



**UNIVERSIDAD DE CUENCA**  
**Facultad de Ciencias Químicas**  
**Carrera de Ingeniería Industrial**

**“Validación de temparios del área de latonería de Mirasol S.A.”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

**Autor:** Milton Franco Lucero Duran

010544843-5

**Directora:** Ing. María Lourdes Granda Campoverde

070407350-1

**2018**

**Cuenca-Ecuador**



## RESUMEN

En la industria de servicios y manufactura, varias actividades podrían tratarse como proyectos, debido a su condición de unicidad y temporalidad. En este sentido, el servicio de latonería es un ejemplo claro de esta particularidad, requiriendo de esta manera herramientas que disminuyan la incertidumbre en cuanto a costos, tiempo y calidad. Los temparios son herramientas importantes para los servicios de mecánica y latonería de los concesionarios, permitiendo determinar el costo y el tiempo que llevara a cabo la reparación del vehículo. La validación del tempario tiene como objetivo diseñar un modelo estadístico, que permita definir las variables preponderantes para comparar los tiempos observados con los tiempos establecidos en el tempario y mediante un análisis estadístico evaluar si los tiempos del tempario son semejantes o no están acordes a los tiempos reales de trabajo observados en el taller de latonería. El proceso de validación inició con etapa de desarrollo del modelo estadístico, donde se identificó la población en estudio, las variables necesarias y se realizó la recopilación de la información aplicando un estudio de tiempos. En la segunda etapa se tabuló y analizó la información obtenida mediante la prueba de hipótesis Chi-Cuadrado de homogeneidad. El resultado de la prueba de hipótesis para el tempario de enderezado concluyó que los tiempos obtenidos mediante estudio de tiempos son homogéneos con respecto a los tiempos establecidos por el tempario. El resultado para el tempario de pintura concluyó que no hay homogeneidad con respecto a los tiempos obtenidos en el estudio de tiempos.

**Palabras Clave:** Tempario, Variables, Reparaciones, Enderezado, Preparado, Montaje, Pintura



## ABSTRACT

In the service and manufacturing industry, several activities could be treated as projects, due to their uniqueness and temporality. In this sense, the brassware service is a clear example of this particularity, thus requiring tools that reduce uncertainty in terms of costs, time and quality. The tempario are important tools for mechanics and dealership services of dealers, allowing determining the cost and the time that will carry out the repair of the vehicle. The purpose of the validation of the tempario is to design a statistical model, which allows defining the preponderant variables to compare the observed times with the times established in the tempario and through a statistical analysis to evaluate if the tempario times are similar or not according to the times real work observed in the body shop. The validation process began with the development stage of the statistical model, where the population under study was identified, the necessary variables and the information was collected by applying a time study. In the second stage, the information obtained was tested and analyzed using the Chi-Square homogeneity hypothesis test. The result of the hypothesis test for the straightening temper concluded that the times obtained by time study are homogeneous with respect to the times established by the tempario. The result for the painting temperament concluded that there is no homogeneity with respect to the times obtained in the study of times.

**Keywords:** Tempario, Variable, Repairs, Straightening, Prepared, Assembly, Painting



## ÍNDICE

1. Introducción .....	6
2. Materiales y Métodos.....	8
2.1. Desarrollo del modelo.....	8
2.1.1. Muestreo .....	8
2.1.2. Variables .....	9
2.1.3. Recopilación de la información .....	10
2.2. Tabulación y análisis de los datos.....	14
2.2.1. Pruebas de Hipótesis .....	14
2.2.2. Elección de la prueba de acuerdo a las variables .....	15
3. Resultados y discusión.....	19
3.1. Valoración del modelo vs tiempo del tempario .....	19
4. Conclusiones .....	25
5. Agradecimientos .....	27
6. Bibliografía .....	27

## Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

---

Milton Franco Lucero Duran en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Validación de temparios del área de latonería de Mirasol S.A.", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 26 de octubre de 2018



---

Milton Franco Lucero Duran

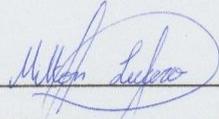
C.I: 0105448435

## Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Milton Franco Lucero Duran, autor del trabajo de titulación "Validación de temparios del área de latonería de Mirasol S.A.", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 26 de octubre de 2018



Milton Franco Lucero Duran

C.I: 0105448435



## 1. Introducción

La competitividad en el mercado automotor exige que los concesionarios busquen soluciones óptimas para preservar y garantizar la prestación de sus servicios. El servicio de post-venta de mecánica y latonería es uno de los servicios que ofrece cada concesionario a sus clientes y, por tanto, se produce una competencia por obtener la tecnología y el talento humano más adecuado para ofrecer un servicio de calidad, (Cedillo Díaz, 2010). El tempario es un conjunto de operaciones estandarizadas con tiempos determinados estadísticamente bajo ciertas condiciones de trabajo, tales como: herramientas, equipos, nuevos conocimientos, tecnologías, que se utilizan como guía para determinar el tiempo para realizar una tarea de una manera ideal en un vehículo según el tipo, modelo, el año y el kilometraje del vehículo, así como el costo que deberá pagar el cliente por el servicio (Alvarado, 2004; López, Secaira, & Utreras, 2017).

El tempario es una herramienta importante para los servicios de mantenimiento y reparación de vehículos que posee el concesionario dentro de sus instalaciones, ya que cada vehículo al ingresar al concesionario por cualquiera de estos dos servicios, presenta características únicas que determinan el procedimiento de cada orden de trabajo para realizar las distintas operaciones de reparación, siguiendo el plan de trabajo recomendado por el fabricante. El tempario es

necesario modificarlo para que se ajuste a la capacidad operacional del concesionario (Novillo & Juan, 2012). El tempario para las áreas de mecánica y latonería determina el tiempo que llevara a cabo la reparación de un vehículo luego de su evaluación de daños y, por tanto, es importante que las condiciones que trabajan dichas áreas sean similares o se ajusten a las condiciones que fueron diseñados los temparios. El tiempo de reparación de un vehículo está directamente relacionado con la eficiencia que trabajarían las áreas de latonería y mecánica, si el tiempo de reparación supera el tiempo establecido por el tempario, significa que la eficiencia no sería igual al 100% (Semante, 2014).

El diseño del tempario del fabricante está directamente relacionado con las condiciones de trabajo tales como: métodos de trabajo, tipos de herramientas, nuevos conocimientos y las nuevas tecnología disponibles actualmente para los concesionarios, dando como resultado que tanto el cliente como el concesionario sean beneficiados (López et al., 2017; Palacio Gutierrez, 2008). Es claro entonces que los temparios deben estar debidamente actualizados acorde a los métodos de trabajo y la tecnología del concesionario y así evitar que el tiempo real de reparación sea mayor que el tiempo establecido en el tempario; este problema se evidenció en una tesis cuyo tema es la Optimización de los Recursos del Taller HINO de Maquinarias y Vehículos S. A. (A.



Rodríguez, 2005), donde la eficiencia en el tiempo de reparación fue inferior al 100%, generando retrasos en la fecha de entrega de los vehículos. Con lo mencionado anteriormente es importante que los temparios sean validados estadísticamente para corroborar que el tiempo real y el tiempo del tempario sean estadísticamente similares, caso contrario generaría retrasos en el tiempo de reparación y entrega del vehículo, así como molestias para el cliente (A. Rodríguez, 2005). Un tempario acorde a las condiciones operacionales del concesionario se traduce en costos de reparación bajos, excelente calidad en el servicio, capacidad operacional, cumplimiento en la fecha de entrega, seguridad e higiene industrial (Novillo & Juan, 2012).

