

Proposal for improvement in transport and logistics areas according to TPM and 5S tools to reduce cost overruns in drinking water distribution companies, Trujillo 2021

Alejandro Marzorati Rodríguez, Bachiller de Ing. Industrial¹, Leslie Lopez Zaldivar, Bachiller de Ing. Industrial¹,
Miguel Enrique Alcalá Adrianzén, Magister en Investigación y Docencia Universitaria², Cesar Enrique Santos
Gonzales, Doctor en Contabilidad y Finanzas²

¹Universidad Privada del Norte, Perú, marzorati.17.gamr@gmail.com, leslie_2098@outlook.com

²Universidad Privada del Norte, Perú, miguel.alcala@upn.edu.pe, cesar.gonzales@upn.edu.pe

Abstract— *The companies that provide drinking water and sanitary sewerage services focus their main attention on the services provided to carry out the mission as such, however, they forget the factors related to support activities which in their particularity were worked in this research being the areas of transportation and logistics administrative processes object of study, which are of real importance for the fulfillment of institutional goals, because these support areas generate a significant cost overrun and therefore in this work we sought to reduce them by applying industrial engineering tools such as Total Productive Maintenance, 5S, Outsourcing, in the proposal to improve the area of transportation and logistics.*

Keywords— *Heijunka, Outsourcing, Economic losses, downtime.*

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.498>
ISBN: 978-628-95207-0-5 **ISSN:** 2414-6390

Propuesta de mejora en áreas de transportes y logística según herramientas del TPM y 5S para reducir sobrecostos en empresas distribuidoras de agua potable, Trujillo 2021

Alejandro Marzorati Rodríguez, Bachiller de Ing. Industrial¹, Leslie Lopez Zaldivar, Bachiller de Ing. Industrial¹, Miguel Enrique Alcalá Adrianzén, Magister en Investigación y Docencia Universitaria², Cesar Enrique Santos Gonzales, Doctor en Contabilidad y Finanzas²

¹Universidad Privada del Norte, Perú, marzorati.17.gamr@gmail.com, leslie_2098@outlook.com

²Universidad Privada del Norte, Perú, miguel.alcala@upn.edu.pe, cesar.gonzales@upn.edu.pe

Resumen– Las empresas prestadoras de servicios de agua potable y alcantarillado sanitario centran la atención principal a los servicios brindados para llevar a cabo la misión como tal, sin embargo, se olvidan de los factores relacionados con las actividades de apoyo las cuales en su particularidad se trabajaron en esta investigación siendo las áreas de transportes y los procesos administrativos logísticos objeto de estudio, las cuales son de real importancia para el cumplimiento de metas institucionales, porque estas áreas de apoyo generan un sobrecosto significativo y por ello en el presente trabajo se buscó una reducción de los mismos al aplicar las herramientas de ingeniería industrial como son el Mantenimiento Productivo Total, 5S, Outsourcing, en la propuesta de mejora del área de transportes y logística.

Palabras clave– Heijunka, Outsourcing, Pérdidas económicas, tiempos muertos.

Abstract– The companies that provide drinking water and sanitary sewerage services focus their main attention on the services provided to carry out the mission as such, however, they forget the factors related to support activities which in their particularity were worked in this research being the areas of transportation and logistics administrative processes object of study, which are of real importance for the fulfillment of institutional goals, because these support areas generate a significant cost overrun and therefore in this work we sought to reduce them by applying industrial engineering tools such as Total Productive Maintenance, 5S, Outsourcing, in the proposal to improve the area of transportation and logistics.

Keywords– Heijunka, Outsourcing, Economic losses, downtime.

I. INTRODUCCIÓN

La demanda mundial de agua potable se ha incrementado drásticamente debido a la alta tasa de urbanización; Por lo cual, la limitación de los recursos hídricos disponibles aumenta la competitividad para llevar a cabo la mejor agua de calidad a la población, lo que hace que el suministro a los centros urbanos sea un gran desafío para la logística de las empresas distribuidoras de agua [1]. En la actualidad la mayoría de las empresas que están especializadas en el rubro

de distribución de este servicio, toman bastante importancia a la rentabilidad; sin embargo, en gran magnitud las instituciones que brindan este servicio no observan o verifican detalladamente los costos en su real magnitud [2]. Uno de estos costos más importantes se da en el proceso de movilidad de mercancías y/o personal, el cual tiene un impacto significativo en los costos totales de su logística, siendo los principales gastos por combustible y mantenimiento de las unidades vehiculares [3].

