

ELABORACIÓN UN INVENTARIO PARA UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE AUTOBUSES DE AUTOTRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS CON BASE EN EL PRONÓSTICO DE LA DEMANDA DE REFACCIONES

ELABORATION OF AN INVENTORY FOR A PROGRAM OF MAINTENANCE OF URBAN BUSES FOR URBAN PASSENGERS BASED ON THE FORECAST OF THE DEMAND FOR SPARE PARTS

Mariana Vargas Sánchez, José Concepción López Rivera

Departamento de posgrado, Facultad de ingeniería,

Universidad Autónoma del estado de México, 50100, Toluca, México.

mariana_v_sanchez@hotmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-0536-9109>

RESUMEN

La carencia de un adecuado programa de mantenimiento en una empresa de autotransporte ocasiona diversos inconvenientes, como incomodidad en la prestación del servicio, incumplimiento de horarios y vehículos inactivos y, de manera especial, la posibilidad de accidentes, todo lo cual repercute en una disminución de la rentabilidad, por los costos que ocasiona y las pérdidas económicas generadas por los viajes suspendidos.

En el presente trabajo, actualmente en desarrollo, se propone determinar las necesidades de mantenimiento para las unidades de autotransporte de una empresa del ramo; estas necesidades serán expresadas en una demanda de mantenimiento que indicará los puntos específicos a atender, los momentos en que la correspondiente tarea debe realizarse y las refacciones que deben proveerse.

Se trata de generar un programa de mantenimiento a partir de información sobre la demanda. Para efectos del presente trabajo, solamente se atenderá lo correspondiente al rubro de las necesidades de refacciones, es decir, el inventario.

Debido al amplio número de refacciones que contiene una unidad vehicular, el análisis se concentrará en un número limitado de ellas, de acuerdo con métodos como ABC y VED.

Para la determinación de la demanda de mantenimiento, se requiere del empleo de pronósticos de la misma, sustentados en la vida útil de las refacciones que se incluirán en el trabajo.

Esta propuesta tiene el propósito de reducir los costos en este apartado, incrementando la disponibilidad de las refacciones de los vehículos cuando sean requeridas, pero sin que se deban tener inventarios innecesariamente abundantes.

Palabras clave: Programa de mantenimiento; Demanda; Pronóstico; Inventario.

ABSTRACT

The lack of an adequate maintenance schedule in a transportation company might bring to many inconveniences, such as discomfort in the provision of the service, non-compliance of schedules and vehicle inactivity, and, specially, to the possibility of accidents, all of the aforementioned have an impact of decrease in the profitability, for the costs that it causes and the economic losses because of the not given services.

In the present work, that in this moment is still in process, it is proposed to determine the maintenance needs for the transportation units of a company of this kind, the needs are expressed in a maintenance demand that indicates the specific points that must be addressed, moments in which the corresponding task must be carried out and the spare parts that must be provided.

It is possible to generate a whole maintenance schedule based on demand information, for the purposes of this work, only what corresponds to the needs of spare parts will be met, that is, the inventory.

Due to the large number of spare parts that a vehicle unit contains, the analysis will focus on a limited number of them, according to methods such as ABC and VED.

For the determination of the maintenance demand, the use of forecasts is required, they should be based on the useful life of the parts that will be included in the work.

This proposal has the purpose of reducing costs in this area, increasing the availability of vehicle parts when required, but without unnecessarily abundant inventories.

Keywords: Maintenance schedule; Demand; Forecast; Inventory.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con estadísticas de la SCT, en el año 2017 por el servicio de pasajeros se movilizaron 3,034,820 personas y por el servicio de autotransporte de carga se transportaron 546,588 toneladas; para el año 2018

aumentaron las cifras antes mencionadas a 3,093,860 pasajeros y 556,411 toneladas (SCT, 2018).

Debido a la gran cantidad de personas que atiende la industria del autotransporte de pasajeros, se deben tener empresas bien organizadas y administradas que proporcionen un servicio eficiente y, sobre todo, seguro. Sin embargo, cuando se crearon estas empresas no se estructuraron desde su inicio con una organización sólida, eficiente y con lineamientos concebidos para una operación de calidad con seguridad y economía; por el contrario, en el trayecto o evolución de las mismas, se rompieron dichos lineamientos y se perdieron las pocas cualidades que poseían (Sánchez y Romero, 2010), dando como resultado que, en la actualidad, se presenten diferentes problemáticas que aquejan a las empresas de esta índole.