El área en la que está enfocado la presente investigación corresponde al área de latonería de Mirasol S.A., previamente se realizó una investigación similar cuyo título fue Propuesta de Estandarización de Tiempos para Mantenimiento Preventivo Chevrolet en los Volume Makers basada en el Levantamiento y Validación de los Temparios actuales en los Concesionarios: Automotores Continental y Automotores de la Sierra (Gabriela & Bautista, 2010). En dicha investigación se enfocaron únicamente en el área de mecánica, donde concluyeron que los tiempos propuestos deben ser revisados cada vez que se implemente mejor tecnología que afecte directamente con la ejecución de las operaciones de reparación y demostraron que se puede reducir en promedio

un 29% los costos de mantenimiento preventivo (Gabriela & Bautista, 2010).

Los temparios que usan los talleres de Mirasol S.A. es adquirido de la General Motors en Colombia, estos temparios han sido modificados para adaptarse a las condiciones de trabajo de los talleres de Mirasol S.A. El área de latonería realiza las distintas operaciones de reparación de vehículos por situaciones de choque, que inicia con la evaluación del mismo para determinar el alcance de los daños sufridos, el tiempo necesario de trabajo y el costo con base al tempario para regresar el vehículo a sus condiciones normales de operación (Corzo & Trujillo, 2013). Esto significa que una orden de trabajo que ingrese al área se considera como un proceso intermitente ya que cada orden de trabajo tiene características diferentes como: el tipo de colisión, los diferentes tipos de daños tanto en la carrocería como en la estructura interna del vehículo, lo cual dificulta su evaluación y el costo real de reparación (Cedillo Díaz, 2010). Cada vehículo que ingrese al taller de latonería permanecerá un mayor tiempo que los vehículos que ingresen al área de mecánica y cada uno será un proyecto diferente y los tiempos de reparación puede ser diferente al tiempo indicado en el tempario (Restrepo, Ceballos, & Fernández, 2011). La diferencia entre el tiempo real con el del tempario representa el grado de incertidumbre, y deberá ser comprobado para determinar si es



aceptable o es necesario ajustar los tiempos del tempario.

Es importante determinar si los métodos de trabajo utilizado en el concesionario son similares a los métodos de trabajo en los que fue desarrollado el tempario. El tempario usado en el área de latonería para determinar el tiempo aproximado de reparación de los vehículos deben ser similares a los tiempos obtenidos a partir de las condiciones reales que trabaja el área de latonería. El objetivo principal de este estudio es generar un modelo estadístico que permita evaluar los tiempos obtenidos con los tiempos modelo que marca el tempario, utilizando herramientas estadísticas y pruebas de hipótesis que permitan determinar la homogeneidad entre dos muestras obtenidas de una misma población, la primera muestra corresponde a los tiempos obtenidos de las operaciones de reparación y la segunda muestra corresponde a los tiempos que marca el tempario de las mismas operaciones de la primera muestra.

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1. Desarrollo del modelo

#### 2.1.1. Muestreo

Para la elaboración del modelo se parte con la identificación de la población en estudio, dicha población está representada por todos los vehículos que ingresan al taller de latonería para efectuar las distintas

operaciones de reparación. Para la selección de la muestra de vehículos se aplica un muestreo aleatorio probabilístico, esto asegura que toda la población en estudio tendrá la misma posibilidad de ser elegida. Los datos de la población de vehículos de la marca Chevrolet que se encuentran en el parqueadero del taller fueron proporcionados por el supervisor del taller. Los datos corresponden a todos los vehículos que ingresaron en enero de 2017 hasta marzo de 2018, dando un total de 76 vehículos, pero muchos de ellos tienen varios días o meses de permanencia en el parqueadero y esto se debe a que están dados como pérdida total del vehículo, la aseguradora no da la autorización para la reparación o que el dueño del vehículo no llega a un acuerdo con el servicio de talleres de Mirasol S.A.

Los vehículos con mayor tiempo de permanencia no forman parte del estudio dado que no está fijado una fecha de reparación y, por tanto, se decidió tomar a todos los vehículos que tengan menos de 30 días de permanencia dando un total de 29 vehículos para el estudio. Solo en el caso de disponer una población pequeña se toma como muestra la totalidad de la población, caso contrario se debe hacer un muestreo aleatorio cuando se dispone de una población grande de vehículos. La muestra es la representación de la población en donde el análisis de la muestra permite inferir conclusiones válidas acerca de la población (Spiegel & Stephens, 601).



El taller de latonería de Mirasol S.A. no solo trabaja con vehículos de la marca Chevrolet, también trabaja con otras marcas de vehículos, pero para la validación de los temparios se enfocó únicamente en los vehículos de la marca Chevrolet. El motivo por el cual se decidió enfocarse en los vehículos de la marca Chevrolet fue porque el tempario de latonería que dispone Mirasol S.A. es precisamente diseñado para los vehículos de esa marca y el objetivo del estudio está relacionado directamente con el tempario. Los vehículos que ingresan al taller pasan por diferentes áreas de trabajo; la primera área corresponde a la de desmontaje, en esta área se realiza el desmontaje de las áreas dañadas del vehículo para realizar la evaluación y el alcance de daños, la segunda área corresponde a la de enderezado, en donde se realiza el estirado, enderezado y reemplazo de las áreas afectadas, la tercera área corresponde a la de preparado, en la que se pone a punto para el pintado las superficies que fueron intervenidas, la cuarta área corresponde a la de pintado del vehículo ya sea de forma parcial o total, dependiendo de las áreas afectadas y por último la quinta área correspondiente a la de montaje de las distintas partes del vehículo que fueron reparadas, cambiadas y pintadas.

### *2.1.2. Variables*

La selección de las variables está directamente relacionada con el objetivo del estudio y, por

tanto, en este estudio el objetivo es determinar si los tiempos de reparación reales son similares a los tiempos de reparación teóricos del tempario. Las variables seleccionadas para el estudio son las mismas variables que usa el tempario para determinar el tiempo de reparación de un vehículo por colisión, estas variables son las reparaciones a realizar en el vehículo y los tiempos de cada reparación. La variable llamada reparaciones es una variable categórica independiente, es categórica porque hay categorías formadas por la agrupación de reparaciones similares y es independiente porque se tiene control sobre ella.

La variable llamada Tiempo de las reparaciones tanto de enderezado como de pintado es una variable categórica dependiente, es categórica porque dentro de la variable hay dos categorías formadas por los tiempos de las reparaciones obtenidas por el cronómetro y los tiempos de las reparaciones establecidas por el tempario. La tabla 1 muestra la variable independiente y las categorías para el modelo estadístico. La variable tiempos de las reparaciones de enderezado y pintado es dependiente porque el tiempo dependerá de las reparaciones a realizar en el vehículo, también es la variable que se pretende comprobar su semejanza entre el tiempo obtenido por el cronómetro con el tiempo del tempario. La tabla 2 muestra las variables independientes y las categorías para el modelo estadístico.