Hoy en día en un mundo globalizado y competitivo constante entre empresas de diversos sectores, el tema logístico como el de transportes es de suma importancia en cuanto se refieran a los costos que estos generan para las entidades, mantener una estabilidad de estos y a su vez reducirlos constantemente mediante muchas herramientas hará que las instituciones logren una excelencia operativa con respecto a sus competidores y logren resaltar en el mercado, entre las principales actividades logísticas, el transporte es el más importante en la mayoría de las organizaciones que brindan un servicio, se encarga de distribuir y traslado del personal a cargo de realizar dicha prestación [4]. Es por ello por lo que el sector de transportes de logística empresarial no está exenta a estudios ya que a pesar de haber logrado una gran evolución con respecto a las distintas áreas dentro de las instituciones que son responsables de la distribución del agua potable tienen un déficit en lo que respecta a la optimización de sus costos más significativos [5]. Estos costos representan aproximadamente un 48% de costos totales, es de suma importancia su estudio para que las empresas responsables tomen medidas correctivas frente a ellos [6].

Los sobrecostos dentro del área de transporte corresponden a un número indeterminado de factores; sin embargo, uno de los más importantes es el costo producido por el mantenimiento correctivo de las unidades vehiculares [7]. Estos costos mencionados representan la baja disponibilidad de las maquinarias, el aumento significativo de los gastos; de la mano de una baja productividad en el área por lo que su pronta solución con un programa de mantenimiento correcto da como resultado un 30% de mayor disponibilidad y

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.498>
ISBN: 978-628-95207-0-5 ISSN: 2414-6390

una reducción del 10% de los costos totales. Es por ello por lo que se recomienda a todas las empresas medianas y grandes implementen un sistema de gestión de mantenimiento con base en sus indicadores más importantes [8].

Ahora, como problema para la investigación se planteó lo siguiente: ¿En qué medida la propuesta de mejora en áreas de transporte y logística según herramientas del Outsourcing y 5S afectan los sobrecostos en empresas de agua potable?

Así como el objetivo general fue determinar en qué medida la propuesta de mejora en áreas de transportes y logística según herramientas del TPM y 5S afectan los sobrecostos en empresas de agua potable.

Por ello los objetivos que se plantearon para la investigación son las siguientes: Definir la situación antes de la propuesta en las áreas de Transporte y determinar los sobrecostos.

Seleccionar las herramientas de la ingeniería industrial para la propuesta. Determinar los costos después de la propuesta de mejora. Evaluar económica y financieramente la propuesta de mejora en el área de Transporte y Logística.

La hipótesis para esta investigación se planteó de la siguiente manera: La propuesta de mejora en áreas de transporte y logística según herramientas del TPM y 5S reducen 25% los sobrecostos en empresas de agua potable.

Para la justificación de esta investigación se planteó la siguiente: La importancia de conocer los sobrecostos más significativos en el área de transportes de las empresas de agua potable, es con la finalidad de obtener una alternativa de solución referente a la reducción de costos mediante herramientas administrativas y operacionales en las empresas de agua potable [9]. Por otro lado, los sobrecostos originados por el mantenimiento y combustibles deben ser considerados como una posible amenaza que podría originar que una empresa de distribución y/o servicios pueda llegar a la quiebra [10]. Sobre esta base se concluye que este tipo de estudios pueden favorecer y estimular no solo la investigación en estos temas, sino también la reflexión y discusión de estos en otros costos influyentes en empresas de agua potable [11].

II. MÉTODOS

La siguiente investigación es de tipo cuantitativa, ya que en ella se aplicarán herramientas matemáticas para medir el impacto en los resultados de un problema en específico, por lo que también es de tipo aplicativa ya que se tiene un objetivo práctico como la elaboración y la aplicación de propuestas según herramientas de la ingeniería industrial.

En Ref. [12]. Para la empresa fue fundamental la logística, ya que sirve para la planificación, gestión y control de almacenamiento de bienes o servicios, el objetivo es cumplir con la demanda establecida de los consumidores (1).

$$Costos \text{ logísticos} = \frac{Costos \text{ totales logísticos}}{Ventas \text{ totales de la Compañía}} \quad (1)$$

En Ref. [13], el aporte con más importancia que genera el transporte logístico fue el que garantiza el proceso de las

entregas de mercancías en forma, segura, puntual y económica, los productos o servicios llegan a su punto sin sufrir ningún daño, asegurando así llegar a tiempo, sin generar un exceso costo de transporte, para ello necesitamos conocer el costo del transporte y así evitar sobrecostos con la ecuación (2).

$$Costo \text{ de Transporte} = \frac{Costo \text{ del Transporte}}{Valor \text{ de Ventas totales}} \quad (2)$$

En Ref. [14], los sobrecostos logísticos son una barrera más grande que los aranceles que aplican en algunos países. Conocer los costos de la empresa es fundamental en la medida a que se permita implementar un sistema de gestión la cual es calculada con la ecuación (3).

$$Sobrecosto \% = Costo \text{ real} - Costo \text{ presupuestado} \quad (3)$$

El Outsourcing o Tercerización (También llamado subcontratación), consiste en contratar un proveedor externo para realizar ciertas actividades que previamente ejecutaba el personal de la compañía contratante [15]. Es decir, se delega a empresas especializadas uno o más procesos no críticos para el negocio y con este cambio se busca que los esfuerzos y recursos se orienten hacia otras actividades esenciales como la mejora de sus procesos de calidad, para llegar a ser más competitivos, obteniendo resultados tangibles en el cumplimiento de los objetivos del negocio. La empresa debe dedicarse a innovar y por ello el Outsourcing ofrece una solución óptima para lograr esa meta [16].

