir y optimizar los procesos productivos en la fabricación de productos de manera oportuna, considerando en primera instancia la calidad del producto para fidelizar al cliente. La capacidad operativa y la meta de la empresa están orientadas a la eficiencia de la producción. Para

desarrollar una buena práctica de manufactura y alcanzar el desempeño adecuado de las actividades, se deben realizar mantenimientos preventivos y predictivos e implementar medidas de control.

Delfín y Acosta (2016) definen al líder visionario como aquel que posee la imagen mental del futuro deseado para describir las oportunidades nuevas para la organización. Los programas formales de formación directiva incluyen el desarrollo de habilidades para solucionar problemas y tomar decisiones en la estructura organizativa, lo que posibilita establecer un sistema de confiabilidad operacional, que resalta de cada área de la empresa que se encuentra alineada a la cadena de mando, control, seguimiento, alcance, y la especialización de trabajo como modelo para la toma de decisiones, lo que conlleva a una mejora continua de la cadena de negocio de la empresa.

El mantenimiento permite formular estrategias que respondan a las nuevas expectativas; estas incluyen la toma de conciencia para analizar y evaluar los puntos de fallas de los equipos, maquinarias y vehículos que afectan a la seguridad, al medio ambiente y al consumo energético. Esto permite identificar las características de gestión y clasificarlas en el análisis de datos para la gestión del servicio, producto, comunicación y satisfacción al cliente para la estructura de la ingeniería de confiabilidad operacional (Espinosa et al., 2020).

Palomo (2014) detalla la importancia de optimizar al máximo todos los recursos que se encuentran a disposición de la organización, lo que permitirá implementar técnicas y herramientas para tomar decisiones oportunas. El análisis y gestión adecuados de los procesos permitirán tomar decisiones adecuadas y maximizar el valor de la empresa. Las medidas de control permitirán establecer factores claves para determinar las características de los controles de riesgos operacionales que posibiliten aprovechar al máximo los recursos. El establecimiento de parámetros de control permitirá implementar la estrategia organizacional para determinar lineamientos de mejora continua.

Control integral para la gestión empresarial de la ingeniería de confiabilidad operacional

La ingeniería de confiabilidad operacional cada vez adquiere mayor importancia y genera credibilidad y confianza, pues busca la sostenibilidad (1) en satisfacer las expectativas en cuanto a la utilización de diversas herramientas de análisis a disposición de la empresa para mejorar la gestión de los grupos de interés y (2) en la efectividad que se encuentra

vinculada a los resultados logrados y propuestos de acuerdo al grado de cumplimiento con objetivos planificados, como la cantidad que se va a producir, la orden de compra que se va a colocar, el cliente que se espera obtener, el cambio de la eficacia y de la eficiencia.

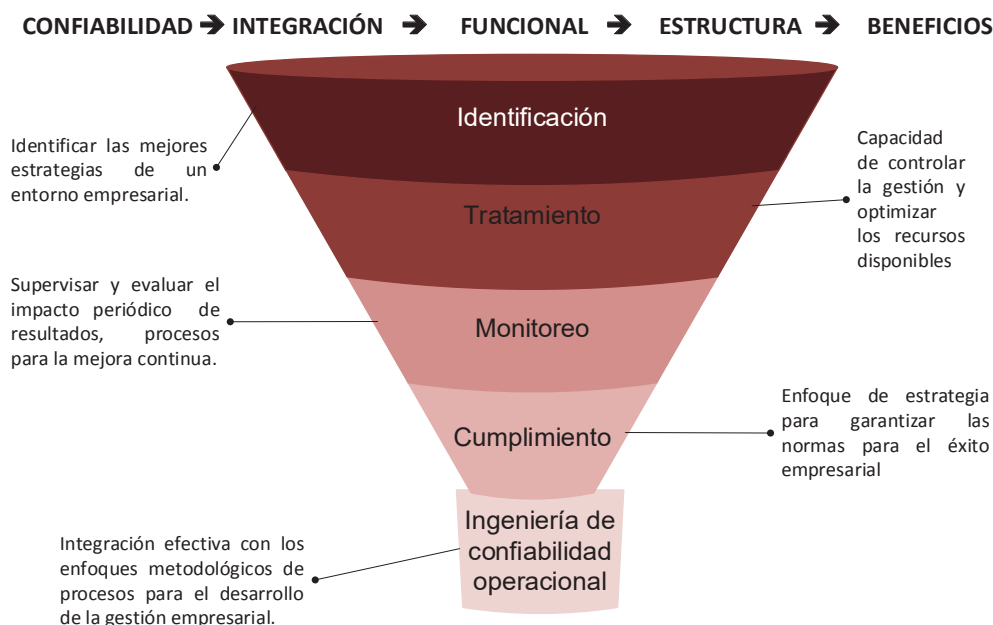
Acuña (2003) detalla que la confiabilidad permite establecer la probabilidad de que la unidad de producto se desempeñe satisfactoriamente en un periodo de tiempo determinado bajo condiciones previamente específicas. Valora el impacto del producto o servicio prestado por la empresa, tanto en cantidad como en calidad, que se precisa para lograr satisfacer al cliente y ampliar el segmento del mercado, pues es necesario un producto de alta calidad para el desarrollo sostenible.