Tabla 1. Variables Independientes

<b>Variables Independientes</b>	
<b>Variable 1. Reparaciones</b>	
	Capot
	Estribos
	Frontal
	Guardafangos
	Laterales
	Parabrisas
	Paragolpes delantero
	Paragolpes trasero
	Posterior
	Puertas
	Sistema iluminación
	Tapa baúl
	Pintado total

vehículo para mantener una relación entre la operación y el proceso completo. En caso de reparaciones que toman un tiempo largo se procederá a dividir la reparación en grupos denominados elementos, la finalidad de esta separación es poder valorar los elementos que toman más tiempo (Nievel & Andris, 2009). La tabla 3 muestra todos los tiempos de reparación obtenidos del estudio de tiempos por cronometro y los tiempos que establece tempario para dichas reparaciones de cada vehículo. El área de latonería maneja dos temparios, el primer tempario se aplica para Enderezado y el segundo tempario se aplica para Pintura.

Tabla 2. Variables Dependientes

<b>Variables Dependientes</b>	
<b>Variable 1. Tiempos de reparaciones de enderezado</b>	
	Tiempo operación cronometro
	Tiempo operación tempario
<b>Variable 2. Tiempos de reparaciones de Pintado</b>	
	Tiempo operación cronometro
	Tiempo operación tempario

### 2.1.3. Recopilación de la información

Determinado la muestra de vehículos y las variables identificadas para al estudio, se procede con la recopilación de la información para el modelo. Para la recopilación de la información se realizó un estudio de tiempos mediante el método de tiempos por cronómetro, donde se tomó el tiempo de reparación de cada vehículo, es importante determinar todas las reparaciones que forman parte del proceso de reparación de cada



Tabla 3. Tiempos del cronometro y del tempario para las distintas reparaciones

Modelo de vehículos	Año	Reparaciones	Tiempos Tempario (h)		Tiempos cronometro (h)	
			Enderezado	Pintado	Enderezado	Pintado
D-MAX DOHC 2,4 CD TM 4X2	2015	Arreglo de estribo delantero LH	4,00	3,00	0,86	2,31
		Arreglo de guardafango LH	2,00	3,00	0,40	2,32
		Arreglo de lateral posterior LH	6,00	4,00	0,73	3,08
		Cambio de puerta delantera LH C/Cinta de ensamble	4,50	4,00	2,26	1,26
		Cambio de tapa cubo delantero LH	0,00		0,21	0,00
D-MAX DOHC 2,4 CD TM 4X2	2015	Arreglo de lateral posterior RH	2,00	3,00	1,41	5,75
		Arreglo de compuerta posterior	2,00	2,00	0,32	4,41
D-MAX 3.0	2015	Cambio de mascarilla	1,00	2,00	0,20	0,59
		Cambio de faro delantero RH	0,25	0,00	0,13	0,00
		Cambio de guardafango RH	2,00	2,00	0,82	0,81
		Cambio de guardapolvo RH	0,20	0,00	0,45	0,00
D-MAX 3.0	2015	Cambio de Capot	3,00	4,00	0,50	1,09
		Cambio de moldura Capot	0,29	0,00	0,08	0,00
		Arreglo de guardachoque frontal	3,00	3,00	0,91	2,06
		Arreglo de apoya faro	2,00	2,00	0,36	1,06
		Arreglo de parapente panorámico	0,00	1,00	0,00	1,78
CRUZE AC 1.8 4 4P 4X2 TA	2014	Arreglo de estribo RH	4,00	6,00	5,92	18,00
D-MAX 2.4 DOCH	2017	Cambio de compuerta posterior	3,00	4,00	1,34	1,21
		Cambio de corbatín	0,25		0,28	0,00
		Cambio de lámpara posterior RH	0,23		0,21	0,00
		Cambio de guardachoque posterior	2,00		0,26	0,00
		Arreglo de panel apoya compuerta	3,00	3,00	0,99	2,50
		Arreglo de soporte guardachoque	1,00	0,00	0,48	0,00
GRAND VITARA SZ NEXT AC 2.0 TM 4x2	2016	Cambio de compuerta C/Cinta de ensamble	3,00	4,00	1,40	1,44
		Cambio de guardachoque posterior C/Clips	2,00	3,00	1,19	0,94
		Cambio de soporte RH guardachoque posterior (Blanco)	0,00	0,00	0,05	0,00
		Cambio de soporte RH guardachoque posterior (Negro)	0,00	0,00	0,05	0,00
		Cambio de sensor de retro	1,00	0,00	0,58	0,00
GRAND VITARA SZ AC 2.0		Cambio de base soporte llanta emergencia	1,00	0,00	0,49	0,00
		Cambio de cobertor llanta de emergencia	0,00	2,00	0,00	1,11
		Cambio de vidrio de compuerta	2,00	0,00	0,45	0,00
SAIL	2018	Pintado de Vehículo (vehículo nuevo)		40,00	0,00	21,25
D-MAX CRDI 3.0		Arreglo de puerta posterior LH	3,00	6,00	2,35	14,75
AVEO FAMILY	2016	Arreglo de estribo RH	4,00	6,00	1,57	18,02
SAIL 5P	2016	Arreglo de guardafango RH	2,00	4,00	0,58	6,38



		Arreglo de puerta delantera RH	1,00	2,00	0,99	3,30
SAIL SEDAN 1.4 TM 4x2	2017	Arreglo de soporte de faro RH	1,00	1,00	0,40	0,70
		Arreglo de guardachoque delantero	2,00	3,00	8,80	10,61
		Cambio de tapa de guardachoque delantero	0,00	0,00	0,04	0,00
SAIL	2018	Cambio de guardafango RH	2,00	2,00	0,86	1,30
		Cambio de guardapolvo RH	0,50	0,00	0,09	0,00
		Cambio de tapa de baúl C/Cinta de ensamble	3,50	3,00	1,40	1,47
		Cambio de Faro LH	0,50	0,00	0,17	0,00
		Cambio de Faro RH	0,50	0,00	0,15	0,00
		Cambio de lámpara posterior RH	0,50	0,00	0,15	0,00
		Cambio de lámpara posterior LH	0,50	0,00	0,17	0,00
AVEO EMOTION GLS	2016	Cambio de parabrisas delantero C/Moldura y Sikaflex	2,00		1,17	0,00
AVEO FAMILY	2016	Cambio de guardachoque posterior	2,00	3,00	0,48	3,80
		Cambio de lámpara posterior LH	0,50	0,00	0,21	0,00
		Arreglo lateral posterior LH	4,00	4,00	3,44	11,79
GRAND VITARA SZ AC 2.0 SP 4X2	2018	Cambio de base soporte llanta emergencia	1,00		0,36	0,00
		Cambio de cobertor llanta de emergencia		2,00	0,00	1,15
SAIL	2018	Arreglo de puerta posterior RH	3,00	3,00	0,31	3,95
		Arreglo de lateral posterior RH	3,00	4,00	0,40	5,25
		Arreglo de guardachoque posterior	1,00	2,00	0,77	3,22
AVEO FAMILY STD 1.5 TM 4X2	2016	Arreglo de guardafangos RH	2,00	2,00	0,00	4,09
		Arreglo de puerta posterior RH	3,00	4,00	1,47	6,68
		Arreglo de puerta posterior LH	3,00	5,00	0,56	7,41
		Cambio de guardachoque delantero armado	3,00	5,00	1,02	1,02
AVEO FAMILY 1.5	2016	Arreglo de puerta delantera LH C/Cinta de ensamble	4,00	7,50	3,59	9,88
		Cambio de tapa exterior combustible	0,50	0,50	0,00	0,17
		Cambio de guardapolvo LH	0,50	0,00	0,21	0,00
SPARK GT FULL AC 1.2 SP 4X2	2018	Cambio de panel pasa rueda posterior RH	5,00	3,00	5,96	9,32
		Arreglo de refuerzo lateral RH	8,00	4,00	6,55	0,00
		Cambio de lámpara posterior RH	0,50	0,00	0,32	0,00
		Cambio de tapa exterior combustible	0,00	1,00	0,00	0,51
		Cambio de tapa interior combustible	0,00	0,00	0,10	0,00
		Cambio de tubo de llenado de combustible RH	1,00	0,00	0,09	0,00
		Cambio de carcasa tubo de llenado de combustible	1,00	1,00	0,18	0,00
		Cambio de soporte RH guardachoque posterior	0,50	0,00	0,03	0,00
SPARK GT	2017	Arreglo de alerón posterior	2,00	2,00	0,47	0,74
		Arreglo de guardachoque posterior	3,00	3,00	1,41	2,64
		Arreglo de puerta posterior RH	1,00	3,00	0,40	2,69
		Pulida de techo	0,00	3,00	0,00	0,98
AVEO FAMILY STD	2018	Pintado de Vehículo (vehículo nuevo)		40,00	0,00	5,83