Etapas del outsourcing. El proceso de outsourcing está formado por las siguientes etapas:

a) La externalización del proceso

La primera etapa del ciclo de vida de la externalización abarcó desde la identificación inicial de una oportunidad de outsourcing de actividades hasta que el nuevo modelo operativo llegue a producción en manos del proveedor. Esta fase incluye [17].

- Identificación de la oportunidad. En esta etapa las unidades descubrieron su potencial como áreas externalizadoras a partir del conocimiento de sus procesos, identificando posibles beneficios.

- Evaluación Inicial: Tuvo como objetivo realizar un estudio inicial del proyecto y obtener una primera valoración general.

- Definición detallada y Firma: La fase tuvo como objetivo el análisis detallado de las actividades que van a ser externalizadas, seleccionar el proveedor del servicio, y negociar y firmar con él el contrato para el inicio de la prestación de este.

- Ejecución de la externalización (transición): La fase tuvo como objetivo estabilizar el nuevo modelo operativo, una vez que se ha iniciado la transición de los procesos desde la entidad hacia el proveedor.

b) Terminación/revisión de contrato

Una vez que está externalizado el servicio, al cabo de un tiempo previsto se realizó una revisión del contrato. Esta revisión se ejecutó porque el acuerdo llega a su vencimiento, o porque las actividades de seguimiento ponen de manifiesto incumplimientos recurrentes.

Esta fase comprende:

- Revisión del modelo de outsourcing y del contrato: Si se dan los motivos mencionados, será necesario revisar el modelo de outsourcing del proyecto y decidir si continuar con el modelo operativo actual (externalización) o bien retornar a las actividades anteriores.

- Transición: En aquellas revisiones del contrato de externalización que supongan un cambio de proveedor, fue necesario establecer una etapa de transición para migrar la prestación del servicio. Se deberán llevar a cabo las actividades que se hayan establecido en el contrato para el periodo de transición una vez decidida la terminación del contrato previo.

c) *Retorno de actividades externalizadas*

Dentro del ciclo de vida de una externalización de servicios se contempló la posibilidad de retornar las actividades que se encuentran en Outsourcing. Esta fase está compuesta por:

- Definición y Evaluación: Esta etapa comprendió el análisis inicial y la justificación del proyecto, la consulta a las distintas áreas especialistas del impacto de la iniciativa, el estudio económico de viabilidad y la ratificación del proyecto.

- Transición retorno Actividades: En esta etapa se llevó a cabo la transición del modelo operativo externo a uno interno. Los distintos análisis de impacto realizados en la “Definición y Evaluación” debieron coordinarse para su implantación, por lo que fue necesario llevar a cabo la Capacitación del equipo interno que se creó para prestar el servicio, de forma inversa a la desarrollada en el caso de la externalización.

III. RESULTADOS

Luego de haber realizado un diagnóstico integral y la revisión de trabajos de investigación relacionados con el tema en discusión se puso en práctica la recolección de datos en las empresas de distribución de agua potable con sede en la ciudad de Trujillo y Chepén, obteniendo así los datos más relevantes a cerca del consumo de combustible de las unidades vehiculares asignadas a las operaciones de apoyo de dichas entidades, rendimiento por kilometraje de las mismas, costo por compra de repuestos por mantenimiento de las mismas, así como los costos generados por mantenimientos correctivos externos, a su vez se calculó los tiempos muertos de los conductores al estar sus unidades vehiculares inoperativas por mantenimientos correctivos no programados y la demora en la adquisición de repuestos para el mismo fin.

De igual forma el diagnóstico integral ayudó a obtener los datos de los sobrecostos generados dentro del área de logística como lo son los tiempos innecesarios por búsqueda de información, ya sea de forma física como digital.

TABLA I
TABLA RESUMEN PRINCIPALES COSTOS

DESCRIPCIÓN
Altos Consumos de combustible en las unidades vehiculares
Costos altos por compras de repuestos para mantenimiento correctivo
Costos altos por mantenimiento correctivo en taller de terceros
Costo por tiempo muerto de los operarios por mtto. Correctivo
Exceso del tiempo de búsqueda de información física
Exceso del tiempo de búsqueda de información digital

Los altos consumos de combustible han sido registrados diariamente por los vales de combustible las cuales cada conductor de las 24 unidades vehiculares se hacen cargo cuando los vehículos lo requieran para las actividades cotidianas y enmendadas por las áreas que correspondan, sin embargo se pudo evidenciar que estos costos eran excesivamente altos y no necesariamente por las variaciones de precio; sino, por los consumos de combustible en galones y esto debido a que las unidades vehiculares ya han sobrepasado el tiempo de vida óptimo para sus operaciones con la mayor eficiencia, haciendo también que el servicio de transporte sea de baja calidad e interrumpido en muchas ocasiones.