Como se observa en la Figura 3, la ingeniería de confiabilidad operacional debe estar comprometida con todos los colaboradores y directivos que se requieran vincular en los departamentos o procesos para coordinar esfuerzos, por medios de línea de comunicación, así como para delimitar responsabilidades y puestos acorde a la posición específica, de modo que se pueda diseñar una nueva estructura en la organización interna y externa. De esta manera se potencian los procesos en búsqueda de la máxima eficiencia para mantener la competitividad dentro de los mercados.

Cameron y Quinn (2011) muestran un enfoque del cambio cultural que se basa en enfoques de diferenciación y enmarcación de la empresa para la estructura de mantenimiento productivo total. Las empresas trabajan bajo cadenas de mando o un diagrama horizontal y vertical en el que se encuentra a un experto en cada campo. La organización adopta una estrategia de departamento por funciones, lo que es una estrategia de diversificación estructural y multidivisional que existe en relación directa a la estructura de las estrategias de factores que influyen en la ingeniería de confiabilidad operacional.

Mesa, Ortiz y Pinzón (2006) presentan la confiabilidad como la probabilidad de que no ocurra una falla dentro del proceso productivo, con un nivel de confianza dado para un modelo presentado. Asimismo, la confiabilidad identifica la disponibilidad de la empresa para determinar estándares de interrelación, normas, directrices y un reglamento en la organización con el fin de lograr los objetivos de la ingeniería de confiabilidad operacional.

El mantenimiento centrado en la confiabilidad permite utilizar la metodología para un análisis sistemático aplicable a cualquier tipo de instalación industrial en el desarrollo u optimización de un plan eficiente de mantenimiento preventivo que se basa sobre un análisis de árboles de fallos vertical o un principio esencial, con una ventaja organizacional,



**Figura 3.** Embudo de la ingeniería de confiabilidad operacional.

Fuente: Elaboración propia.



con estructura sencilla y de fácil comprensión que facilita la implantación y la estabilidad de las actividades que se relacionan directa e indirectamente con los objetivos de la empresa (Díaz et al., 2016).

## METODOLOGÍA

La presente investigación engloba un estudio de tipo exploratorio y de enfoque metodológico, que recolecta datos de diferentes aspectos del sistema de la ingeniería de confiabilidad de la empresa. Así, mediante este diseño, es posible realizar un análisis de medición de mejoras con la implementación y descripción del comportamiento de las variables en estudio, ya que este diseño permite exponer de forma minuciosa los conocimientos desde el punto de vista de la ingeniería de confiabilidad operacional para el desarrollo empresarial. Se pretende impactar en las tomas de decisiones mediante una investigación que permita construir elementos que ayuden a identificar las características de análisis y diagnóstico de todos los vehículos de la empresa en estudio.

La investigación presenta un enfoque cuantitativo y no experimental para recolectar los datos e información de la empresa, que permite realizar un análisis y diagnóstico con enfoque en los vehículos de la empresa. Las unidades de análisis se encuentran determinadas en los sistemas de diagnóstico; de esta forma, mediante un análisis de priorización, se proponen soluciones inmediatas que ayuden a cumplir funciones para las cuales los vehículos han sido adquiridos.

Durante el proceso de investigación se debe considerar el rediseño del proceso de confiabilidad para la mejora continua mediante el desarrollo sostenible empresarial, ya que este permite determinar y establecer parámetros de control que optimicen los recursos disponibles e incorporen herramientas para el desempeño adecuado de los activos, lo que posibilita la utilización eficaz y eficiente del sistema operacional.

