

## Análisis de la correlación entre el peso del equipaje y rendimiento de los autobuses de una empresa de autotransporte mediante la metodología Lean Six Sigma

## Analysis of the correlation between the weight of the luggage and the performance of the buses of a motor transport company using the Lean Six Sigma methodology

Salvador Rascón-León <sup>a</sup>, María Paz G. Acosta-Quintana <sup>b</sup>, Marco Antonio Conant-Pablos <sup>c</sup>, José Chan-Sandoval <sup>d</sup>, Jesús López-Leal <sup>e</sup>

### Abstract:

The purpose of this study was to analyze the high fuel consumption of a fleet of Volvo 9700 buses. The development of this project involved using the Lean Six Sigma method to analyze the effect of a variable called baggage weight in different units of the same model methodology. Which is proven to be useful for troubleshooting already created processes. The results of the analysis showed that there is no significant relationship between the characteristics of the luggage and fuel consumption, so the weight of the luggage does not influence fuel consumption; however, knowledge of these characteristics can be very useful for the company, to take actions that allow it to improve baggage management in the bus loading area.

### Keywords:

Lean Six Sigma, DMAIC, fuel consumption, luggage weight.

### Resumen:

El objetivo del presente estudio fue analizar el alto consumo de combustible de una flota de autobuses modelo volvo 9700. El desarrollo del proyecto implicó analizar el impacto de la variable denominada peso del equipaje en diferentes unidades del mismo modelo, mediante la metodología Lean Six Sigma la cual está comprobada que es útil para la solución de problemas sobre procesos ya creados. Los resultados del análisis mostraron como resultado que no existe relación significativa entre las características del equipaje y el consumo de combustible, por lo que no influye el peso del equipaje en el consumo de combustible; sin embargo, el conocimiento de dichas características puede ser de gran utilidad para la empresa, para emprender acciones que le permitan mejorar la gestión del equipaje en el área de carga de los autobuses.

### Palabras clave:

Lean Six Sigma, DMAIC, consumo de combustible, peso del equipaje

### Introducción

La metodología Lean Six Sigma es una técnica demostrada de análisis empírico que se utiliza para identificar, calcular, evaluar, desarrollar y monitorear los

procesos. Se propusieron métodos Lean Seis Sigma en las empresas para definir incentivos para el cambio, no sólo en términos de eficiencia de desempeño, sino también en términos de ahorro de tiempo y gastos (De Freitas 2017).

<sup>a</sup> Autor de Correspondencia, Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Ingeniería Industrial, Ciudad Obregón, Sonora, México, <https://orcid.org/0000-0003-2990-6167>, Email: [salvador.rascon@itson.edu.mx](mailto:salvador.rascon@itson.edu.mx)

<sup>b</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Ingeniería Industrial, Ciudad Obregón, Sonora, México, <https://orcid.org/0000-0001-7115-9076>, Email: [marypaz\\_acosta@itson.edu.mx](mailto:marypaz_acosta@itson.edu.mx)

<sup>c</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Ingeniería Industrial, Ciudad Obregón, Sonora, México, <https://orcid.org/0000-0002-3364-3702>, Email: [marco.conant@itson.edu.mx](mailto:marco.conant@itson.edu.mx)

<sup>d</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, egresado de la carrera de Ingeniería Industrial y de Sistemas, Ciudad Obregón, Sonora, México, Email: [martin\\_chansa@hotmail.com](mailto:martin_chansa@hotmail.com)

<sup>e</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, egresado de la carrera de Ingeniería Industrial y de Sistemas, Ciudad Obregón, Sonora, México, Email: [roberto\\_lopez1018@hotmail.com](mailto:roberto_lopez1018@hotmail.com)

En diversos estudios, tales como el elaborado para el CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) por la Asociación de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico (ADIAT): Prospectiva Tecnológica Industrial de México 2002-2015 (ADIAT en Rascón, 2012), se señala que la competitividad será el aspecto clave para el desarrollo, y para ello, las ingenierías y los ingenieros de México deberán jugar un papel más importante. Incluso, el reporte muestra que, la pérdida de competitividad está relacionada con el descenso, de 1970 al 2000, de la construcción de nuevas infraestructuras, entre ellas las de transporte, y con la disminución drástica de la capacidad del sector ingeniería.

El transporte público juega un papel importante en el entorno urbano al contribuir a los objetivos de desarrollo sostenible (Morton et al., 2016). Esta forma de transporte respalda directamente los objetivos de bienestar social y habitabilidad (Zhang et al., 2019), al mismo tiempo que brinda una serie de otros beneficios que van desde la reducción de la contaminación del aire (Bradshaw, 2009) hasta mejoras en la accesibilidad (Litman, 2003). Sin embargo, se ha demostrado que la satisfacción con el transporte público afecta directamente la disposición de las personas a utilizar este medio de transporte (Zhang et al., 2019). Por lo tanto, se ha recomendado mejorar la calidad de los servicios de transporte público tanto en áreas urbanas como regionales para aumentar su aceptación (De Oña et al., 2016, Dell'Olio et al., 2010, Wen y Lai, 2010).