Las compras no programadas, desenvuelven un sin número de consecuencias, como los costos altos de adquirir repuestos de las unidades vehiculares por mantenimientos correctivos ya que, al ser compras urgentes se desea que sean atendidas a la brevedad posible, incurriendo así que, los repuestos muchas veces aumenten su valor de mercado en un 50% por los costos relacionados al transporte de los mismos ya que no es una compra ordinaria y se tenía que buscar el mejor método para que dichos accesorios lleguen de la forma más oportuna para realizar las correcciones de las fallas a las unidades vehiculares y estas puedan volver a sus labores diarias.

TABLA II
TABLA ESTADÍSTICA PARADAS NO PROGRAMADAS TALLER PROPIO

DESCRIPCIÓN	VALOR
MEDIA	23
DESVIACIÓN ESTANDAR	13
VALOR MÍNIMO	11
VALOR MÁXIMO	58

Los mantenimientos correctivos realizados en el taller interno de la empresa distribuidora de Agua Potable a las unidades vehiculares tienen en consecuencia un tiempo de parada por cada máquina y esto se evidenció en una muestra de 24 vehículos los cuales tuvieron paradas repentinas por diversos problemas ya sean mecánicos como eléctricos dando así que en promedio los vehículos sufrían una parada de 23 días al año, lo que significa que se tenían operativas en días hábiles 11 meses y en muchos casos no cumplían con las

tareas enmendadas por su área usuaria, por otro lado cada unidad vehicular tiene una tendencia a variar el tiempo de parada por debajo o por encima de los 13 días con respecto al promedio, así mismo se encontró que las unidades relativamente nuevas con respecto a su año de fabricación (2018), solo incurrián en paradas mínimas de 11 días; sin embargo, las unidades de datan en su año de fabricación (1990), incurrián en unas paradas excesivas de hasta 58 días.

El taller propio de las empresas que en general, posean una alta cantidad de unidades vehiculares a cargo, no se abastecen de la mejor manera, ya sea en personal, suministros, repuestos, horas de trabajo; es por ello, que se optaba por enviar a las unidades vehiculares que tenían algunas fallas a talleres especializados para que procedan a realizar un mantenimiento correctivo a las mismas y puedan ser puestas en operatividad en el menor tiempo posible y con una calidad de servicio que ofrecía las garantías del caso, es por ello que estos costos eran excesivamente altos ya que los vehículos en muchas ocasiones requerían repuestos importados y de originalidad por lo que esto aumentaba considerablemente el costo de los servicios en los talleres especializados.

TABLA III
TABLA ESTADÍSTICA PARADAS NO PROGRAMADAS TALLER EXTERNO

DESCRIPCIÓN	VALOR	
MEDIA	18	días
DESVIACIÓN ESTANDAR	12	días
VALOR MÍNIMO	4	días
VALOR MÁXIMO	57	días

Las paradas no programadas de las unidades vehiculares que no podían ser atendidas dentro del taller mecánico propio de las empresas distribuidoras de Agua Potable, eran solucionadas por el taller especializado, sin embargo no todas las unidades vehiculares pasaban por este proceso ya que la prioridad era atenderlas en el taller propio, es por ello que solo 24 unidades vehiculares pasaron por este proceso, obteniéndose así que el promedio de días que pasaban los vehículos en mantenimiento correctivos en los talleres terciarios eran de 18 días, con una tendencia por encima y por debajo de los 12 días con respecto al mismo promedio, por otro lado las unidades antes mencionadas que su año de fabricación era a partir del 2018 solo visitaban dichos centros de atención 4 días al año, caso contrario a las unidades que ya habían cumplido su vida útil óptima de operación las cuales requerían de una engorrosa búsqueda de repuestos obsoletos por su modelo, tardaban hasta 57 días al año en ser reparados en su totalidad.

El costo por tiempo muerto de los choferes que conducen cada unidad vehicular, es producido por las paradas que justamente ocurren en los mantenimientos correctivos, a pesar de que se hicieron los esfuerzos porque cada repuesto y cada

servicio sea en la brevedad posible estos tenían siempre un tiempo de espera ya que no se contaban con las previsiones del caso, es así que se clasificó un cierto número de días de paradas de acuerdo al costo ya sea del servicio o de la compra de repuestos ya que según los registros históricos de la empresa Distribuidora de Agua Potable estos tenían una relación de tiempo – costo el cual se evidenciaba en cada mantenimiento correctivo.