1.5 4P 4X2 TM						
SPARK LIFE 1.0 TM 4X2	2018	Arreglo de guardachoque posterior	3,00	3,00	1,08	6,07
		Arreglo de lateral posterior RH	4,65	3,00	4,52	11,78
		Arreglo de soporte lámpara posterior RH	2,00	2,00	1,51	0,71
		Cambio de lámpara posterior RH	0,00	0,00	3,62	0,00
		Cambio de moldura inferior guardachoque posterior	1,00	0,00	0,21	0,00
AVEO ACTIVO 1.6 TM 4x2	2009	Arreglo de bisagras de capot	1,00	1,00	0,15	0,34
		Arreglo de frontal	2,00	2,00	7,74	0,50
		Cambio de capot C/Cinta de ensamble	2,60	3,00	0,60	0,76
		Cambio de cerradura superior de capot	0,00	0,00	0,12	0,00
		Cambio de cerradura inferior de capot	0,00	0,00	0,12	0,00
		Cambio de cable de capot	0,50	0,00	0,25	0,00
		Cambio de mascarilla C/Clips	0,00	0,00	0,23	0,00
		Cambio de panel apoya capot	3,50	2,00	6,47	2,42
		Cambio de faro LH	0,50	0,00	0,30	0,00
		Cambio de faro RH	0,50	0,00	0,27	0,00
		Cambio de guardachoque delantero C/Clips	2,00	3,00	0,41	0,85
		Cambio de condensador	1,00	0,00	0,86	0,00
SAIL	2016	Cambio de guardafangos RH	2,00	2,00	3,54	0,79
		Arreglo de panel apoya capot	2,00	1,00	0,67	0,60
		Arreglo de faro LH	0,50	0,00	0,59	0,00
		Arreglo de faro RH	0,50	0,00	0,59	0,00
SAIL	2015	Arreglo de guardachoque delantero	3,00	3,00	1,19	15,23
		Arreglo de tapa baúl	3,00	3,00	2,05	14,83
		Cuadrar soportes de guardachoque delantero	2,00	2,00	0,45	0,65
SAIL 5P 1.4 TM 4X2	2016	Arreglo de guardafangos LH	2,00	2,00	0,45	6,95
		Arreglo de frontal	4,00	2,00	9,54	0,32
		Cambio de guardachoque delantero C/Clips	2,00	3,00	0,52	0,89
		Cambio de faro LH	0,50	0,00	0,25	0,00
AVEO FAMILY	2015	Cambio de guardachoque delantero	2,00	3,00	8,00	0,82
		Cambio de faro delantero LH	0,50	0,00	0,32	0,00
		Cambio de faro delantero RH	0,50		0,38	0,00
		Cambio de guardapolvo LH	0,50	0,00	0,11	0,00
		Cambio de guardapolvo RH	0,50	0,00	0,14	0,00
		Cambio de mascarilla	0,50	0,00	0,20	0,00
		Arreglo de soporte delantero	3,00	3,00	0,95	0,44



## 2.2. Tabulación y análisis de los datos

### 2.2.1. Pruebas de Hipótesis

Obtenido los datos del estudio de tiempos se procede con la formulación de las hipótesis estadísticas que servirán para llegar a una conclusión al momento de evaluar los datos. Las hipótesis estadísticas son aseveraciones que el investigador se hace acerca de la población que se está tratando y estas pueden ser ciertas o no, (Spiegel & Stephens, 601; Walpole, Myers, Myers, & Keying, 2012). Para rechazar o aceptar una hipótesis no siempre puede ser afirmada con certeza, es necesario evaluar a toda la población, pero hacer esto resulta no muy práctico, por tal motivo se recurre a tomar una muestra para poder evidenciar si la hipótesis es cierta o no (Walpole, 2012).

En primer lugar, se parte de plantear la hipótesis nula denotada con  $H_0: \mu = \mu_0$ , para probar que no existe evidencia que demuestre diferencias en la población o que cualquier diferencia que se observe se debe únicamente a las fluctuaciones del muestreo en la población que haya sido evaluada (Walpole, 2012). La hipótesis nula se formuló como:  $H_0$ : Los tiempos promedios del tempario tanto de enderezado como de pintura son homogéneos con respecto a los tiempos promedios registrados por el cronómetro. Una vez definido la hipótesis nula se procede con el planteamiento de la hipótesis alternativa

denotado como  $H_1$ , resultado del rechazo de la hipótesis nula. La hipótesis alternativa para el caso de estudio se plantea como:  $H_1: \mu \neq \mu_1$ , esto quiere decir,  $H_1$ : Los tiempos promedio del tempario tanto de enderezado como de pintura no son homogéneos con respecto a los tiempos promedios registrados por el cronómetro.

Ninguna prueba de hipótesis es 100% cierta y esto se debe a que la prueba se basa en probabilidades y, por tanto, al analizar la muestra de los tiempos de operación de los vehículos de la población en estudio se puede cometer dos tipos de error: error tipo I y tipo II. El error tipo I se puede cometer cuando se rechaza la hipótesis nula cuando esta es verdadera, en otras palabras, se comete un error cuando rechazamos la hipótesis que los tiempos promedios del tempario, tanto de enderezado como de pintura, son homogéneos con respecto a los tiempos promedios registrados por el cronómetro. El error tipo II se puede cometer cuando la hipótesis nula es falsa y aun así no se la rechaza, en otras palabras, se comete un error cuando no rechazamos la hipótesis que los tiempos promedios del tempario, tanto de enderezado como de pintura, son homogéneos con respecto a los tiempos promedios registrados por el cronómetro. El riesgo de cometer estos errores dependerá del nivel de significancia.