De manera general algunos de los problemas que se presentan son: falta de capacitación del personal táctico y operativo; falta de visualización a nivel estratégico para la mejora continua; el mantenimiento de las unidades no tiene una programación adecuada o constante; no suele haber una estandarización de unidades vehiculares, lo que representa una mayor dificultad en cuanto a su mantenimiento e inventario de refacciones; existen unidades con una antigüedad mayor a 10 años que siguen circulando, de acuerdo con la SCT. (AMDA, 2006).

Uno de los aspectos más importantes para brindar un buen servicio de transporte es el relativo a las tareas de mantenimiento.

Se entiende por mantenimiento al “conjunto de acciones que permiten mantener o restablecer un bien en un estado específico o en la medida de asegurar un servicio determinado” de acuerdo con la definición de AFNOR, NF X 60-010, (Bouzoubaa et al., 2016).

El programa de mantenimiento, que se refiere a las actividades a realizar y al momento de su ejecución, es fundamental para elaborar el plan de mantenimiento que comprende, además, el equipo, el personal, las instalaciones y los recursos en general, que se necesitan para ello.

La carencia de un adecuado plan de mantenimiento ocasiona una serie de inconvenientes que repercuten finalmente en la rentabilidad de las empresas; es por ello necesario que éstas cuenten con un programa de mantenimiento que les permita realizar estas tareas de manera planeada y ordenada.

Requisito indispensable para un adecuado plan de mantenimiento, es el de que atienda las necesidades que surjan de manera oportuna, eficiente y con el menor costo posible, independientemente de que se opte por políticas de mantenimiento preventivo o correctivo.

Para lograr lo anterior, es necesario disponer de un

pronóstico de la demanda que se apegue lo más posible a las futuras necesidades de mantenimiento que se presenten a lo largo del periodo u horizonte de planeación. La necesidad de proyecciones de la demanda es un requerimiento general a lo largo del proceso de planeación y control. (Ballou, 2004).

Para instrumentar un plan de mantenimiento, los requerimientos de personal, equipo, instalaciones, refacciones, entre otros, deben disponer de su propia programación, pero es evidente que el punto de partida es el programa de mantenimiento que señala qué hacer y cuándo hacerlo.

Por lo señalado, el propósito del presente trabajo es elaborar un programa de mantenimiento para una empresa de autotransporte urbano de pasajeros acorde al pronóstico de la demanda de refacciones.

Para ello se propone generar el pronóstico de la demanda de refacciones con base en la vida útil de las mismas, y a partir de él, desarrollar el programa de mantenimiento en función de esta demanda.

Hidalgo en su propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento para una flota vehicular, (Hidalgo, 2010) indica que para llevar a cabo una administración eficaz del mantenimiento se debe realizar su planeación, programación, establecimiento de prioridades y procedimientos y el diseño de formatos adecuados.

Como lo abordan (Van Der Auweraer y Boute 2019), pronosticar la demanda de piezas de repuestos vinculándolas a la política de mantenimiento del servicio, permite aumentar la disponibilidad de piezas y al mismo tiempo limitar la inversión en inventarios.

Para la calidad y exactitud de los datos del pronóstico se tienen que hacer varias pruebas y cambios (Fogarty et al., 2007).

Debido a que una porción considerable del mantenimiento requiere de la sustitución de las refacciones que han llegado al término de su funcionalidad, un procedimiento para conseguir un pronóstico, requiere como elemento principal inicial, del conocimiento de las vidas útiles de las refacciones que se consideren relevantes para el correcto funcionamiento de las unidades de autotransporte.

Hidalgo recomienda que para determinar la vida útil de las refacciones se deben estudiar las Curvas de Davies. (Hidalgo, 2010)

Para tener información acerca de la vida útil de las refacciones, se requeriría disponer de registros que den cuenta de ellas desde que son instaladas hasta que se presenta su falla, información que, por lo general, no está disponible.

Beltrán y Orozco, proponen una metodología que consta de

3 fases para la elaboración de un plan de mantenimiento para una flota de vehículos. La primera fase define las características del parque automotor; la segunda fase describe el contexto operacional y el histórico de fallas, donde también se podrá generar información complementaria basada en la experiencia del personal, para ajustar el plan de tal manera que las probabilidades de mejora aumenten y, por último, la tercera fase consiste en la metodología propia del mantenimiento. (Beltrán y Orozco, 2007)

La coordinación entre el mantenimiento de las unidades vehiculares y el inventario de las refacciones que requiere cada una para su mantenimiento, es fundamental.

