



FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO INDUSTRIAL DE LAVADO DE VEHÍCULOS
EN AYASA S.A

Autor

Álvaro Marcelo Acosta Polanco

Año
2017



FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO INDUSTRIAL DE LAVADO DE VEHÍCULOS
EN AYASA S.A

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Ingeniero en Producción Industrial

Profesora Guía
Msc. Cristina Belen Viteri Sanchez

Autor
Álvaro Marcelo Acosta Polanco

Año
2017

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUIA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.”

Cristina Belen Viteri Sanchez

Máster en Ingeniería Avanzada de la Producción, Logística y Cadena de
Suministro

C.I.: 1715638373

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los trabajos de titulación”

Edison Ruben Chicaiza Salgado
Master in Business Administration
C.I.: 171032903-6

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los Derechos de Autor vigentes.

Alvaro Marcelo Acosta Polanco

C.I.:171544897-1

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia por su apoyo incondicional en toda mi vida, a mi tutora Cristina por su entrega, dedicación y sabios consejos, y a toda la gente de AYASA por abrirme las puertas de la organización de una manera tan cordial.

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación va dedicado a mis padres Marcelo y Elizabeth, que son el pilar de mi vida, y responsables de todos los logros que he alcanzado, y a mi hermano José Antonio por ser siempre mi mejor ejemplo.

RESUMEN

El presente trabajo de titulación es la propuesta para la optimización del proceso de lavado de vehículos en el concesionario Renault Eloy Alfaro y José Queri mediante el uso de herramientas *Lean* y bajo el régimen de trabajo estandarizado. Para determinar la propuesta de mejora se levantó información en el área de lavado con el fin de encontrar los problemas de enfoque. Se levantó un estudio de tiempos y se encontró variabilidad en las actividades del proceso de lavado, además de problemas consecuentes como el excesivo consumo de agua, estos hallazgos fueron considerados como oportunidades de mejora. La solución que se propuso es la implementación de un nuevo proceso conocido como lavado en seco el cual sustituiría a la operación de lavado tradicional, no obstante se realiza un manual de procesos con el fin de garantizar que el nuevo proceso sea más eficiente. Finalmente se estimó los resultados de las actividades de mejora propuestas, y se obtuvo como resultado, la disminución de tiempo de ejecución del proceso, reducción de la variabilidad en las actividades, más control en el área de lavado, aumento de eficiencia en el cuello de botella. Se realizó un análisis financiero mediante los costos actuales y lo que serían los nuevos, y se observó el ahorro productivo del proyecto, además con la obtención del (TIR) y el (VAN) se demuestra la rentabilidad del proyecto.

ABSTRACT

The following degree Project is a vehicle washing process optimization proposal on Renault's concessionaire located in Eloy Alfaro and Jose Queri, by the use of lean tools and pursuing standardized work. To determine the improvement proposal, information was gathered to identify the problem focusing. A time study helped to find the variability on the washing process activities, as well as the consequent problems caused by the excessive water consume; these problems were taken into account as improvement opportunities.

The suggested solution was a new process deployment known as dry washing which will substitute the traditional one. Nevertheless, the project developed a manual process planning that guarantee the productivity of the new dry washing process. Finally, the activity results of the improvement proposal were estimated, obtaining time reduction on the process performance, variability reduction on the activities, higher control on the washing area, efficiency increase on the bottleneck encountered , and a financial analysis that demonstrate the project profitability. A financial analysis was carried out considering the normal anual costs and the project costs. By this analysis, production savings were observed as well as the profitability of the project using the IRR and NPV calculation.

ÍNDICE

1. Capítulo I. Introducción.....	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Historia de la organización.....	1
1.3 La organización y su cultura.....	2
1.4 Misión, Visión y Valores	2
1.4.1 Misión.....	2
1.4.2 Visión	3
1.4.3 Valores	3
1.5 Cartera de productos.....	4
1.6 Ubicación Concesionario Renault	5
1.7 Estructura organizacional.....	6
1.8 Descripción del problema.....	7
1.9 Justificación	8
1.10 Alcance.....	8
1.11 Objetivos	9
1.11.1 Objetivo General	9
1.11.2 Objetivos Específicos	9
2. Capítulo II. Marco teórico.....	10
2.1 Optimización.....	10
2.2 Ocho Mudas Kaizen	11
2.3 Estandarización	11
2.4 Herramientas	13
2.5 VSM.....	13