Para evitar cometer estos tipos de errores se debe definir correctamente las reglas de



decisión o las pruebas de hipótesis, pero esto no es fácil debido a que al tratar de minimizar el error tipo I se incurre en aumentar la probabilidad de cometer el error tipo II (Spiegel & Sthphens, 601). Para evitar el primer tipo de error se debe seleccionar apropiadamente la región crítica de la muestra de la población en estudio y para el segundo tipo de error se debe tener una hipótesis alternativa específica. El nivel de significancia establece una probabilidad máxima de cometer el error de tipo I y se denota con la letra  $\alpha$ . Por lo general en la práctica este nivel de significancia puede ser del 1% o 5% (Spiegel & Sthphens, 601), para el estudio se optó por un nivel de significancia del 5%, esto quiere decir que se tiene el 95% de certeza que se tomó la decisión correcta.

### *2.2.2. Elección de la prueba de acuerdo a las variables*

Para la elección de la mejor prueba se procede en evaluar los datos mediante una prueba de ajuste de la tendencia, esta prueba ayuda a determinar si los datos se comportan a una distribución determinada o siguen alguna tendencia. Este tipo de pruebas verifica la hipótesis de normalidad necesaria para que los resultados de algunos análisis de pruebas de hipótesis sean fiables. La prueba normalidad de Anderson-Darling es aplicada para datos mayores a 16, este estadístico evalúa que tan bien siguen los datos una distribución específica, en este caso la distribución normal.

La distribución de Anderson-Darling plantea dos hipótesis; la hipótesis nula que dice que los datos siguen una distribución especificada y la hipótesis alternativa que dice que los datos no siguen una distribución especificada (Pedrosa, Juarros-Basterretxea, & Robles-Fernández, 2015). En función de los datos obtenidos se elegirá la prueba más apropiada y las pruebas de normalidad se realizarán en el software estadístico IBM SPSS Statistics. Para realizar las pruebas de normalidad de los datos se toma los tiempos por operación de reparación de los distintos vehículos y mediante el programa estadístico IBM SPSS Statistics se evalúa la normalidad de los datos (Dr. Pendroza & Ing. Discovskyi, 2007).

El análisis de la tendencia de los datos se lo realizo con el método de Anderson-Darling y se llegó a la conclusión que los datos no poseen una tendencia de normalidad y, por tanto, se recurre a pruebas no paramétricas. La prueba de Chi-cuadrado determina la dependencia que existe entre dos variables categóricas. La prueba Chi Cuadrado es una prueba general que no solo permite verificar el ajuste a la normalidad, sino también para ajustar los datos a cualquier otra distribución en función de la población que genero dichos datos (Riera & Victoria, 2001), dentro de esta prueba se encuentra la prueba de homogeneidad que será la que se utilizará para el estudio, con esta prueba probaremos si los tiempos observados con respecto a los tiempos del tempario son similares o no. La prueba de homogeneidad comprueba la homogeneidad de



las muestras de las variables para determinar si tienen la misma distribución o para comparar las diferencias que existe entre las poblaciones donde fueron obtenidos los datos.

En la prueba de hipótesis de Chi-cuadrada de homogeneidad se realizaron dos análisis para cada tempario. El primer análisis para el tempario de enderezado, las categorías de la variable reparaciones se agrupo en reparaciones similares, la tabla 4 representa la tabla cruzada para las variables Tiempos promedio de enderezado y Operaciones, pero para el análisis estadístico mediante el software IBM SPSS Statistics la variable reparaciones va como columnas y la variable Tiempos promedios de enderezado va como filas, similar a la tabla 5. También la tabla muestra la agrupación de las reparaciones similares con el promedio de sus tiempos. El segundo análisis para el tempario de enderezado las variables se agruparon en función de los componentes principales del vehículo, estos son: Capot, Estribos, Frontal del vehículo, Guardafangos, Laterales, Parabrisas, Paragolpes delantero, Paragolpes trasero, Posterior del vehículo, Puertas, Sistema de iluminación y Tapa de baúl. La tabla 5 representa la tabla cruzada para el análisis estadístico mediante el software IBM SPSS Statistics, también muestra la agrupación de las reparaciones con el promedio de sus tiempos.

Para el caso del tempario de pintura, en el primer análisis, las categorías de la variable reparaciones se agrupo en reparaciones similares, la tabla 6 representa la tabla cruzada de las variables Tiempos promedio de pintura y Operaciones, pero para el análisis estadístico mediante el software IBM SPSS Statistics la variable reparaciones va como columnas y la variable Tiempos promedios de pintura va como filas, similar a la tabla 7. El segundo análisis las variables se agruparon en función de los componentes principales del vehículo, estos son: Capot, Estribos, Frontal del vehículo, Guardafangos, Laterales, Paragolpes delantero, Paragolpes trasero, Posterior del vehículo, Puertas, Tapa de baúl y Pintado. La tabla 7 representa la tabla cruzada para el análisis estadístico mediante el software IBM SPSS Statistics.



Tabla 4. Tabla cruzada tiempos promedio de enderezado - reparaciones

Operaciones	Tiempos promedios Enderezado (Hora)	
	Cronometro	Tempario
Arreglo de alerón posterior	0,47	2,00
Arreglo de bisagras de capot	0,15	1,00
Arreglo de compuerta posterior	0,32	2,00
Arreglo de estribos	2,78	4,00
Arreglo de faros	0,59	0,50
Arreglo de frontal	8,64	3,00
Arreglo de guardachoque delantero	3,63	2,67
Arreglo de guardachoque posterior	1,09	2,33
Arreglo de guardafangos	0,36	2,00
Arreglo de laterales posteriores	2,10	3,93
Arreglo de panel apoya capot	0,67	2,00
Arreglo de panel apoya compuerta	0,99	3,00
Arreglo de puertas	1,38	2,57
Arreglo de refuerzo lateral	6,55	8,00
Arreglo de soporte de faro	0,38	1,50
Arreglo de soporte delantero	0,95	3,00
Arreglo de soporte guardachoque	0,48	1,00
Arreglo de soporte lámpara posterior	1,51	2,00
Arreglo de tapa baúl	2,05	3,00
Cambio de parabrisas delantero C/Moldura y Sikaflex	1,17	2,00
Cambio de base soporte llanta emergencia	0,49	1,00
Cambio de base soporte llanta emergencia	0,36	1,00
Cambio de cable de capot	0,25	0,50
Cambio de capot	0,55	2,80
Cambio de carcaza tubo de llenado de combustible	0,18	1,00
Cambio de cerradura inferior de capot	0,12	0,00
Cambio de compuerta C/Cinta de ensamble	1,37	3,00
Cambio de condensador	0,86	1,00
Cambio de corbatín	0,28	0,25
Cambio de faro	0,25	0,47
Cambio de guardachoque delantero	2,49	2,25
Cambio de guardachoque posterior	0,64	2,00
Cambio de guardafangos	1,74	2,00
Cambio de guardapolvo	0,20	0,44
Cambio de lámparas posteriores	0,78	0,37
Cambio de mascarilla C/Clips	0,21	0,50
Cambio de moldura inferior guardachoque posterior	0,21	1,00
Cambio de moldura Capot	0,08	0,29
Cambio de panel apoya capot	6,47	3,50



Cambio de panel pasaruada posterior	5,96	5,00
Cambio de puerta delantera C/Cinta de ensamble	2,26	4,50
Cambio de sensor de retro	0,58	1,00
Cambio de soporte guardachoque posterior	0,04	0,37
Cambio de tapa de baúl C/Cinta de ensamble	1,40	3,50
Cambio de tapa de guardachoque delantero	0,04	0,00
Cambio de tapa exterior combustible	0,00	0,25
Cambio de tapa interior combustible	0,10	0,00
Cambio de tapa cubo delantero	0,21	0,00
Cambio de tubo de llenado de combustible	0,09	1,00