Con relación al equipaje, los autobuses interurbanos permiten una gran cantidad de equipaje con la que se puede viajar a costo cero. Pero como era de esperar, no existe una regulación global, si no que cada compañía tiene su propio reglamento y limitaciones. Sin embargo, en lo que respecta al equipaje de mano, en todos los casos se aplica la misma normativa: se puede transportar todo aquello que no represente una mercancía peligrosa y que quepa en los departamentos habilitados para ello dentro del autobús. Se entienden por objeto de mano todo pequeño objeto destinado al abrigo, adorno o uso personal que un viajero lleve consigo durante el viaje a bordo del habitáculo del vehículo. Además, comentan que tiene derecho a transportar 25 Kg. de equipaje o 125 m<sup>3</sup> sin cargo por cada boleto adquirido. Los clientes que por cuestión personal requieren transportar más de 25Kg, este mismo límite de peso es el que utilizan en México según la empresa bajo estudio. Tendrán como límite por bulto 80 kg., pagando la tarifa vigente en terminal (CheckMyBus, 2019).

Al implementar Six Sigma DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) con sus herramientas estadísticas y técnicas en diferentes industrias de procesos, se puede lograr un eficiente manejo de energía

combustible junto con ahorros monetarios (PrabhakarKaushik, Dinesh Khanduja, 2009). Six Sigma es la herramienta de avance estadístico que mejora el nivel de rendimiento existente de la estrategia y los controles de las variaciones en la etapa de procesamiento a menos de 3.4 DPMO. La reputación de Seis Sigma se gana por identificar defectos e insinuar su causa raíz (Maneesh et al. 2008). YahiaZareMehrerjedi (2009) argumenta que, el objetivo principal de Seis Sigma es la eliminación de actividades de proceso sin valor agregado junto con la mejora continua.

## Desarrollo

Este estudio tiene como prioridad la determinación de las características del equipaje en las unidades de autotransportes de personas, con el análisis de dicha variable se pretende determinar el efecto del peso del equipaje en el consumo de combustible de las unidades de autotransportes, para que sirva de base en la gestión del área de carga.

## Pregunta de investigación

¿Cuál es el efecto del peso del equipaje en el consumo de combustible de las unidades de autotransporte?

## Unidad de análisis

Flota de autobuses correspondientes a la ruta "Obregón – Culiacán", los cuales recorren una distancia de 482 km y el viaje tiene una duración de 6 horas y media, las unidades bajo estudio son cinco marcas Volvo 9700; dichas unidades cuentan con las mismas características entre sí, facilitando el estudio, en la metodología no se usará la fase "Controlar".

## Método

A continuación, se presentan los pasos para medir el impacto del peso del equipaje en el consumo del combustible en las unidades de autotransporte de pasajeros utilizando la metodología de Lean Six Sigma DMAIC y de herramientas para la solución de problemas.

Definir.

En esta fase se definieron los detalles del proyecto con base a los requerimientos de los objetivos establecidos por parte de la organización, realizando lo siguiente:

1. Se elaboró un acta constitutiva del proyecto donde se determinó el patrocinador del proyecto, los integrantes del equipo junto con el objetivo, justificación, alcance definidos por

- parte del equipo en conjunto con la organización, así como la planeación y fechas para la aplicación de la metodología DMAIC.
2. Se seleccionó la ruta a estudiar con mayor demanda de pasaje, con equipaje, lo anterior se consideró de acuerdo a información proporcionada por el departamento de logística.
  3. Se estableció un diagrama de Gantt con los horarios y fechas de viaje, los cuales se establecieron mediante el muestreo sistemático aleatorio para tener datos de los diferentes tipos de demanda que se presentan en la semana dependiendo el día.
  4. En acuerdo con la empresa y los objetivos del estudio, se establecieron los indicadores correspondientes que fueran congruentes con la situación problemática.
  5. Se diseñó un formato en base a los indicadores establecidos en conjunto con la empresa, con el fin de obtener los datos necesarios y tener un registro de ellos.
  6. Finalmente, se diseñó el proceso de medición, el cual se plasmó en un diagrama SIPOC que incluye los pasos para la recolección de los datos, junto con las entradas, salidas, y usuario por actividad, también se estableció un diagrama de flujo donde se muestra los pasos para registrar indicadores iniciales de autobús, y por último se tomaron las lecturas de combustible real de las unidades.

#### Medir.

La siguiente fase corresponde a las mediciones y obtención de datos necesarios para las variables establecidas, indicadores, métricas, así como el procedimiento a detalle que se llevó a cabo para la recolección de estos mismos, donde primeramente se registraron de manera detallada indicadores iniciales del autobús, se tomaron las lecturas de combustible real y el kilometraje de cada uno al inicio de la corrida como al final de la misma. Después se registraron las características de carga en el área de equipaje, como se describe a continuación:

- ✓ Se marcaron maletas ya almacenadas en el compartimiento de equipaje con etiqueta "roja", para tomar sus datos en la siguiente estación o primera oportunidad que se tuviera.