2.6 Herramientas Lean Manufacturing.....	15
2.7 Kaizen.....	15
2.8 Ciclo de Deming.....	16
2.9 5s: (Clasificación, Organización, Limpieza, Estandarizar, Disciplina)	17
2.10 Siete herramientas de la calidad.....	19
2.10.1 Gráficos de Control	19
2.10.2 Plantillas de inspección	20
2.10.3 Histogramas	20
2.10.4 Diagrama de Pareto	20
2.11 Elementos.....	21
2.11.1 Tiempo Takt	21
2.11.2 SWIP	22
2.11.3 Secuencia de trabajo.....	22
2.11.4 Formato.....	22
2.11.5 JES.....	23
2.12 Gestión por procesos.....	23
2.13 Mapa de procesos	24
2.14 Cadena de valor.....	24
2.15 Diagrama de flujo.....	25
2.16 Manual de procesos.....	25
2.17 Hoja de operaciones	26
2.18 Herramientas estadísticas	26
2.18.1 Cp y Cpk	28
2.19 Variabilidad.....	28

2.20 Coeficiente de correlación	30
2.21 Estudios de tiempos.....	31
2.22 Cuello de botella	32
2.23 Árbol de definición de problemas.....	32
2.24 Propuesta de optimización	32
2.25 Conceptos para entendimiento del proyecto.....	33
2.25.1 PDI	33
2.25.2 Mezcla.....	33
2.25.3 Las S'	33
3. Capítulo III. Situación Actual	33
3.1 Introducción al proceso de Lavado	33
3.1.1 Diagrama de flujo proceso de lavado tradicional.....	34
3.2 5s: (Clasificación, Organización, Limpieza, Higiene, Disciplina)	35
3.3 Variabilidad del proceso	38
3.3.1 Variabilidad de todas las actividades del proceso	40
3.3.2 Variabilidad en la actividad entrada del auto al taller	41
3.3.3 Variabilidad en la actividad limpieza de carrocería.....	44
3.3.4 Variabilidad en la actividad enjuague de carrocería	45
3.3.5 Variabilidad en la actividad inspección de carrocería	47
3.3.6 Variabilidad en la actividad cambio de operación	49
3.3.6 Variabilidad en la actividad limpieza de motor	51
3.3.7 Variabilidad en la actividad sopletear	54
3.3.8 Variabilidad en la actividad interiores	55
3.3.9 Variabilidad en la actividad entrega al cliente	57

3.3.10 Variabilidad del proceso de lavado.....	60
3.4 Cp y Cpk del tiempo total del proceso de lavado.....	62
3.5 Tiempo perdido.....	63
3.6 Correlación	65
3.7 Resultados de la variabilidad del proceso.....	66
3.8 Diagrama de Pareto.....	68
3.9 Diagrama de Ishikawa	72
3.9.1 Diagrama de Ishikawa Consumo de agua.....	72
3.9.2 Diagrama de Ishikawa Variabilidad	73
3.10 Cuello de botella	74
3.11 Tiempo Takt.....	75
3.12 Situación Actual gastos.....	77
3.13 Resultados de la situación actual (Árbol de definición de problema).....	81
4. Capítulo IV. Optimización del proceso	84
4.1 Hallazgos	84
4.1.1 Principales hallazgos.....	84
4.1.2 Hallazgos consecuentes	85
4.2 Matriz de priorización	86
4.2.1 Análisis matriz de ponderación	87
4.3 Hallazgos en relación a la Variabilidad de Tiempos	89
4.4 Hallazgos en relación al consumo de agua	90
4.5 Resumen Hallazgos	91
4.6 Ciclo de Deming	93

4.7 Propuesta de mejora	97
4.8 Solución a los hallazgos encontrados	98
4.8.1 Implementación del proceso denominado lavado en seco	99
4.8.2 Manual de procesos	109
4.8.3 Manual de procesos AYASA S.A concesionario Renault	110
4.8.4 Evaluación y control (indicadores).....	124
4.8.5 Capacitaciones.....	126
5. Capítulo V. Análisis Costo Beneficio	128
5.1 Flujo del proyecto.....	129
5.2 Análisis de metas financieras.....	131
6. Conclusiones y recomendaciones.....	133
6.1 Conclusiones.....	133
6.2 Recomendaciones	134
REFERENCIAS	135
ANEXOS	138