El exceso de tiempo de búsqueda de información era uno de los problemas principales dentro de la oficina de Logística ya que no se tenían registro ordenado de los proveedores, documentación, incidencias; por lo que, esto diariamente influía en las labores diarias de los trabajadores ya que ocupaban gran parte de su tiempo en labores de búsqueda continua por largos períodos.

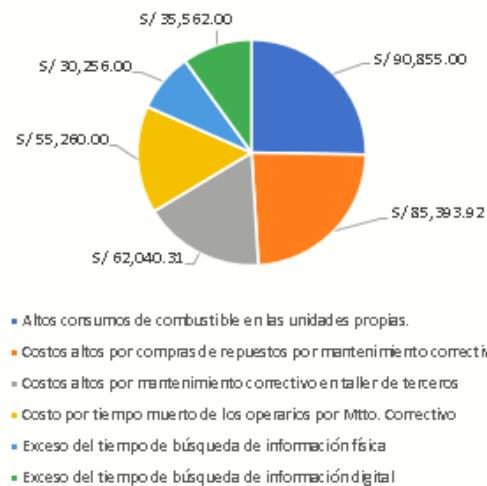


Fig. 1 Costeo principales problemas antes de la propuesta

Como se puede observar en la Fig. 1, la cual refiere al resumen de las pérdidas generadas por cada causa raíz antes mencionada y diagnosticada en las áreas de transporte y logística, se determinó que:

La pérdida de mayor magnitud fue el consumo de combustible de las unidades vehiculares en la cual, el mal estado de los vehículos por su antigüedad fue la principal causa.

La segunda pérdida de mayor magnitud fue el de los altos costos que generan las compras de repuestos para mantenimientos correctivos internos esto ocurrió porque no existió un manejo de la información para la previsión de compras necesarias para mantenimiento vehicular.

La tercera pérdida y más importante fueron los mantenimientos correctivos en taller de terceros que brindan servicios de mantenimiento a las empresas distribuidoras de agua potable esto fue consecuencia que no existió un plan de mantenimiento preventivo programado.

La cuarta pérdida económica se refirió estrictamente a los tiempos muertos que se generaron por mantenimientos

correctivos; ya que, estos al no ser programados generaron que las unidades vehiculares queden inoperativas por largos períodos de tiempo y los conductores de estas a su vez no puedan cumplir con las metas trazadas en el plan maestro operacional del año antes de la mejora.

La siguiente pérdida económica fue netamente de sobrecostos generados por tiempos muertos administrativos ya que la causa principal fue la falta de un correcto estándar de ordenamiento tanto física como virtualmente y la información fue extraviada con facilidad.



Fig. 2 Comparativo costos de priorización vs costos de implementación del outsourcing.

Los cuatro primeros sobrecostos evaluados en el siguiente artículo científico se hicieron con base a 24 unidades vehiculares las cuales sirven de apoyo en las gestiones operacionales en empresas de distribución de agua potable, por lo que se hizo una priorización de costos con respecto a cada unidad vehicular para aplicar la primera propuesta de mejora la cual se detallada a continuación:

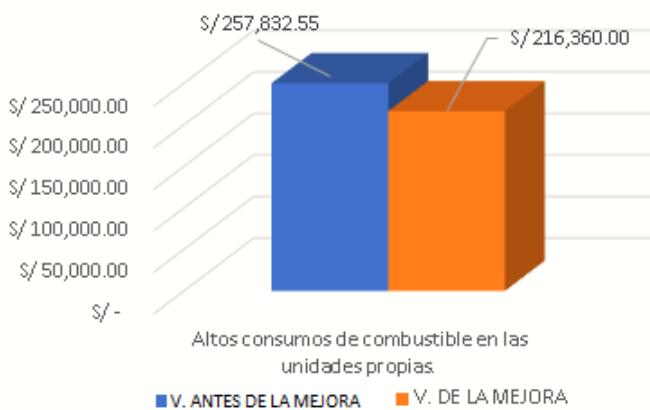


Fig. 3 Comparativo costos generados de la Causa Raíz 1 y Causa Raíz 2 vs costos de la propuesta de mejora del TPM.

La primera propuesta de solución fue la de aplicación de la herramienta administrativa del Outsourcing o comúnmente llamada tercerización por lo que se propuso reemplazar las

unidades vehiculares más significativas de acuerdo a la priorización realizada en el estudio integral, el cual se propuso que nueve unidades vehiculares fueran reemplazadas en su totalidad para eliminar los sobrecostos generados por gastos de combustible, mantenimientos correctivos y tiempos muertos de los choferes esto en su conjunto resultó en una reducción del 16% de los costos generados por estas cuatro causas raíz importantes.



Fig. 4 Comparativo costos de causas raíz generadas por tiempos muertos de personal vs costos de implementación 5S y Heijunka

La segunda propuesta de mejora fue la aplicación de un mantenimiento productivo total el cual involucra las nociones básicas de el mantenimiento autónomo, mantenimiento preventivo programado, los cuales han sido costeados a partir de la diferencia de las unidades vehiculares antes mencionadas en la priorización por lo que se evaluó en un año a nueve unidades vehiculares a las que se le aplicó dicho mantenimiento dando así una reducción del 16% en comparación de la sumatoria de los costos generados en la segunda y tercera causas raíz.