Tabla 5. Tabla cruzada Tiempos promedio de enderezado – reparaciones

Tiempo Enderezado (horas)	Reparaciones											
	Capot	Estribos	Frontal	Guardafangos	Laterales	Parabrisas	Para golpes delantero	Paragolpes trasero	Posterior	Puertas	Sistema iluminación	Tapa baúl
Cronometro	0,26	2,78	2,04	0,64	2,15	1,00	1,73	1,00	0,48	1,49	0,79	1,30
Tempario	1,06	4,00	1,64	1,35	3,15	2,00	2,00	2,00	1,14	2,81	0,44	2,90

Tabla 6. Tabla cruzada tiempos promedio de pintado – reparaciones

Reparaciones	Tiempos Pintura (Hora)	
	Cronometro	Tempario
Arreglo de alerón posterior	0,74	2,00
Arreglo de bisagras de capot	0,34	1,00
Arreglo de compuerta posterior	4,41	2,00
Arreglo de estribo delantero	12,78	5,00
Arreglo de frontal	0,41	2,00
Arreglo de guardachoque delantero	9,30	3,00
Arreglo de guardachoque posterior	3,98	2,67
Arreglo de guardafangos	4,93	2,75
Arreglo de lateral posterior	7,53	3,60
Arreglo de panel apoya capot	0,60	1,00
Arreglo de panel apoya compuerta	2,50	3,00
Arreglo de parapente panorámico	1,78	1,00
Arreglo de puerta delantera C/Cinta de ensamble	6,95	4,36
Arreglo de refuerzo lateral	0,00	4,00
Arreglo de soporte de faro	0,88	1,50
Arreglo de soporte delantero	0,44	3,00



Arreglo de soporte lámpara posterior	0,71	2,00
Arreglo de tapa baúl	14,83	3,00
Cambio de Capot	0,92	3,50
Cambio de carcaza tubo de llenado de combustible	0,00	1,00
Cambio de compuerta C/Cinta de ensamble	1,33	4,00
Cambio de cobertor llanta de emergencia	1,13	2,00
Cambio de guardachoque delantero C/Clips	0,90	3,50
Cambio de guardachoque posterior	1,58	3,00
Cambio de guardafangos	0,97	2,00
Cambio de mascarilla C/Clips	0,20	0,67
Cambio de panel apoya capot	2,42	2,00
Cambio de panel pasarueda posterior	9,32	3,00
Cambio de puerta delantera LH C/Cinta de ensamble	1,26	4,00
Cambio de tapa de baúl C/Cinta de ensamble	1,47	3,00
Cambio de tapa exterior combustible	0,34	0,75
Cuadrar soporte de guardachoque delantero	0,65	2,00
Pintado de Vehículo (vehículo nuevo)	13,54	40,00
Pulida de techo	0,98	3,00

Tabla 7. Tabla cruzada tiempos promedio de pintado – reparaciones

Tiempo Pintado (horas)	Operaciones										
	Capot	Estribos	Frontal	Guardafangos	Laterales	Paragolpes delantero	Paragolpes trasero	Posterior	Puertas	Tapa baúl	Pintado total
Cronometro	0,73	12,78	0,91	3,23	4,77	3,48	3,33	1,24	6,24	4,67	13,54
Tempario	2,67	5,00	1,80	2,43	2,75	3,33	2,80	2,20	4,31	3,20	40,00

### 3. Resultados y discusión

#### 3.1. Valoración del modelo vs tiempo del tempario

Para la valoración del modelo vs el tempario se comparó mediante la prueba Chi-cuadrado de homogeneidad los tiempos tomados con el cronometro con los tiempos que marca el tempario de Enderezado y Pintura, en la tabla 3 esta detallado los tiempos

tanto del estudio de tiempos como del tempario para las reparaciones de la población de vehículos.

Para el primer análisis del tempario de enderezado se cargó los datos de la tabla 4 en el programa IBM SPSS Statistics donde se comparó la homogeneidad de los datos para las muestras de tiempos de enderezado de los vehículos, la tabla 8 muestra el resumen del procesamiento de los datos y cómo podemos



observar 1.3% de los datos fueron considerados como perdidos, esto quiere decir que el software estadístico consideró que como

mínimo un caso la variable de ponderación fue cero.

Tabla 8. Procesamiento de casos realizado mediante el software estadístico

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Tiempo Enderezado Operaciones	153	98,7%	1,960	1,3%	154,960	100,0%

En la tabla 9 se observa el resultado del análisis de Chi-Cuadrado de homogeneidad. El Chi-cuadrado calculado de Pearson es 26,955 para los datos de la tabla 4 y este valor se debe comparar con el Chi-cuadrado crítico que se obtiene de las tablas de Pearson. El valor del Chi-cuadrado crítico se obtiene de la intersección de la fila del grado de libertad con la columna del nivel de confianza que en este caso es del 95%. Los grados de libertad se calculan mediante la ecuación 1.

$$gl = (k - 1) * (n - 1) \quad (1)$$

Dónde:

k: Es el número de filas

n: Es el número de columnas

El valor del Chi-cuadrado crítico es de 65,16 que se obtuvo de las tablas de Chi-

cuadrado de Pearson. Como el Chi-cuadrado calculado es menor al Chi-cuadrado crítico se acepta la hipótesis nula y, por tanto, los datos de los tiempos obtenidos con los tiempos del tempario son homogéneos y la diferencia en los tiempos se debe solo a la aleatoriedad. El tempario para enderezado está acorde a los métodos de trabajo del taller y no es necesario hacer un ajuste en los tiempos.



Tabla 9. Prueba Chi-cuadrado para los tiempos de enderezado

	Valor	grados de libertad gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	26,955	48	,994
Razón de verosimilitud	33,344	48	,947
Asociación lineal por lineal	,002	1	,966
N de casos válidos	153		

Para el segundo análisis del tempario de enderezado se cargó los datos de la tabla 5 en el programa IBM SPSS Statistics para determinar la homogeneidad de los tiempos obtenidos del cronometro con los tiempos del tempario. La tabla 10 muestra el resumen del

procesamiento de los datos y cómo podemos observar 4% de los datos fueron considerados como perdidos, esto quiere decir que el software estadístico consideró que como mínimo un caso la variable de ponderación fue cero.

Tabla 10. Procesamiento de los datos realizado mediante el software estadístico

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Tiempo Enderezado Operaciones	38	96,0%	1,570	4,0%	39,570	100,0%

En la tabla 11 se observa el resultado que da el análisis de Chi-cuadrado de homogeneidad. El Chi-cuadrado calculado de Pearson es 2,555 para las muestras de tiempos de enderezado, este valor se compara con el Chi-cuadrado crítico que se obtiene de las tablas de Pearson a un 95% de confianza. El valor del Chi-cuadrado crítico es de 19,675. Como el Chi-cuadrado calculado es menor al Chi-cuadrado crítico se acepta la hipótesis nula y, por tanto, los datos de los tiempos obtenidos con los tiempos del tempario son homogéneos

y la diferencia en los tiempos se debe solo a la aleatoriedad. Los resultados obtenidos tanto del primer análisis como del segundo, los tiempos de los temparios son similares a los tiempos reales que toma cada una de las reparaciones de los vehículos en el taller de latonería, evidentemente existen tiempos muertos en cada uno de los procesos que forman parte del tempario de enderezado. Los tiempos muertos se presentan: por la necesidad de herramientas que no todos los técnicos disponen y la demora en la entrega de los



repuestos por parte del área de repuestos de Mirasol S.A.