- ✓ Se registraron los datos (característica y peso) de las maletas entrantes en el formato y se marcaron con una etiqueta "verde" en caso de ser exitoso el registro.
- ✓ Se marcaron con etiqueta "amarilla" a las maletas que no se le pudieron tomar los datos completos por falta de tiempo de operación, para completar el registro posteriormente en la estación.
- ✓ Se asentaron aquellos elementos fuera de lo ordinario encontrados en el área de equipaje.

Se elaboró una base de datos en Excel en donde se encuentran todas las mediciones ordenadas por estación y tablas totales, con los cuales se verificó la normalidad a través de la prueba de Anderson - Darling para determinar la normalidad de los datos obtenidos en las mediciones para verificar su robustez.

#### Analizar.

En esta fase se llevaron a cabo una serie de pasos para lograr obtener las causas que están provocando la problemática, siendo estos:

1. En base a los datos obtenidos en los formatos de control de equipaje, se analizaron estos utilizando herramientas Six Sigma (diagramas de Pareto, histogramas, diagramas de dispersión y análisis de correlación).
2. Se crearon datos promedio para cada una de las características del equipaje usado por los clientes en las mediciones realizadas por cada estación para conocer la utilización y demanda del mismo, así mismo se elaboraron diagramas de Pareto para identificar la frecuencia de uso de las características del equipaje y sus dimensiones.
3. Se realizó un diagrama de Pareto para identificar la frecuencia de acomodo de equipaje dentro del área de carga, contemplando cuatro secciones (Superior izquierda "A", superior derecha "B", inferior izquierda "C" e inferior derecha "D"), tomando como referencia la vista superior del autobús.
4. Se elaboró un histograma con todos los pesos registrados de cada maleta para verificar la capacidad del proceso, se tomó como referencia un límite superior de valor de 25 kg que es el límite de peso marcado por la compañía para cada usuario.
5. En base a los resultados obtenidos en las mediciones de los recorridos de Cd. Obregón – Culiacán – Cd. Obregón, se graficaron las distancias ideales contra las reales, igual con

el gasto de combustible, donde se muestra el comportamiento del peso de equipaje junto con el gasto de combustible y el kilometraje en una sola gráfica, señalando con un círculo rojo las anomalías en el gasto de combustible.

6. Se elaboró un análisis de correlación de Pearson entre los datos obtenidos de peso de equipaje y gasto de combustible en la herramienta minitab, para verificar si existe alguna relación entre las dos variables y si la correlación es significativa.

Mejorar.

En función a los resultados obtenidos se hicieron propuestas para mejorar el manejo y control del equipaje utilizando la técnica 5W + 1H. Se realizaron cinco preguntas que determinan el problema de la situación, y para el cómo se puede mejorar dicha problemática se llevó a cabo una lluvia de ideas por parte del equipo, tomando la más viable de acuerdo a criterio del equipo de trabajo. A continuación, se muestran las cinco preguntas formuladas mencionadas anteriormente:

- WHAT (¿qué se quiere mejorar?): Mayor aprovechamiento del área de carga.
- WHY (¿por qué se quiere mejorar?): Por el descontrol y mal aprovechamiento del área, se genera un amontonamiento y falla la localización de las maletas.
- WHEN (¿cuándo se quiere mejorar?): Lo más pronto posible.
- WHERE (¿dónde se va a mejorar?): En todas las unidades Volvo 9700.
- WHO (¿quién lo va a mejorar?): Paqueteros o encargado de control del equipaje.
- HOW (¿cómo lo van a mejorar?): Mediante una lluvia de ideas.

**Resultados**

**Definir**

La problemática de determinar el impacto del equipaje en el área de carga y el peso del mismo en el consumo de combustible de las unidades fue brindada por parte de la organización de servicios de autotransportes de personas, de acuerdo a la desinformación de la organización hacia ese posible efecto, por otro lado se estableció llevar un registro total referido al equipaje, esto para determinar las características, dimensiones y concentración de maletas en el área de equipaje para tener la mayor información posible.

En la Tabla 1 se muestran las rutas, las distancias que se recorren y el tiempo de trayecto en cada una.

Tabla 1. Rutas a contemplar en el estudio

Trayecto	Posibles rutas	
	Distancia (Km.)	Tiempo (Hr.: minutos)
Obr-Nav	63	1:00
Obr-Moch	237	3:20
Obr-Guas	317	4:20
Obr-Guam	362	5:00
<b>Obr- Cul</b>	<b>482</b>	<b>6:30</b>
Obr-Maz	692	9:00
Obr-Tep	985	12:40
Obr-Zap	1,187	16:00
Obr-Gdl	1,202	17:00

Fuente: Elaboración Propia

Se tomó la ruta “Cd. Obregón – Culiacán” con una distancia total de 482 km y una duración de 6:30 horas, por ser una ruta que maneja mucho pasaje y una gran cantidad de equipaje, esta decisión también se tomó por manejo de tiempos y orientación por parte de la organización y equipo consultor.

Se establecieron los viajes a contemplar en el estudio y como parte de la muestra, los cuales se plasmaron en un diagrama de Gantt (ver Figura 1), siendo un total de 15 viajes de los cuales se obtendrán 30 muestras ya que serán rutas de ida y vuelta, de manera aleatoria en cada semana para que presenten los distintos tipos de demanda durante los días a monitorear.