La tercera propuesta de mejora combina la filosofía de las 5S con la de Heijunka con el fin de reducir los costos generados por tiempos muertos de los conductores de las unidades vehiculares y también del personal administrativo del área logística los cuales eran muy significativos debido al constante desorden de información lo que generaba demoras en la búsqueda de la misma, estas dos herramientas lograron una reducción del 69% de los costos generados por estas tres causas raíz anteriormente mencionadas ya que se aplicaron medidas como ordenamiento de materiales reduciendo el tiempo de búsqueda, en un 85%.

Las comparativas de las distintas propuestas de mejora nos dio como resultado en su conjunto un monto de S/319,199.38, mientras que los sobrecostos generados por las distintas causas raíz dan un total de S/359,367.23, por lo que generó un ahorro por implementación de las mejoras en áreas de transportes como de logística de S/40,167.85 en lo que corresponde a un año operacional.

Luego de los análisis financieros, estos dieron como resultado un valor actual neto de S/160,453.52 un TIR del 6.90% y la retribución esperada será dentro de ocho meses.

IV. DISCUSIÓN

En el Perú, la situación económica que produjo el COVID- 19 fue grave, ya que las empresas se vieron afectadas en la parte financiera, provocando así una ralentización de la economía peruana, así como pérdidas humanas a nivel nacional, como bien lo menciona [18], afectando directamente a las empresas distribuidoras de agua potable en cada departamento del Perú, quienes no podían cumplir en su totalidad las tareas cotidianas por falta de personal y las medidas restrictivas, es por ello que las empresas de este rubro hacían el mayor esfuerzo por abastecer a la cuantiosa población trujillana, olvidándose así de los sobrecostos que se podían originar por el exceso de trabajo a las maquinarias encargadas del abastecimiento por lo que corrobora la investigación realizada por [19] ya que se evidencia que no se tuvieron las previsiones del caso ante sucesos que podían generar un exceso en los costos operativos de la institución.

El servicio de transporte fue de baja calidad y tiende a empeorar debido a la falta de atención de parte del Sector Público, del incremento progresivo de los usuarios y la falta de interés por parte de los ofertantes del servicio por mejorar su sistema de gestión del mantenimiento a las unidades vehiculares, esto generó que de los costos evaluados, el del sistema de transportes represente aproximadamente en 80% del total, defiriendo así con [20] quien obtuvo que estos representaban en muchas ocasiones el 48% de los costos operativos totales, sin embargo cabe resaltar que el universo muestral de las empresas en cuestión eran distintos por lo que cada empresa es autónoma y tiene una visión distinta de los problemas que les afecta, pero llegando a la misma conclusión que es el de priorizar estos costos para reducirlos con las herramientas industriales necesarias [21].

Los costos originados por paradas repentinas de las unidades vehiculares significan un problema grande a las empresas de este índole haciendo así que no solo aumenten estos costos sino que la disponibilidad de la maquinaria sea menor, en consecuencia, las actividades enmendadas no eran cumplidas en su totalidad, por lo que aplicando las herramientas necesarias como el TPM y las 5S nos dieron una reducción de costos del 13% y un aumento de la disponibilidad de los vehículos en más del 40%, dando énfasis al estudio realizado por [22] quien nos indicaba que con una buena gestión del mantenimiento preventivo o productivo total los costos tienden a reducirse y la disponibilidad a aumentar, dándose así una razón inversamente proporcional de gran beneficio para las empresas que lo apliquen.

Sin duda alguna al hablar de costos elevados en relación con el transporte, no se puede dejar de lado a los gastos por combustible que si bien representaron la fuente energética a también incurrieron de manera significativa en los costos totales como son casi el 25% de los costos totales operativos,

es por ello que [23] los considera dentro de su política fiscal para la inversión año a año en las empresas distribuidoras de agua potable. La reducción o el incremento de estos mismos va de la mano con la economía nacional, pero también, depende rigurosamente de lo que cada vehículo según su rendimiento (gal/km) consuman diariamente defiriendo así de [24] quien trata de abarcar estos costos como un problema público el cual incrementa debido a los problemas sociales, alza de combustible y no por los procesos netamente administrativos o de operación.