Tomar en cuenta las acciones del personal de mantenimiento para determinar el riesgo de los vehículos en las operaciones permite a la gestión de mantenimiento ampliar y optimizar la productividad y el desarrollo sostenible de la empresa. La investigación propuesta en este documento permite tomar decisiones óptimas de ampliación de capacidades en el desarrollo de la ingeniería de confiabilidad operacional, lo que permite evaluar la gestión empresarial de manera integral, sistemática y aprovechar oportunidades que se presentan en la empresa.

El grado de competitividad de la empresa es un factor clave en su desarrollo. Una toma de decisiones empresariales eficiente y oportuna permite la evaluación en diferentes áreas de la empresa para la elaboración de la propuesta de modelo de gestión. La gran importancia de la evaluación de la situación de la empresa radica en que esta permite detectar los problemas existentes y establecer prioridades para conocer las fortalezas y debilidades que permitan medir el desempeño productivo de su actividad económica.

## RESULTADOS

Se detalló la probabilidad por kilómetro de todos los vehículos que propone el modelo de un sistema de información de procesamiento que se considerará como el punto de inicio de cualquier análisis en la evaluación de riesgo de la ingeniería de confiabilidad operacional para el desarrollo empresarial. Este modelo tuvo gran utilidad y sirvió como apoyo a la gestión empresarial al facilitar el logro de los objetivos obtenidos en el presente estudio para desarrollar una prueba piloto con el propósito de evaluar el modelo de ingeniería de confiabilidad operacional del área de mantenimiento.

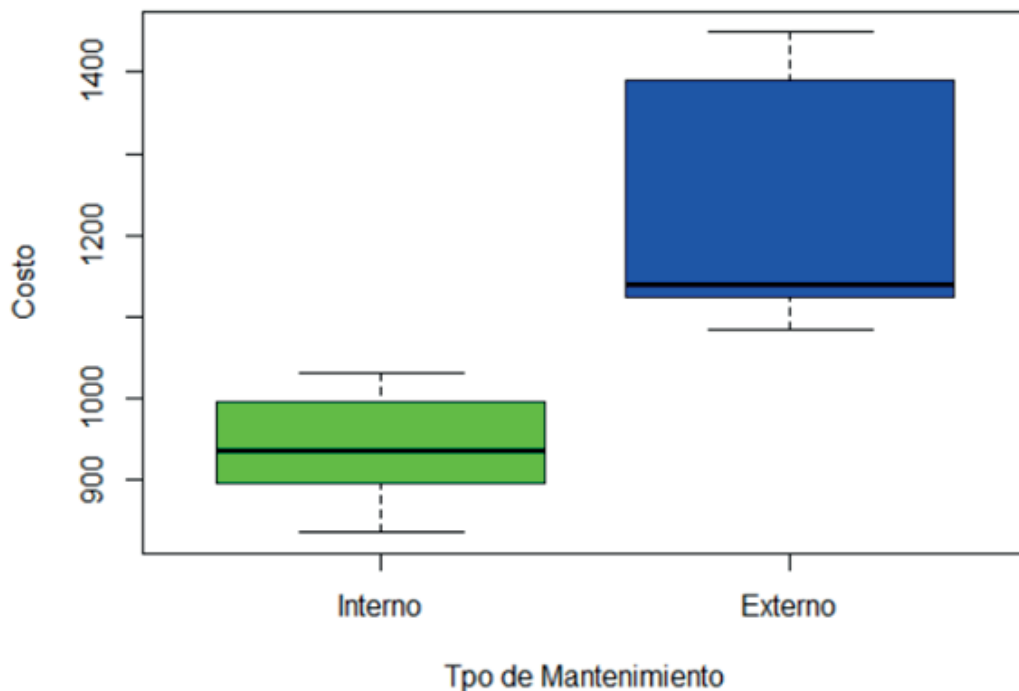
En la Tabla 1 se puede apreciar que el modelo estadístico de la investigación de la empresa estuvo constituido por el costo de mantenimiento interno y externo en función a las horas o kilometraje de servicio, dependiendo de los vehículos.

**Tabla 1.** Costos de órdenes de trabajo de mantenimiento de vehículos interno y externo por cada 5000 kilómetros mediante el sistema de datos.

Vehículos	Interno	Externo
1	S/ 865	S/ 1085
2	S/ 915	S/ 1125
3	S/ 985	S/ 1140
4	S/ 995	S/ 1390
5	S/ 1005	S/ 1405

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 4 muestra la variabilidad del 50% central del costo en los mantenimientos interno y externo. Se observa que el mantenimiento externo es mayor que el mantenimiento interno, que la distribución de los costos de los mantenimientos es asimétrica y que no hay presencia de valores atípicos considerando el mantenimiento externo. Se difiere en la característica de especialización, calibración, tiempo, resultados inmediatos, calidad y seguridad.