Figura 1. Diagrama de Gantt para la planificación de viajes

Mes	Abril				Mayo			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Semanas								
Viaje 1	■							
Viaje 2			■					
Viaje 3				■				
Viaje 4					■			
Viaje 5						■		
Viaje 6							■	
Viaje 7								■
Viaje 8								
Viaje 9								
Viaje 10								
Viaje 11								
Viaje 12								
Viaje 13								
Viaje 14								
Viaje 15								

Fuente: Elaboración Propia

Las variables e indicadores establecidos por la organización y los objetivos de estudio, se presentan en la Tabla 2, estableciendo la fórmula para su cálculo, las unidades y el tipo de indicador (siendo CL un indicador cualitativo y CT cuantitativo).

Tabla 2. Indicadores necesarios para el caso

Variable/Indicador	Fórmula	Unidades	CL	CT
Tipos de maleta promedio utilizada por pasajero	Datos promedios recabados de los formatos	Pieza	X	
Peso promedio de equipaje	Peso total del equipaje Viajes realizados	Kg		X
Maletas promedio por pasajero	Maletas totales Pasajeros totales	Pieza		X
Rendimiento de combustible	$Km. Final - Km. Inicial (Diésel inicial + recarga) - Diésel final$	Km/Lt		X
Peso promedio de equipaje por pasajero	Peso total de equipaje Pasajeros totales	Kg		X

Fuente: Elaboración Propia

Estas fórmulas se plantearon para obtener los datos necesarios que justifiquen las variables establecidas, donde se determinaron los tipos de maleta promedio utilizada por pasajero, el peso promedio de equipaje, maletas promedio por pasajero, rendimiento de combustible y el peso promedio de equipaje por pasajero.

Para la recolección de datos en esta fase de definir, se aplicó un instrumento cuyo objetivo fue obtener información de los indicadores anteriormente establecidos, dentro de la información que se maneja esta: Numero de autobús, ruta, cantidad de combustible, combustible consumido, kilometraje recorrido, tiempo, característica de la carretera, si existió algún problema en el viaje, de qué manera fue acomodado el equipaje, tipos de maletas, tamaño de las maletas, peso del pasajero y por ultimo supervisión del estado de los neumáticos de la unidad.

A través del registro de los datos fue posible recopilar la información necesaria para cumplir con los requisitos de las variables e indicadores, brindando facilidad y eficiencia al proceso.

En la Figura 2 se muestra el diagrama "SIPOC" que describe el proceso de obtención de datos para la fase de medición para ello se tomó una muestra de 30 establecida por la disponibilidad de los integrantes del equipo.

Tabla 3. Diagrama SIPOC de proceso de medición

Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Usuario
Cliente	Maletas	Pesar equipaje	Descripción de equipaje.	Consultor
		Observar características del equipaje.		
		Acomodar equipaje.	Registro de equipaje y vinculación.	
Chofer	Información de kilometraje y combustible actual del autotransporte.	Tomar lectura de kilometraje y combustible del autotransporte.	Registro de medidor de kilometraje y combustible.	

Fuente: Elaboración Propia

Este diagrama SIPOC corresponde al proceso de control de equipaje, se generó para brindar información detallada de todas las actividades del proceso, junto a las entradas y salidas de cada etapa.

En la Figura 2 se muestran las actividades correspondientes para la recolección de datos.

Figura 2. Diagrama de flujo para la recolección de datos



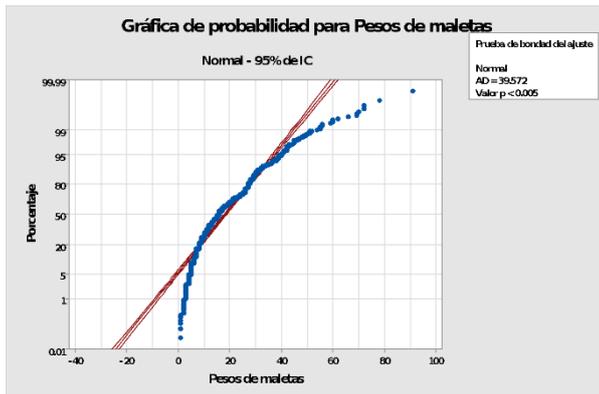
Fuente: Elaboración Propia.

### Fase Medir

En la siguiente etapa correspondiente a la medición de datos, se presenta un diagrama de flujo donde se detallan las actividades para la recolección de estos mismos. La base de datos donde se registraron todos y aquellos datos recabados en el estudio, para finalizar con la prueba de normalidad donde se verificó si la muestra cumplía con dicha normalidad o robustez.

En la siguiente Figura 3 se muestra la prueba de normalidad aplicada a los pesos de las maletas.