El desarrollo de nuevas herramientas, métodos y técnicas para resolver la diversidad de problemas en Ingeniería, así como su actualización y mejora, constituyó una de las áreas de investigación y desarrollo de mayor interés para los profesionales de esta disciplina, la disminución de tiempos, el facilitar la toma de decisiones o el aseguramiento de la efectividad de las soluciones propuestas al abordar los múltiples problemas que debe resolver, fueron algunos de los ejemplos que justifican tal interés por la reducción de costos, aumento de disponibilidad de las empresas distribuidoras de agua potable, concordando así con [25] ya que el mantenimiento preventivo de las unidades vehiculares casi siempre puede asegurar una mejora en las operaciones de las empresas, por otro lado también se respalda la idea de [26], quien propone que para reducir los costos significativos de los mantenimiento y de la operación de los vehículos se haga uso de aceites naturales y minerales quienes son de menor cuantía y además ayudan a un mejor rendimiento del motor automotriz en muchos casos.

El outsourcing fue una herramienta de servicios que permitió mejorar los recursos y capacidades de la empresa, al obtener una mejor calidad de los servicios externalizados y un mejor resultado, ya que permitió a la empresa centrarse en lo que realmente sabe hacer como bien lo menciona [27]. La calidad implicó mejorar permanentemente la eficacia y eficiencia de la organización y de sus actividades, atendiendo las necesidades del cliente y a sus quejas o muestras de insatisfacción, se planificó, depuró y controló los procesos de trabajo, aumentando la capacidad de la organización y su rendimiento en aproximadamente un 40% llegando a una sola idea con [28] quien propone una mayor disponibilidad de la maquinaria a través de la mejora de sus procesos y los enfoques de la razón de ser de la empresa. La 5's fueron una herramienta en pro de la eficacia y la eficiencia de la organización; la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y seguras, imprimió mayor "calidad de vida" al trabajo como bien lo menciona [29] y se reafirma en muchas organizaciones en las cuales el orden y la limpieza priman en una mejor calidad del servicio hacia el cliente.

V. CONCLUSIONES

Se concluyó que las herramientas utilizadas antes de la propuesta en las empresas distribuidoras de agua potable no fueron las más correctas en su proceso, ya que ocasionaron

perdidas en las áreas de transporte y logística muy considerables.

Se demostró que el análisis estadístico con el software Minitab ayudó en el diagnóstico del desempeño de los procesos de las dos áreas.

Se demostró según el diagnóstico de las pérdidas económicas en el área de transporte y logística, que aplicar la metodología 5s y la herramienta TPM fueron las herramientas correctas.

Se comprobó que la selección de las herramientas de ingeniería como: Heijunka, 5S, TPM y Mantenimiento preventivo redujo el costo de pérdidas económicas en las áreas de transporte y logística.