Tabla 11. Prueba Chi-cuadrado para los tiempos de enderezado

	Valor	grados de libertad gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	2,555 <sup>a</sup>	11	,995
Razón de verosimilitud	3,227	11	,987
Asociación lineal por lineal	,582	1	,446
N de casos válidos	38		

Se procede ahora con el análisis del tempario de Pintura, el primer análisis se realiza con los datos de la tabla 6 que agrupa las reparaciones por reparaciones similares. El programa IBM SPSS Statistics se comparó la homogeneidad de los datos para las muestras

de tiempos de Pintado de los vehículos. La tabla 12 muestra el resumen del procesamiento de los datos realizado por el software estadístico y cómo se puede observar, el 100% de los datos son válidos.

Tabla 12. Resumen de procesamiento de casos realizado mediante el software estadístico

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Tiempo Pintado Operaciones	237	100,0%	0	0,0%	234,420	100,0%

En la tabla 13 se observa el resultado que da el análisis de Chi-cuadrado de homogeneidad para las muestras de los tiempos de pintura. El Chi-cuadrado de Pearson es de 57,344, este valor es comparado con el Chi-cuadrado crítico que se obtiene de las tablas de Pearson a un 95% de confianza. El valor del Chi-cuadrado crítico es de 46,2. Como el Chi-cuadrado calculado es mayor al Chi-cuadrado obtenido de las tablas, esto

quiere decir que la hipótesis nula se rechaza y se acepta la hipótesis alternativa y, por tanto, los datos de los tiempos de pintado obtenidos con los tiempos del tempario no son homogéneos. Al rechazar la hipótesis nula significa que el área de latonería debe revisar los tiempos que están aplicando al momento de determinar el tiempo de pintura de un vehículo, así como revisar cada uno de los procesos que involucra el pintado. Al momento de tomar tiempos de pintura fue



evidente observar que la mayor parte de los vehículos están estacionados en espera para ingresar al área de preparado y área de pintura, esto se debe a que se prioriza el trabajo en un vehículo que estar cerca de cumplir el tiempo de entrega, retrasando así el flujo de proceso para el resto de vehículos. También se observó que algunos técnicos no disponen de las herramientas necesarias para desarrollar su

trabajo, dando como resultado tiempos muertos cuando el técnico va pedir prestado cierta herramienta que necesita. Se identificó un cuello de botella en la cabina de pintura, esto se debe a que el taller de latonería tiene dos cabinas de pintura, una de ellas está dedicada específicamente para el servicio de reparación exprés

Tabla 13. Prueba Chi-cuadrado para los tiempos de pintura

	Valor	grados de libertad gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	57,344 <sup>a</sup>	33	,005
Razón de verosimilitud	64,449	33	,001
Asociación lineal por lineal	17,011	1	,000
N de casos válidos	237		

Para el segundo análisis del tempario de pintura se cargó los datos de la tabla 7, los datos se agruparon en función de los componentes principales del vehículo. El programa IBM SPSS Statistics realizó la prueba de hipótesis de homogeneidad para los datos de las muestras de tiempos de pintura de

los vehículos. La tabla 14 muestra el resumen del procesamiento de los datos y cómo podemos observar 0.3% de los datos fueron considerados como perdidos, esto quiere decir que el software estadístico consideró que como mínimo un caso la variable de ponderación fue cero.

Tabla 14. Resumen de procesamiento de casos realizado mediante el software estadístico

	Casos					
	Válidos		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Tiempo Pintado Operaciones	125	99,7%	,410	0,3%	125,410	100,0%

En la tabla 15 se observa el resultado del análisis de Chi-cuadrado de homogeneidad. El

Chi-cuadrado calculado de Pearson es 17,797 para las muestras y se compara con el Chi-



cuadrado crítico que se obtiene de las tablas de Pearson a un 95% de confianza. El valor del Chi-cuadrado crítico es de 18,307. A diferencia del primer análisis del tempario de pintura donde se rechaza la hipótesis nula, en el segundo análisis, el Chi-cuadrado calculado es menor al Chi-cuadrado crítico, aceptando así la hipótesis nula. La diferencia en el

resultado del segundo análisis se debe a que aumenta la incertidumbre al momento de agrupar las reparaciones en función de las partes principales del vehículo ya que en cada agrupación los tiempos se promediaron. A causa del aumento de la incertidumbre del segundo análisis se acepta el resultado del primer análisis para el tempario de Pintura.

Tabla 15. Prueba Chi-cuadrado para los tiempos de pintura

	Valor	grados de libertad gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	17,797 <sup>a</sup>	10	,058
Razón de verosimilitud	18,273	10	,051
Asociación lineal por lineal	8,054	1	,005
N de casos válidos	125		

Al comparar el presente estudio con el estudio que se realizó para el área de mantenimiento preventivo para Automotores Continental y Automotores de la Sierra, en el estudio en el cual se basa esta investigación la prueba de hipótesis utilizada fue la prueba t de Student. Los procedimientos que se desarrollan dentro del taller de manteniendo preventivo están estandarizados según el modelo, kilometraje o año del vehículo, esto quiere decir que varios vehículos de un mismo modelo que ingresen al taller para un mantenimiento preventivo de 5000 km cumple la misma serie de operaciones de mantenimiento y, por tanto, es factible usar pruebas estadísticas paramétricas ya que se

puede tomar varias veces el tiempo de cada operación de reparación. En el presente estudio, en el taller de latonería cada conjunto de operación de reparación es diferente de otros vehículos, por ese motivo para la validación fue necesario usar una prueba no paramétrica para comparar si las dos muestras que se obtuvieron son similares a la población de vehículos en estudio. La tabla 16 muestra un resumen del análisis realizado para la validación de los temparios de enderezado y pintura.



Tabla 16. Resumen de las pruebas de hipótesis

Tempario	Hipótesis	Chi-Cuadrado	Resultado	Observaciones
Tempario de enderezado	$H_0: \mu = \mu_0$	$\chi^2_{calculado} \leq \chi^2_{critico}$	Los tiempos promedio del tempario de enderezado son homogéneos con respecto a los tiempos promedios registrados por el cronómetro.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada operario necesita tener todas las herramientas necesarias para desarrollar correctamente su trabajo</li> <li>• Reducir el tiempo de entrega de los repuestos para los vehículos del año</li> </ul>
Tempario de Pintura	$H_1: \mu \neq \mu_1$	$\chi^2_{calculado} \geq \chi^2_{critico}$	Los tiempos promedio del tempario de pintura no son homogéneos con respecto a los tiempos promedios registrados por el cronómetro.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada operario necesita tener todas las herramientas necesarias para desarrollar correctamente su trabajo</li> <li>• Mejorar el flujo del proceso de reparación de los vehículos al momento de ingresar a la cabina de pintura</li> </ul>

#### 4. Conclusiones

El jefe de taller determina mediante dos temparios los tiempos de las operaciones de reparación de cada vehículo. El primer tempario determina los tiempos de enderezado para las reparaciones que incluyan enderezado del chasis y superficies del vehículo, cambio y montaje de las partes afectadas. El segundo

tempario determina los tiempos de Pintura para las reparaciones que incluyan el preparado, pintado y pulido de las superficies del vehículo. Al disponer de estos dos temparios se consideró validar cada una de ellos para comprobar si hay homogeneidad con los tiempos reales obtenidos del estudio de tiempos.