En la revisión de la literatura, en lo que refiere a los inventarios de refacciones, Do Rego y De Mesquita, concluyen que son necesarios e importantes en una empresa para el mantenimiento y reparación de productos finales, vehículos, máquinas industriales y equipos; sin embargo, ocasionan una gran cantidad de costos de almacenamiento. (Do Rego y De Mesquita, 2011)

La falta de control de inventario de refacciones de una empresa de autotransporte, ocasiona que se tenga exceso o escasez de refacciones; en ambos casos, representa una pérdida monetaria. Cabe mencionar que el control de inventario está ligado con la parte operativa, es decir, una unidad requiere estar siempre en condiciones óptimas para brindar su servicio y para ello es conveniente que se cuente con lo necesario al momento de efectuar el mantenimiento (Haaz, S. 2014).

METODOLOGÍA

Las actividades programadas para cumplir el objetivo de este proyecto comenzaron, con la definición de los servicios de mantenimiento preventivo y correctivo en la empresa de interés y el análisis de las actividades de mantenimiento de las unidades vehiculares.

Las refacciones vehiculares han sido clasificadas por grado de importancia (vitalidad, seguridad, frecuencia de uso y costo), seleccionando las que se consideraron relevantes para el estudio y elaborando formatos para la recolección de los datos históricos del comportamiento de falla de cada una de las refacciones.

Con esta información se ha procedido a modelar la falla, ajustando los datos a distribuciones de probabilidad apropiadas estadísticamente, que se han empleado para la simulación de la falla de las refacciones, generando pronósticos de la demanda.

A partir de esta demanda expresada en requerimientos sobre el tiempo, se procederá a elaborar un programa de mantenimiento de las unidades vehiculares, según las políticas establecidas.

En particular se hará énfasis en la administración del inventario, empleando para ello programación matemática o algún modelo de inventario. Con estos modelos se determinarán las adquisiciones necesarias para cubrir la demanda, considerando costos por exceso de inventario, por penalizaciones y demás, y los tiempos de entrega de las refacciones.

El trabajo incluirá comparaciones entre diversas políticas de mantenimiento considerando criterios de costo, rapidez de respuesta y otros.

RESULTADOS

Hasta el momento se ha recopilado información de refacciones consideradas de gran importancia por los propietarios de la empresa de autotransporte de pasajeros y de las cuales se desea saber el momento aproximado de su falla; cabe mencionar que aún se está recolectando información de diferentes refacciones.

Las refacciones de las que actualmente se está recolectando información son: embragues, cámaras de suspensión y balatas.

El pronóstico de la demanda de refacciones se generó mediante simulación empleando para ello una distribución exponencial negativa; sin embargo, todavía está en discusión la distribución que será empleada.

En la tabla 1 se muestran los resultados de una simulación, de una refacción (embrague) de un vehículo con una vida estimada de 54 meses.

Tabla 1. de pronóstico de falla

No. de refacción	NA	Z1	N (vida útil en meses)	Mes de falla
1	0.30539733	0.93720595	60	60
2	0.49803635	-0.85887797	47	107
3	0.63786456	0.52128662	57	164
4	0.59226785	0.29388635	56	220
5	0.01107548	1.51101459	65	285
6	0.4248615	0.64704282	58	343

Elaboración propia.

Para el presente proyecto, se ha considerado un horizonte de tiempo donde se presentan 5 fallas de la refacción que tarda más tiempo en fallar, para este caso el embrague, con el fin de percibir el momento del suceso y cambio de las fallas.

La tabla indica que el primer embrague colocado tiene una vida útil de 60 meses; el segundo, que se instala debido a la falla del primero, tendrá una vida de 47 meses y se cambiará en el mes 107 (tiempo acumulado). La interpretación es la misma para los siguientes cambios de embrague.

El acumulado de los resultados anteriores para la totalidad de los vehículos constituirá la demanda total de esta refacción durante el horizonte de análisis.

La gráfica a continuación muestra la cantidad de refacciones (embragues) requeridas durante cada uno de los meses del horizonte. En este caso se acumula la

demanda de 4 vehículos para su representación visual.

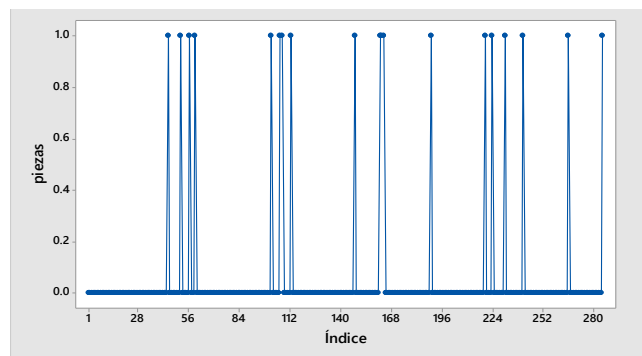


Figura 1. Gráfica que representa la demanda de refacciones mensual. Elaboración propia.