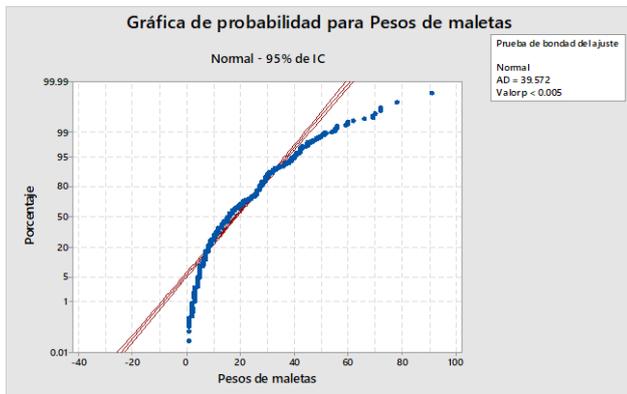
Figura 3. Gráfica de normalidad de los pesos



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 4 se mostró el comportamiento de los datos hacia las rectas de distribución ajustada en la prueba de normalidad de Anderson – Darling que generó un estadístico de bondad de 39.572, concluyendo que la muestra no es normal, ya que el valor p es de 0.005, para que los datos sean normales se necesita que p tenga un valor mayor a 0.05, por este motivo se utilizará la distribución Weibull para muestras con datos no normales.

Figura 4. Gráfica de normalidad de los pesos



Fuente: Elaboración propia

**Fase de Análisis**

En la siguiente etapa se muestra el análisis de los datos recabados en la etapa de medición, los cuales corresponden al uso promedio de equipaje por cliente, así como la caracterización y dimensiones que se utilizaron por parte de los usuarios, la frecuencia de dimensiones; además del peso del equipaje, la relación que este tiene con el consumo de combustible, y el acomodo que se maneja en el área de carga.

Los resultados promedios en las mediciones realizadas para cada estación del trayecto (ver Tabla 3).

Tabla 3. Uso promedio de equipaje por estación

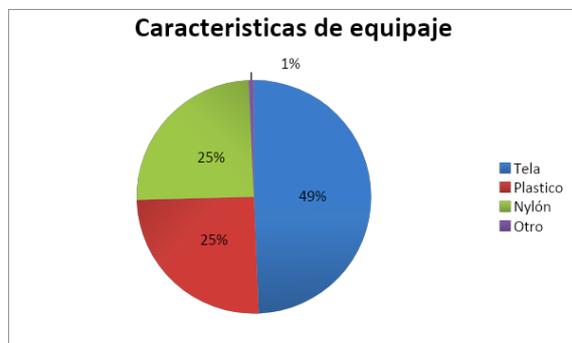
Resultados promedios del trayecto					
Origen/de stino	Obr-Nav	Nav-Moch	Moch-Guas	Guas-Guam	Guam-Cul
Cientes	11.36	11.6	11.33	10.9	9.9
Maletas	15	15.1	14.86	13.73	12.83
Maletas extra grandes	1.36	1.46	1.4	1.3	1.13
Maletas grandes	3.56	3.5	3.34	3.4	3.13
Maletas medianas	4.93	5.2	5.2	4.6	4.16
Maletas chicas	5.16	5	4.76	4.5	3.96
Maletas de plástico	3.9	3.9	3.66	3.3	3.13

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 3 se muestran los promedios sobre las dimensiones, características, distancia recorrida, el número de clientes, así como las maletas y el peso promedio de equipaje en las estaciones correspondientes.

A continuación, en la Figura 5, se muestra un diagrama de pastel con respecto a las características de equipaje usadas por los usuarios.

Figura 5. Diagrama de pastel de características de equipaje



Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la figura 5 los pasajeros utilizan casi el 50% maletas de tela, una cuarta parte son de plástico y el resto de Nylon y un porcentaje muy bajo utilizan bolsas, cajas entre otros.

En la Figura 6 se muestra el porcentaje de frecuencia de cada categoría de maletas, las siguientes medidas corresponden a cada tipo de maleta según su tamaño aproximado, para maletas chicas longitud 55 cm, anchura 40 cm, profundidad 20 cm. Estas dimensiones incluyen ruedas, asas, bolsillos laterales, entre otras características. Para maletas medianas, longitud de 69 cm, anchura de 46 cm, profundidad de 29 cm. Para maletas grandes, 78 cm de longitud, 52 cm de anchura, profundidad de 34 cm. Para maletas extra grandes, 81 cm de longitud, 55 cm de anchura, profundidad de 38 cm.

Figura 6. Diagrama de pastel a las dimensiones de equipaje

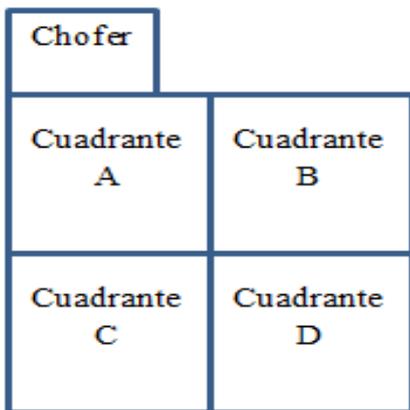


Fuente: Elaboración propia

En la Figura 6 se muestra que los dos tipos de tamaños de maletas más usados en orden son: primer lugar chicas, en segundo medianas y en tercer lugar grandes y en último lugar las extra grandes.