REFERENCIAS

- [1] J. L. Taylor, R. K. Tapia, & I. F. Chon, (Desarrollo e implementación de un sistema de costos de calidad en una empresa del sector automotriz que permite cuantificar y detectar las oportunidades de mejora), *Industrial Data*, 17(1), 31-38, 2014.
- [2] E. Martínez Chombo, (Fuentes de sobrecostos y distorsiones en las empresas eléctricas públicas de México), *Economía mexicana. Nueva época*, 19(1), 31-90, 2010.
- [3] D. M. Z. Islam, J. Fabian Meier, P. T. Aditjandra, T. H. Zunder, & G. Pace, (Logistics and supply chain management," *Research in Transportation Economic*), 41(1), 3-16, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2012.10.006>
- [4] H.M. Bravo, J.C. Castro & M.A. Gutiérrez. (Evaluación de una política fiscal para determinar el nivel óptimo de la inversión en los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento). *Gestión y Política Pública*, XX (1), 63-95, 2011.
- [5] M.A. Jiménez-Franco, V. Gasparetto, M.A. Jiménez-Franco & V. Gasparetto. (Práticas para a gestão de custos logísticos em empresas industriais de grande porte da Colômbia. *Estudios Gerenciales*), 36(156), 364-373. <https://doi.org/10.18046/j.estger.2020.156.3754>, 2020.
- [6] E. Rodríguez Pérez, C.M. Bonet Borjas, & L. Pérez Quiñones. (Propuesta de sistema de mantenimiento a los vehículos de transporte), 2013.
- [7] L.F.M. Redrován, M. Mancheno, D.F. Sari, & D.R.U. Contreras. (Optimización de lubricantes de base mineral de motores a inyección de gasolina, para la reducción de la contaminación y costos de mantenimiento). *Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología*, 5, 73-80, 2011.
- [8] I. Zamora. (Eficiencia del transporte de carga internacional mexicano): Análisis por entidad federativa a través del Índice Malmquist, 2010-2014. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-33802019000100125, 2019.
- [9] L. Raña, (Evaluación de la función mantenimiento en empresas transportistas). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542010000200002, 2010.
- [10] C.A. Torres-Navarro, N. Malta-Callegari, Arriagada-Vergara. (Metodología para cuantificar costos de distribución de agua potable en zonas rurales). *Ingeniería Industrial*, 40(1), 88-96, 2019.
- [11] D. Flores-Patricia, & R. Rodríguez-Luis. (Propuesta de Mejora para la logística de Transporte de carga pesada en la empresa Comdego S.A.), 2018.
- [12] M.P.H. Rubio, & N.V. Castro, N. V. (Propuesta de mejoramiento para el sistema de transporte de distribución a nivel nacional del centro de operación logística de Alma café). 99, s.f.
- [13] A. Manchego. (Gestión del outsourcing y su impacto en la rentabilidad: caso sara morello S.A.C.)http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/3956/Manchego_os.pdf?sequence=1&isAllowed=y, 2014.
- [14] D. Flores-Patricia, & R. Rodríguez-Luis. (Propuesta de Mejora para la logística de Transporte de carga pesada en la empresa Comdego S.A.), 2018.
- [15] J.L. Taylor, R.K. Tapia, & I.F. Chon. (Desarrollo e implementación de un sistema de costos de calidad en una empresa del sector automotriz que permite cuantificar y detectar las oportunidades de mejora). *Industrial Data*, 17(1), 31-38, 2014.
- [16] L.C.O. Sousa, S. de Bezerra, J.M.B. Amorim, dos S. Alves, I. M. Duarte, A. D. Sousa, L. C. O. de Bezerra, S. de T. M. Amorim, J. M. B. dos S. Alves, I. M. & Duarte, A. D. (Evaluación de alternativas para reducir el consumo de agua potable en los hogares): Estudio de caso en Caruaru, PE, Brasil. *Ambiente Construído*, 20(4), 465-487. <https://doi.org/10.1590/1678-86212020000400483>, 2020.
- [17] E. Martínez Chombo. (Fuentes de sobrecostos y distorsiones en las empresas eléctricas públicas de México). *Economía mexicana. Nueva época*, 19(1), 31-90, 2010.
- [18] W. Valverde. (Trujillo en tiempos de pandemia COVID 19: relatos etnográficos sobre la ciudad, el trabajo y la vida). https://revistas.up.ac.pa/index.php/rev_pma_ciencias_sociales/article/view/2194/2033, 2020.
- [19] D.M.Z. Islam, J. Fabian Meier, P.T. Aditjandra, T.H. Zunder, & G., Pace. (Logistics and supply chain management. *Research in Transportation Economics*), 41(1), 3-16. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2012.10.006>, 2013.
- [20] E. Rodríguez Pérez, C.M. Bonet Borjas & L. Pérez Quiñones. (Propuesta de sistema de mantenimiento a los vehículos de transporte), 2013.
- [21] M.K. Favela, M.T Escobedo, R. López, J.A. Hernández. (Herramientas de manufactura esbelta que inciden en la productividad de una organización) https://www.redalyc.org/journal/695/69563162008/html_2019.
- [22] I. Zamora. (Eficiencia del transporte de carga internacional mexicano): Análisis por entidad federativa a través del Índice Malmquist, 2010-2014.
- [23] H.M. Bravo, J.C. Castro, & M.A. Gutiérrez. (Evaluación de una política fiscal para determinar el nivel óptimo de la inversión en los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento). *Gestión y Política Pública*, XX(1), 63-95, 2011.
- [24] M.A. Jimenez-Franco, V., Gasparetto, M.A., Jimenez-Franco, & V., Gasparetto. (Práticas para a gestão de custos logísticos em empresas industriais de grande porte da Colômbia). *Estudios Gerenciales*, 36(156), 364-373. <https://doi.org/10.18046/j.estger.2020.156.3754>, 2020.
- [25] E. Rodríguez Pérez, C.M. Bonet Borjas, & L. Pérez Quiñones. (Propuesta de sistema de mantenimiento a los vehículos de transporte urbano y agrícola de una base de transporte de carga). *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 22(2), 61-67, 2013.
- [26] L.F.M. Redrován, M. Mancheno, D.F.J. Sari & D.R.U., Contreras. (Optimización de lubricantes de base mineral de motores a inyección de gasolina, para la reducción de la contaminación y costos de mantenimiento). *Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología*, 5, 73-80, 2011.
- [27] J. Martinez. (Outsourcing. México: Editorial Oxford University Press. McFetridge, D. (1995)). Competitiveness: Concepts and measures, Occasional. Montreal: Paper N° 5, Industry Canada, 2011
- [28] K.J. García. (Gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de la flota vehicular de la empresa Díaz Acarreos Generales S.A.C). *Tecnología Y Desarrollo (Trujillo)*, 15(1), 37-40. <https://doi.org/10.18050/td.v15i1.1782>, 2017.
- [29] A. Candama Sandoval, S. Mulford Cerpa, B. Mendoza Carrillo, C. Gómez Ramírez, & Troncoso Palacio, A. (Propuesta para mejorar el tiempo de permanencia de maquinaria pesada en talleres de mantenimiento). *Boletín De Innovación, Logística Y Operaciones*, 2(1), 66-72. <https://doi.org/10.17981/bilo.2.1.2020.12> García Urraca, K. J., 2020.