**Figura 4.** Gráfica de cajas.

Fuente: Elaboración propia con datos tomados por RStudio 4.1.0.

### Contrastación de hipótesis

Se comparan los mantenimientos internos y externos de la empresa con la prueba *t* de Student para muestras independientes.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

Antes de revisar la comparación de promedios de ambas variedades de mantenimiento, se procedió a calcular la distribución normal y la homogeneidad de varianzas.

Se utilizó el software RStudio 4.1.0 para realizar un análisis de los comandos, el cual se detalla a continuación:

#### Normalidad de los datos

*H<sub>0</sub>: El costo de mantenimiento Interno se ajusta en una distribución normal*

*H<sub>1</sub>: El costo de mantenimiento Interno no se ajusta en una distribución normal*

*H<sub>0</sub>: El costo de mantenimiento Externo se ajusta en una distribución normal*

*H<sub>1</sub>: El costo de mantenimiento Externo no se ajusta en una distribución normal*

**Tabla 2.** Verificación de la normalidad.

#### Verificación de la normalidad

Shapiro-Wilk normality test

data: Interno

W = 0.9785, p-value = 0.9264

data: Externo

W = 0.82507, p-value = 0.1277

Fuente: Elaboración propia, datos tomados por RStudio 4.1.0.

Como se muestra en la Tabla 2, el *p*-valor en ambos mantenimientos es mayor que el nivel de confiabilidad ( $\alpha=0.05$ ). Por lo tanto, el costo de los mantenimientos internos y externos se ajustan a una distribución normal.

#### Homogeneidad de varianzas

$$H_0: \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} = 1$$

$$H_1: \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} \neq 1$$



**Tabla 3. Homogeneidad de varianzas.**

```

F test to compare two variances
Data: Interno and Externo
F=0.21484, num df=4, denom df=4,
p-value=0.1655
Alternative hypothesis: true ratio
of variances is not equal to 1
95 percent confidence interval:
0.02236906 2.06347811
Sample estimates: ratio of variances
0.2148443

```

Fuente: Elaboración propia, datos tomados por RStudio 4.1.0.

La Tabla 3 muestra el criterio de decisión: Rechazo  $H_0$  si  $p\text{-value} < 0.05$ . Dado que  $p\text{-value} = 0.1655$ , mayor que  $\alpha = 0.05$ , no se rechaza  $H_0$ . Por lo tanto, se concluye que existe homogeneidad de varianzas en el costo de los mantenimientos internos y externos.

#### Prueba $t$ de Student para muestras independientes

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{S_p^2 * \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

#### Comparación de los mantenimientos Interno y Externos

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

**Tabla 4. Comparación de mantenimiento.**

```

Two Sample t-test
Data: Interno and Externo
t=-3.6097, df=8, p-value=0.006884
alternative hypothesis: true difference
in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-490.9925 -108.2075
Sample estimates:
mean of x mean of y 938.2 1237.8

```

Fuente: Elaboración propia, datos tomados por RStudio 4.1.0.

La tabla 4 muestra el criterio de decisión: Rechazo  $H_0$  si  $p\text{-value} < 0.05$ . Dado que  $p\text{-value} = 0.006884$ , menor que  $\alpha = 0.05$  se rechaza  $H_0$ . Por lo tanto, se concluye que existen diferencias significativas entre los costos de mantenimientos internos y externos. Se observó que el costo promedio

de mantenimiento interno, de S/ 938.20 soles, fue inferior al costo de mantenimiento externo, cuyo valor es de S/ 1238 soles.

#### DISCUSIÓN

Este modelo de índices de fallos de la confiabilidad de la ingeniería de mantenimiento tiene como estructura principal a los procesos de ejecución, cuyos fallos eran ocasionados por la falta de controles e indicadores y una gestión inadecuada. En la mayoría de los casos, se atribuye la falla de gestión de mantenimiento al factor desconocimiento de los defectos durante los procesos (Valdivieso, 2010). Para Moubray (2004), la designación de criterios de evaluación en los procesos de mantenimiento que se centran en la garantía de funcionamiento de la estructura organizacional establecerá la cantidad de recursos que se requieren para poder llevar a cabo las funciones de cada área o proceso de manera más eficaz y eficiente, cumpliendo el objetivo de esta para la ingeniería de confiabilidad.