DISCUSIONES

El proyecto se enfoca en el diseño de un programa de inventario de refacciones que satisfaga la demanda del servicio de mantenimiento de autobuses. La demanda de refacciones se origina en las actividades de mantenimiento, y por lo tanto está relacionada con la cantidad de unidades que hacen uso de las refacciones, así como de la falla de las mismas y el plan de mantenimiento. (Van Der Auweraer y Boute, 2019)

Dado que el proceso de falla de las refacciones se considera un proceso de Poisson se ha considerado el empleo de diversas distribuciones de probabilidad tales como la exponencial negativa y la de Weibull.

Conocer la vida útil de las refacciones que se cambian por mantenimiento correctivo, es de gran importancia, para no caer en un exceso de inventario o, en el caso opuesto, que exista un desabasto, sobre todo en flotas grandes de autobuses donde cualquiera de las dos situaciones involucra costos y pérdidas económicas de consideración.

CONCLUSIONES

Una empresa de autotransporte urbano de pasajeros se destaca por su cobertura y puntualidad; por ello es necesario que las unidades vehiculares siempre se encuentren en buenas condiciones de operación.

La empresa al realizar viajes continuos requiere de un correcto mantenimiento, para ofrecer sus servicios en tiempo y forma, conservando sus estándares de calidad e imagen.

Las acciones de mantenimiento deberán estar contempladas en un esquema o programa general de mantenimiento que especifique los tiempos en que debe proporcionarse y el personal y los recursos destinados a estos menesteres, todo ello a lo largo del periodo de planeación determinado.

Este trabajo sólo se está enfocando en el inventario de refacciones para el programa de mantenimiento de

autobuses.

Debido a la gran cantidad de refacciones que contiene una unidad vehicular, el análisis se concentrará en un número limitado de ellas. De acuerdo con los métodos ABC y VED, se seleccionan las refacciones que pertenezcan a la intersección entre la clasificación A (alto valor) y V (Vital).

Determinar la vida útil de las refacciones que se encuentran en la intersección antes mencionada, generará la demanda con la cual se creará el programa de inventario para satisfacer los requerimientos de mantenimiento.

Al final de cuentas, la política de inventario que se escoja dependerá de los costos que impliquen al aplicarse; sin embargo, en ambos casos disminuye la posibilidad de inactividad de las unidades vehiculares y como consecuencia se reducen las pérdidas económicas.

REFERENCIAS

- AMDA,(2006). "Estructura del sector automotor en México," p. 32, .
- Ballou, R. H. (2004). "Logística: Administración de la cadena de suministro". Pearson Educación.
- Beltran J. y Orozco, O. (2014). "Propuesta de un plan de mantenimiento para aplicar a la flota de vehiculos de la universidad autonoma del caribe." Caribe.
- Bouzoubaa, Z., Alami, J. E. L. y Soulhi, A. (2016). "Optimization of Maintenance Methods to Improve the Availability of the National Electrical Network,". 3 (1), p. 23–35.
- Do Rego J. R. y De Mesquita, M. A. (2011). "Spare parts inventory control : a literature review," p. 656–666.
- Fogarty, D. W., Blackstone, J. H. y Hoffmann, T. R. (2007). "Administración de la producción e inventarios," Segunda. México: Grupo editorial Patria, p. 92-135.
- Haaz, S. (2014). ÉNFASIS Logística, "Cadena Integral Administración de la supply chain,". 161, México, p. 28–34,
- Hidalgo Ochoa, I. T. (2010). "Propuesta de un modelo de gestión vehicular del consejo provincial de lojads,".
- Sánchez, Ó. y Romero, J. (2010). "Factores de calidad del servicio en el transporte público de pasajeros: estudio de caso de la ciudad de Toluca, México," Economía, Sociedad y Territorio, Toluca, p. 10, 49–80.
- SCT, "Estadística básica del autotransporte federal," (2018). [Online]. Available: http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGA/F/EST_BASICA/EST_BASICA_2016/Estadística_Básica_del_Autotransporte_Federal_2017.pdf.
- Van Der Auweraer, S. y Boute, R. (2019). "Forecasting spare part demand using service maintenance information," Int. J. Prod. Econ.