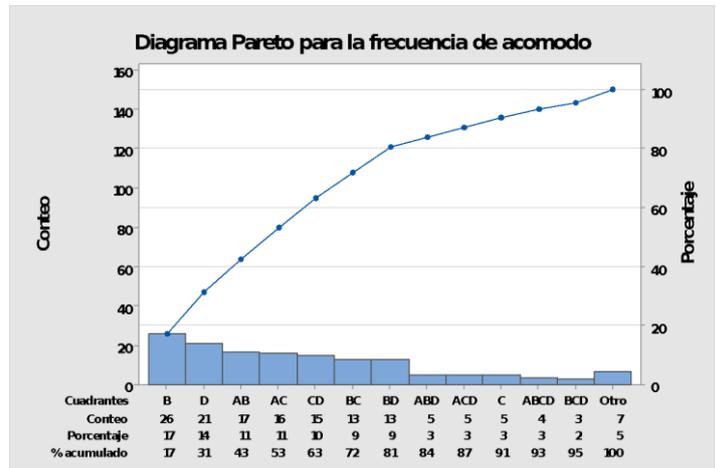
La distribución impartida al área de carga de las unidades junto a un diagrama de Pareto para la frecuencia de acomodo del equipaje dentro del área de carga de las unidades, para esto se establecieron cuatro cuadrantes en el área de carga, tomando una vista superior de la unidad, donde el cuadrante "A" se encuentra en la parte superior izquierda, "B" en la parte superior derecha, "C" en la parte inferior izquierda y "D" en la parte inferior derecha (ver Figura 7).

Figura 7. Distribución del área de carga por cuadrantes



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8. Diagrama de Pareto para la frecuencia de acomodo de equipaje

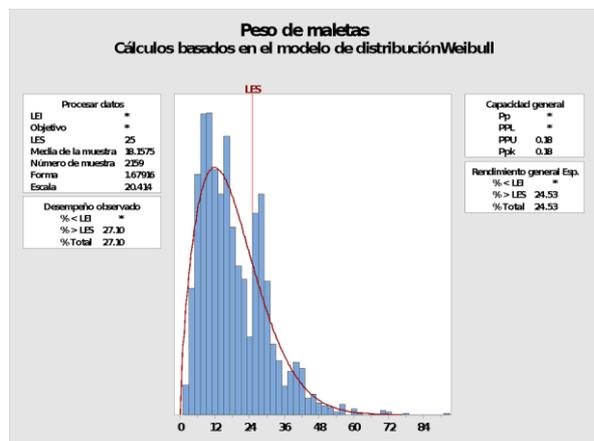


Fuente: Elaboración propia

En el diagrama de Pareto (Figura 8) se puede observar que con un 27% de frecuencia el cuadrante "B" es el mayormente usado, lo cual corresponde a la parte superior derecha del área de carga del autobús.

En la Figura 9 se muestra el histograma de los pesos registrados en las mediciones realizadas para su análisis de capacidad, para ver más a detalle los datos sobre cada estación.

Figura 9. Histograma de peso de maletas



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en el histograma, los datos no cumplen con las especificaciones establecidas, pasándose un 24.53% los pesos de maletas sobre el límite de 25 kilogramos establecido por la empresa de autotransportes los cuales son 530 maletas de las 2159 de la muestra.

En relación al análisis del peso-consumo de combustible, en la Tabla 4 se presentan los datos concentrados correspondiente a la "ida" en cada medición.



Tabla 5. Mediciones viaje de vuelta

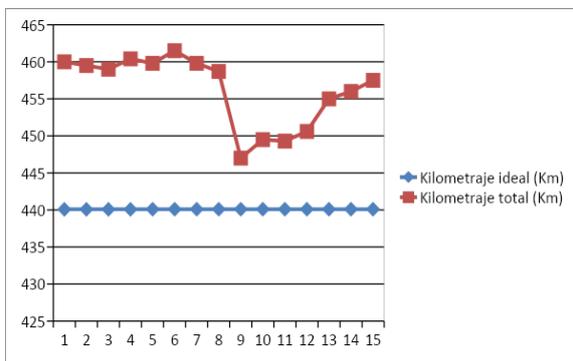
Viajes de vuelta				
No. de medición	Peso promedio de equipaje	Kilometraje total (Km)	Gasto total (Lt)	Rendimientos
1	226.2	460	154	2.987012987
2	155.4	459.5	152.6	3.011140236
3	228.6	459	149.7	3.066132265
4	249.8	460.4	153.8	2.993498049
5	297.2	459.8	156.5	2.938019169
6	144.4	461.5	147	3.139455782
7	220	459.8	151.87	3.027589386
8	111.8	458.7	143.03	3.207019506
9	189.4	447	189	2.365079365
10	386.2	449.5	215	2.090697674
11	400.2	449.3	145	3.09862069
12	52.2	450.6	214.3	2.102659823
13	329.4	455	175	2.6
14	297.2	456	183.8	2.480957563
15	301	457.5	153.8	2.974642393
Promedios		456.24	165.62	2.805501659

Fuente: Elaboración propia.

En esta tabla 5 se muestran los diferentes datos de los regresos de Culiacán hasta ciudad Obregón, correspondientes a los kilómetros recorridos en cada medición, junto con el gasto en litros de diésel y los rendimientos en (Km/Lt) obtenidos.