Se identificó una serie de mejoras en la elaboración de un sistema de gestión de confiabilidad que permite mitigar las fallas en los procesos de mantenimiento con una mayor frecuencia de capacitaciones en las áreas de mantenimiento. Así se pudo generar un plan de mejora continua y optimizar los procesos operacionales para analizar y visualizar la estrategia y objetivos que se encuentran ligados a las necesidades del mercado o al cambio del modelo estructural para las nuevas necesidades en cumplimiento con la estrategia organizacional. Los factores de crecimiento resultan favorables para la empresa porque pueden ofrecer un precio inferior al mercado que permitirá captar más clientes sin afectar el margen de sus ganancias (Villegas, 2016).

#### CONCLUSIONES

Se puede concluir que los empresarios actuales requieren tener un modelo de confiabilidad operacional para el crecimiento económico y desarrollo sostenible. Esto se ha demostrado mediante la prueba  $t$  de Student en una muestra independiente, en un periodo de 6 meses, en la comparación de los mantenimientos internos y externos, considerando condiciones operativas específicas de temperatura, viscosidad de aceite, velocidad, filtro de aire, filtro de motor, filtro de aceite y nivel de vibración.

Existen diferencias significativas en los costos de mantenimiento interno y externo tomando en consideración un diagnóstico sistemático de los datos.

Se concluye que los costos de mantenimiento externo fueron superiores a los costos de mantenimiento interno, por lo que es necesario tomar acción e implementar un sistema de confiabilidad operacional.

Se debe realizar un análisis sistemático para reducir los costos de mantenimiento en los procesos operativos.

Se concluye que se requiere una estructura organizacional que permita establecer niveles óptimos con especial énfasis en la confiabilidad operacional, y de esta forma optimizar el tiempo para garantizar la calidad de los productos.

## RECOMENDACIONES

Establecer una actualización de la información para las políticas y procedimientos de confiabilidad operacional.

Evitar desfases en procesos para garantizar la calidad, tiempo y confianza.

Establecer capacitaciones autónomas en función de responsabilidades y obligaciones de los miembros de la empresa.

Implementar objetivos y metas para generar una actitud proactiva de objetivos y resultados.

Anticipar de forma activa a las actividades planeadas para cumplir metas y alcanzar los logros.

Formular la estructura organizativa para el éxito empresarial.

Implementar el cambio de nuevos factores dentro del enfoque de variable del entorno.

Determinar una estructura estratégica de mantenimiento preventivo.

Implementar una estructura matricial para facilitar la coordinación de intercambio de información dentro de la línea jerárquica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Acuña J. (2003). *Ingeniería de confiabilidad*. Cartago, Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- [2] Aguilar O., Torres, R., y Magaña D. (2010) Análisis de modos de falla, efecto y criticidad (AMFEC) para la planeación del mantenimiento empleando criterios de riesgo y confiabilidad. *Revista Tecnología, Ciencia, Educación*, 25(1), 15-26.
- [3] Berman, S. (2012). Digital transformation: opportunities to create new business models. *Strategy & Leadership*, 40(2), 16-24. <https://doi.org/10.1108/10878571211209314>
- [4] Cameron, K., y Quinn, R. (2011). *Diagnosing and Changing Organizational Culture*. San Francisco, CA, EE. UU.: Jossey Bass.
- [5] Chiavenato, I. (2004). *Comportamiento Organizacional. La dinámica del éxito en las organizaciones*. México D. F., México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- [6] Cohen, D., y Asín, E. (2004). *Sistemas de información para los negocios: Un enfoque para la toma de decisiones* (3ª ed.). México D. F., México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- [7] Cutipa, E., Mera, M., Pimentel, M., y Varillas, A. (2018) *Servicio de mantenimiento preventivo de vehículos por plataforma digital: "Car Xpress"*. (Trabajo de investigación para optar por el grado de bachiller). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima.
- [8] David, F. (2013). *Conceptos de administración estratégica* (14a ed.). Naucalpán de Juárez, México: Editorial Pearson.
- [9] Delfín, L., y Acosta, M. (2016). Importancia y análisis de desarrollo empresarial. *Pensamiento & Gestión*, (40), 184-202.
- [10] Diaz, A., Villar, L., Cabrera, G., Gil A., Mata R., y Rodríguez A. (2016) *Implementación del mantenimiento centrado en la confiabilidad en empresas de transmisión eléctrica*, 19(3), 137-142.
- [11] Espinosa J., De la Paz, E., Pérez, R., y Acosta, I. (2020) Contribución del mantenimiento centrado en la confiabilidad para el estudio de fallos a equipo consumidores de energía eléctrica. *Revista Centro Azúcar*, 47(1), 22-32.
- [12] Lascurain, M. (2017). Challenges of Economic Globalization. *Revista de Relaciones Internacionales, Estrategia y Seguridad*, 12(1), 23-50. <http://dx.doi.org/10.18359/ries.2462>
- [13] Girón, J. (2007). *Propuesta de un plan de mantenimiento para los vehículos repartidores de gas único, S.A. (DAGAS, S.A.)*. (Trabajo de graduación). Universidad de San Carlos Guatemala, Guatemala.
- [14] Grueso, M., y Toca, C. (2012). *Área funcional para la reflexión marketing y recursos humanos*. Bogotá, Colombia: Editorial Universidad del Rosario.