Al realizar los análisis de Chi-cuadrado de homogeneidad para comparar los tiempos obtenidos de todas las reparaciones de enderezado con los tiempos del tempario se comprobó que los tiempos son similares y, por tanto, el tempario para enderezado está acorde a los métodos de trabajo del taller de latonería. No se obtuvo el mismo resultado al comparar los tiempos observados de Pintura con los tiempos del tempario, donde se comprobó que no hay homogeneidad entre estos dos y, por tanto, el tiempo del tempario para Pintura no está dando un tiempo que esté acorde a los métodos de trabajo del taller.

Al realizar el estudio de tiempos con cronómetro fue evidente observar que algunos vehículos en plena etapa de reparación se detenía el proceso, los motivos más comunes son: falta de ciertos repuestos para continuar con el proceso de reparación, se asigna el mecánico encargado de un vehículo a otro que requiere sea entregado a una fecha próxima a cumplir y la revisión de la parte mecánica del vehículo. Estos tiempos muertos alargan la estancia del vehículo en el taller y provoca retrasos en el tiempo de entrega.

En el área de preparado y pintado se evidenció mayor tiempo muerto, esto se debe que cada bahía tiene exceso de trabajo. Todos los vehículos que salen del área de enderezado se estacionan cerca de la bahía de preparado en espera de que la bahía se desocupe. Esto causa que aumente el tiempo de preparación previsto por el tempario de pintura. Todos los vehículos que se encuentre dentro del plazo de entrega se

retrasan su ingreso a la cabina de pintura, esto tiene como finalidad dar prioridad a aquellos vehículos que se encuentran retrasados en la fecha en entrega o estén próximos a cumplir.

En general existen pequeños tiempos muertos tanto en los procesos de enderezado como de preparado, los motivos de estos tiempos muertos son por requerimiento de herramientas. Al momento de recopilar la información se observó que algunos operarios tienen todas las herramientas necesarias para desarrollar su trabajo que otros. Sería importante comparar los métodos de trabajo, las herramientas y los equipos usados por el concesionario Mirasol S.A. con los métodos de trabajo, herramientas de trabajo y equipos que usa General Motors para elaborar los respectivos temparios.

El modelo estadístico desarrollado para validar un tempario es aplicable para cualquier empresa que trabaje bajo proyectos y aplique algún tipo de tempario para determinar el costo y tiempo que llevara dicho proyecto. Las empresas que trabajen bajo proyectos cumplen una condición de unicidad, esto quiere decir que todos los bienes o servicios que realice una empresa serán únicos. Estas empresas pueden ser: servicios de talleres de concesionarios de otras marcas de vehículos, empresas textiles que usan tiempos estándar para la confección de prendas de vestir, empresas que se dediquen a la fabricación de gran variedad de calzado y use algún sistema



para determinar el tiempo que llevara a cabo la fabricación.

## 5. Agradecimientos

Agradezco a Dios por permitirme llegar a este momento de mi vida, por darme sabiduría para poder tomar las mejores decisiones y por ser esa luz que ilumino mi camino.

A mis padres, Daniel y Esthela, a mis hermanos por todo el inmenso apoyo brindado durante toda mi carrera, por los sabios consejos que me supieron dar en los momentos más difíciles de mi vida

A mis amigos que me acompañaron día tras día y me dieron fuerzas para continuar adelante cuando más difícil se ponía el camino para cumplir la meta.

Ing. Lourdes Granda tutora del presente trabajo de titulación por toda la ayuda brindada y el compromiso durante la elaboración de la presente investigación, mi gratitud y cariño por su infinita paciencia y profesionalidad.

## 6. Bibliografía

Alvarado, S. (2004). Diseño de una estrategia para el mejoramiento de la calidad del servicio en talleres por medio del entrenamiento técnico tomando como base de análisis y estudio a general

Motors Colmotores, 116. Retrieved from <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/tesis69.pdf>

Cedillo Díaz, P. (2010). *Propuesta de planificación de la producción en el Taller de Latonería de la Empresa Mirasol S.A.* Universidad de Cuenca. Retrieved from <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/788/1/tn179.pdf>

Corzo, L., & Trujillo, H. (2013). *Implementación de metodologías logísticas para la optimización de operaciones de adecuación y acondicionamiento de vehículos para el SITP en Bogotá.* Universidad del Rosario.

Dr. Pendroza, H., & Ing. Discovskyi, L. (2007). *Sistema de Analisis Estadistico con SPSS.* Venezuela: IICA Biblioteca Venezuela. Retrieved from <https://books.google.com.ec/books?id=sE0qAAAAYAAJ>

Gabriela, M., & Bautista, N. (2010). *Propuesta de Estandarización de Tiempos para Mantenimiento Preventivo Chevrolet en los Volume Makers basada en el Levantamiento y Validación de los Temparios Actuales en los Concesionarios: Automotores Continental y Automotores de la Sierra.* Universidad San Francisco de Quito.

López, F., Secaira, G., & Utreras, G. (2017). *Estudio del Mejoramiento de la*



- Productividad Aplicando un Sistema de Administración de Talleres Automotrices.* Universidad Internacional del Ecuador. Retrieved from <http://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2225>
- Nievel, B. W., & Andris, F. (2009). *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo.* (A. L. D. Rodríguez, Ed.) (12th ed.). México: The McGraw-Hill Companies.
- Novillo, C., & Juan, R. (2012). *Diseño e Implementación de una Bahía de Trabajo para Mantenimientos Preventivos Programados de Vehículos Livianos.* Universidad Internacional del Ecuador. Retrieved from <http://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/723>
- Palacio Gutierrez, S. M. (2008). *Plan De Negocios De Un Taller Mecanico Para Trabajos Rápidos.* Universidad EAFIT. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10784/4382>
- Pedrosa, I., Juarros-Basterretxea, J., & Robles-Fernández. (2015). Pruebas de bondad de ajuste en distribuciones simétricas, ¿qué estadístico utilizar? *Universitas Psychologica*, 14(1), 245.
- Restrepo, E. D., Ceballos, J. A., & Fernández, J. D. (2011). Guía metodológica para la aplicación de un modelo de simulación discreta en el sector del servicio automotriz, caso específico: Euroautos Ltda.-Renault Minuto. Eng.
- Riera, A., & Victoria, M. (2001). *Estadística con SPSS v. 10.0.* Edicions Universitat de Barcelona.
- Rodríguez, A. (2005). *Optimización de Recursos del Taller Hino de Maquinarias y Vehículos S. A.* Universidad de Guayaquil. Retrieved from <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/5280>
- Semanate, J. (2014). *Diseño de un plan para el mejoramiento de la productividad del departamento de servicio y taller de la matriz de la marca Great Wall Motors.* Universidad Internacional del Ecuador. Retrieved from <http://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/160>
- Spiegel, M., & Stephens, L. (601). *Estadística.* (R. G. Castillo, Ed.) (4th ed.). México: McGRAW-HIL.
- Walpole, R., Myers, R., Myers, S., & Keying. (2012). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias.* (Pearson Educación, Ed.), *Perarson* (novena, Vol. 58). México. <https://doi.org/10.1088/1751-8113/44/8/085201>