En la figura 13 se muestra el comportamiento real del kilometraje al trayecto de regreso contra el kilometraje ideal del mismo

Figura 13. Gráfica de kilometraje de regreso

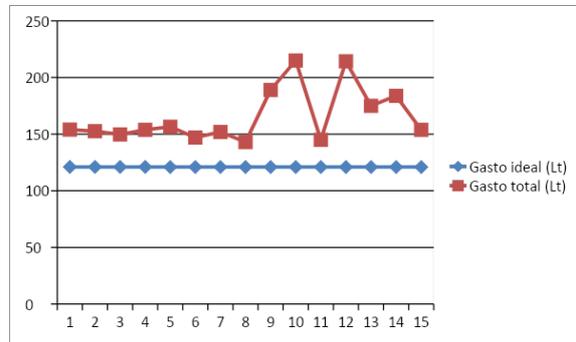


Fuente: Elaboración propia

Se observa que hay diferencia en los kilometrajes, esto puede ser así ya que en algunas ocasiones las unidades no entran a la estación de "Guamúchil", esto hace que se genere menos kilometraje en algunas mediciones.

En la siguiente gráfica se muestra el comportamiento real del gasto de combustible por parte de las unidades contra el ideal dado por el proveedor de las unidades.

Figura 14. Gráfica de gasto de combustible de regreso.

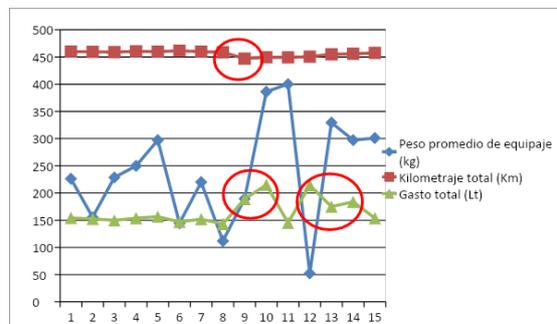


Fuente: Elaboración propia.

Tal y como se aprecia, el gasto es mayor al que ofrece el proveedor, pero en algunas ocasiones este excede aún más, ya que en esas ocasiones se sospecha que el motivo de dicho gasto excesivo se da por un ralenti excesivo acompañado del mal mantenimiento de la unidad.

A continuación, se muestra la gráfica del comportamiento de las variables de peso promedio de equipaje, kilometraje total y gasto total de los viajes de vuelta.

Figura 15. Gráfica de Gasto, peso y kilometraje de regreso.



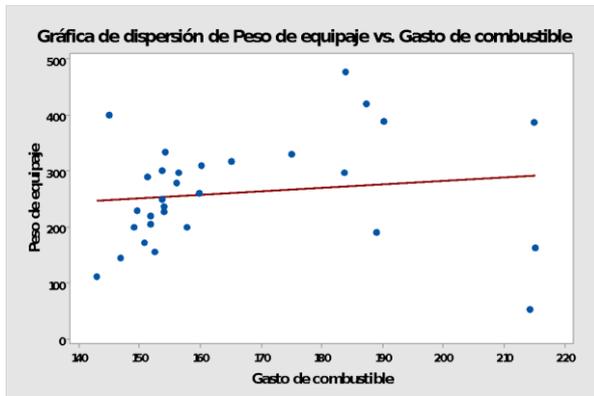
Fuente: Elaboración propia.

Tal y como se muestra en la gráfica anterior, se puede observar una leve variación en el kilometraje, esto debido a que en algunos casos los operadores no entraban en la estación de "Guamúchil" señalado en un círculo rojo, por otro lado, vemos que el peso de equipaje varía completamente y el consumo de combustible se mantiene estable en la mayoría de los casos exceptuando en cinco mediciones señaladas en un círculo rojo.

Al obtener todos los datos correspondientes a los pesos de equipaje por viaje y el gasto de combustible por parte de las unidades se procesaron en Minitab, en donde se

creó un gráfico de dispersión para observar el comportamiento de las variables.

Figura 16. Gráfico de dispersión peso vs gasto



Fuente: Elaboración propia

Para tener una mejor apreciación de los datos se realizó un análisis de correlación de Pearson, cuyos resultados para el peso promedio de equipaje (Kg) y Gasto total (Lt) = 0.139 indicando que las variables son positivas y un valor  $p = 0.464$ , los valores anteriormente mencionados indican que no existe relación alguna entre las variable, ya que dicha herramienta señala que si el valor P es mayor a 0.05, la correlación es nula, por este motivo se puede decir que el peso del equipaje no influye en el consumo de combustible de las unidades de autotransporte.

### Fase Mejorar

En este apartado que corresponde a la fase de mejora de la metodología DMAIC se pretende establecer acciones que ayuden a la problemática del proyecto de tesis.

**5W Y 1H.** A continuación, se muestran las preguntas relacionadas a la problemática detectada siguiendo la metodología.