- [15] Heredero, C., Agius, J., Romero, S., y Salgado, S. (2012). *Organización y transformación de los sistemas de información en la empresa*. Madrid, España: ESIC Editorial.
- [16] Jacobs, F. (2007). Enterprise resource planning (ERP) A brief history. *Journal of Operations Management*, 25(2), 357-363. <https://doi.org/DOI:10.1016/j.jom.2006.11.005>
- [17] Mesa, D., Ortiz Y., y Pinzón M. (2006). La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. *Scientia Et Technica*, 12(30), 155-160.
- [18] Mielgo, N., Montes, J. y Vázquez, C. (2007). *Cómo gestionar la innovación en las Pymes*. La Coruña, España: Netbiblo.
- [19] Mintzberg, H. (2004). Directivos, no MBA's: *Una visión crítica de la dirección de empresas y la formación empresarial*. Barcelona, España: Ediciones Deusto.
- [20] Montilla C., Arroyave J., y Silva, C. (2007). Caso de aplicación de mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM, previa existencia de mantenimiento preventivo. *Scientia et Technica*, 1(37), 273-278.
- [21] Moscoso, R. (2017) *Programa de control del mantenimiento proactivo y correctivo en equipos mecánicos del transporte de hidrocarburos en el Ecuador*. (Tesis doctoral). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- [22] Moubray, J. (2004). *Mantenimiento centrado en la confiabilidad* (2ª ed.). España: Aladon Ltd.
- [23] Padilla, C. (2012). *Plan de gestión del mantenimiento para la flota vehicular del gobierno autónomo descentralizado intercultural de la ciudad de Cañar*. (Tesis de grado). Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Cuenca.
- [24] Palomo, M. (2014). *Liderazgo y motivación de equipos de trabajo* (8ª ed.). Madrid, España: ESIC.
- [25] Quispe, J. (2017) *Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento para un establecimiento de venta al público de GNV*. (Tesis de grado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- [26] Schroeder, R., Meyer, S. y Rungtusanatham, M. (2013) *Administración de operaciones: Conceptos y casos contemporáneos* (5ª ed.). México, D. F., México: Editorial Mc Graw Hill.
- [27] Schwertner, K. (2017). Digital transformation of business. *Trakia Journal of Sciences*, 15(1), 388-393. <https://doi.org/10.15547/tjs.2017.s.01.065>
- [28] Socconini, L. (2014) *Lean company: Mas allá de la manufactura*. Ciudad de México, México: Norma Ediciones.
- [29] Tanta, R. (2017). *Implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo aplicado a los vehículos Hyundai Acent, en la empresa AUTOTAN Ingeniería E. I. R. L., Distrito de Ate-Vitarte, ciudad Metropolitana de Lima, 2016*. (Informe de suficiencia profesional). Universidad Tecnológica del Perú, Lima.
- [30] Valdivieso, J. (2010) *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa EXTRUPLAS S.A.* (Tesis de grado). Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Cuenca.
- [31] Villegas, J. (2016). *Propuesta de mejora en la gestión del área de mantenimiento, para la optimización del desempeño de la empresa Manfer S.R.L. Contratistas Generales, Arequipa 2016*. (Tesis de grado). Universidad Católica San Pablo, Arequipa.
- [32] Zapata, C. (2011). *Confiabilidad en ingeniería*. Pereira, Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira.
- [33] Ziyadin, S., Suieubyeva S., y Utegenova A. (2020). Digital Transformation in business. En Ashmarina, S., Vochozka, M., Mantulenko, V. (Eds.), *Digital Age: Chances, Challenges and Future* (pp. 408-415). Cham, Suiza: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-27015-5\\_49](https://doi.org/10.1007/978-3-030-27015-5_49)