- **WHAT** (¿qué se quiere mejorar?): Mayor aprovechamiento del área de carga.
- **WHY** (¿por qué se quiere mejorar?): Por el descontrol y mal aprovechamiento del área, se genera un amontonamiento y falla la localización de las maletas.
- **WHEN** (¿cuándo se quiere mejorar?): Lo más pronto posible.
- **WHERE** (¿dónde se va a mejorar?): En todas las unidades Volvo 9700.
- **WHO** (¿quién lo va a mejorar?): Paqueteros o encargado de control del equipaje.
- **HOW** (¿cómo lo van a mejorar?):

A continuación, se muestra una lluvia de ideas generada por los integrantes del equipo (Estudiantes de ingeniería industrial, Docentes de ingeniería industrial, Trabajadores de la empresa y directivos de la empresa), a partir de la

mejora al control de equipaje en el área de carga de las unidades de autotransporte de pasajeros.

Figura 18. Lluvia de ideas.



Fuente: Elaboración propia

Tal y como se muestra en la figura 18, se muestran las ideas mejor vistas por el equipo en las cuales se propone la capacitación del personal encargado, así como ayuda visual para que los trabajadores sepan el tipo de acomodo y el espacio que se necesita, también tener una buena comunicación y tener una planificación para tener la demanda promedio de maletas por estación.

- Se comienza por planificar la demanda de equipaje de cada estación, partiendo de los datos históricos recabados en este proyecto de tesis, para posteriormente llevar a cabo un registro de las características, dimensiones y peso de cada maleta en el área de carga, teniendo dicho registro se pasara acomodar de forma eficiente el equipaje en el área de carga dadas las características de dicho equipaje, de tal forma que sea una manera sencilla de extraer y meter equipaje, así como la facilidad de localizar cada maleta en el área, para después seguir registrando entradas y salidas de equipaje de una forma más ordenada y mejor aprovechada.

### Conclusiones

En base a los resultados fue posible verificar si el peso en el área de carga influía en el consumo de combustible en las unidades de autotransporte de la empresa bajo estudio, lo dio como resultado que no existe relación alguna entre ambas partes ya que mediante el estadístico de Pearson de Peso promedio de equipaje (Kg) y Gasto total (Lt) = 0.139 y un valor  $p = 0.464$  indican que no existe relación alguna entre las variables, ya que dicha herramienta señala que si el valor P es mayor a 0.05, la correlación es nula, por este motivo se puede decir que el peso del equipaje no influye en el consumo de combustible de las unidades de autotransporte. Se logró la caracterización del equipaje más comúnmente usado

por los usuarios, así como el acomodo del mismo en el área de carga, lo cual permitirá en el futuro una forma de clasificar el equipaje ya que la empresa no tenía esa forma de realizarlo, además se generaron datos sobre el comportamiento que se tiene en cada una de las rutas, permitiendo a los tomadores de decisiones contar con información para tomar las medidas necesarias para el cumplimiento de los indicadores y del servicio.

La aplicación de la metodología Lean Six Sigma fue de gran utilidad permitiendo encontrar la correlación entre las variables y hacer uso de herramientas para realizar las pruebas necesarias para llegar a los resultados.

Este tipo de estudios resultan de mucha utilidad para las empresas dedicadas al servicio de transportar a personas de un lugar a otro, debido a que les permite tener datos y ver el comportamiento de los indicadores y a su vez comprobar si la forma en cómo se realizan o se llevan a cabo los procesos son orientados a brindar un mejor servicio al más bajo costo.

## Referencias

- Bradshaw, C. (2009). Green Transportation Hierarchy: A Guide for Personal and Public Decision making [R/OL].
- CheckMyBus (2019). Equipaje en los autobuses, España. Recuperado de <https://blog.checkmybus.es/asistencia/equipaje/>.
- De Ona, J., De Ona, R., Lopez, G. (2016). Transit service quality analysis using cluster analysis and decision trees: a step forward to personalized marketing in public transportation. *Transportation (Amst)*. 43, 725–747.
- De Freitas, J. G., & Costa, H. G. (2017). Impacts of Lean Six Sigma over organizational sustainability: A systematic literature review on Scopus base. *International Journal of Lean Six Sigma*.
- Litman, T. (2003). Measuring transportation: traffic, mobility and accessibility. *Institute of Transportation Engineers. ITE Journal* 73 (10), 28.
- Maneesh Kumar, Jiju Antony, Christian N. Madu, Douglas C. Montgomery, Sung H. Park (2008). Common myths of Six Sigma demystified, *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol.25 No. 8, pp. 878-895.
- Morton, C., Caulfield, B., Anable, J. (2016). Customer perceptions of quality of service in public transport: evidence for bus transit in Scotland. *Case Stud. Transp. Policy* 4, 199–207.
- PrabhakarKaushik, Dinesh Khanduja, (2009). Application of Six Sigma DMAIC methodology in thermal power plants: A case study, *Total Quality Management*, Vol.20, No.2, February, 197-207.
- Rascón C., O. A. (2012). El transporte en México y el mundo. Situación actual y visión de futuro, *aj México*, 1, 7.
- YahiaZareMehrerjerd, (2009). Six Sigma: methodology, tools and its future, *Assembly Automation*, Emerald Group Publishing Limited, Volume 31 Number 1, 79-88 [ISSN 0144-5154].
- Zhang, C., Liu, Y., Lu, W., Xiao, G. (2019). Evaluating passenger satisfaction index based on PLS-SEM model: evidence from Chinese public transport service. *Transp. Res. Part A Policy Pract.* 120, 149–164.