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cartera de productos.....	4
Figura 2. Ubicación concesionario Renault	5
Figura 3. Organigrama AYASA	6
Figura 4. Diagrama de flujo proceso de lavado original	34
Figura 5. Estadísticas de cumplimiento 5s'	37
Figura 6. Variabilidad entrada al proceso de lavado	43
Figura 7. Variabilidad limpieza de carrocería	45
Figura 8. Variabilidad enjuague de carrocería.....	47
Figura 9. Variabilidad inspección de carrocería.....	49
Figura 10. Variabilidad cambio de operación	51
Figura 11. Variabilidad limpieza de motor	53
Figura 12. Variabilidad sopletear.....	55
Figura 13. Variabilidad limpieza de interiores.....	57
Figura 14. Variabilidad en la entrega del auto al cliente.....	59
Figura 15. Figura Variabilidad proceso completo	61
Figura 16. Parámetros Cp	62
Figura 17. Variabilidad tiempo perdido.....	65
Figura 18. Diagrama de correlación Tiempo total vs Tiempo perdido	66
Figura 19. Demoras en el proceso de lavado tradicional	68
Figura 20. Diagrama de Pareto	70
Figura 21. Diagrama de Ishikawa Excesivo consumo de agua para lavado de vehículos	72
Figura 22. Diagrama de Ishikawa Variabilidad de tiempos en el proceso de lavado.....	73
Figura 23. Estadísticas de la diferencia de media muestral y media objetivo ..	75
Figura 24. Tiempo takt	77
Figura 25. Árbol de definición del problema variabilidad en las actividades del proceso	82
Figura 26. Árbol de definición del problema excesivo consumo de agua en el proceso de lavado	83

Figura 27. Parámetro matriz de priorización.....	86
Figura 28. Ciclo Deming.....	93
Figura 29. Diagrama de Pareto	99
Figura 30. Propuesta del nuevo diagrama de flujo proceso de lavado en seco	101
Figura 31. Inicio del proceso de lavado.....	102
Figura 32. Entrada del auto al taller	103
Figura 33. Aplicación del producto	103
Figura 34. Limpieza de carrocería.....	104
Figura 35. Uso de los nuevos productos para lavado en seco.....	104
Figura 36. Limpieza de aros.....	105
Figura 37. Revisión de carrocería	105
Figura 38. Cambio de operación	106
Figura 39. Limpieza de motor.....	107
Figura 40. Limpieza de interiores	107
Figura 41. Aspirada interiores	108
Figura 42. Área de lavado Concesionario Renault Eloy Alfaro.....	112
Figura 43. Mapa de procesos.....	114
Figura 44. Hoja de procesos general	116
Figura 45. Hoja de proceso entrada del auto al proceso de lavado	117
Figura 46. Hoja de proceso limpieza de carrocería.....	118
Figura 47. Hoja de proceso revisión de carrocería.....	119
Figura 48. Hoja de proceso cambio de operación.....	120
Figura 49. Hoja de proceso limpieza de motor	121
Figura 50. Hoja de proceso limpieza de interiores	122
Figura 51. Hoja de operación salida del auto al área de entrega	123

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Estudio de tiempos	31
Tabla 2 Criterios de Evaluación.....	35
Tabla 3 Formato de evaluación de la 5s	36
Tabla 4 Ponderación con regla de tres.....	37
Tabla 5 Estadísticas	38
Tabla 6 Formato levantamiento de procesos	39
Tabla 7 Entrada al proceso de lavado.....	42
Tabla 8 Resultados entrada al proceso de lavado	43
Tabla 9 Limpieza de carrocería	44
Tabla 10 Resultados limpieza de carrocería	45
Tabla 11 Enjuague de carrocería	46
Tabla 12 Resultados enjuague de carrocería.....	47
Tabla 13 Inspección de carrocería (latas)	48
Tabla 14 Resultados inspección de carrocería (latas).....	49
Tabla 15 Cambio de operación	50
Tabla 16 Resultados cambio de operación	51
Tabla 17 Limpieza de motor	52
Tabla 18 Resultados limpieza de motor	53
Tabla 19 Sopletear	54
Tabla 20 Resultados sopletear	55
Tabla 21 Limpieza de interiores	56
Tabla 22 Limpieza de interiores	57
Tabla 23 Resultados entrega al cliente	59
Tabla 24 Proceso completo.....	60
Tabla 25 Resultados proceso completo	61
Tabla 26 Datos Cp y Cpk	63
Tabla 27 Tiempo perdido	64
Tabla 28 Resultados tiempo perdido.....	65
Tabla 29 Criterios de ponderación Pareto.....	69
Tabla 30 Ponderación Pareto.....	69
Tabla 31 Nivel de desempeño en cada actividad del proceso de lavado	70

Tabla 32 Diferencia media muestral y media objetivo	74
Tabla 33 Tiempo Takt	76
Tabla 34 Situación actual financiero.....	79
Tabla 35 Situación actual financiero.....	80
Tabla 36 Metas a cumplir	81
Tabla 37 Matriz de priorización	87
Tabla 38 Hallazgos variabilidad de tiempos	89
Tabla 39 Hallazgos consumo de agua	90
Tabla 40 Check List.....	125
Tabla 41 Indicadores.....	126
Tabla 42 Cronograma de capacitaciones.....	127
Tabla 43 Ahorro productivo.	128
Tabla 44 Costos adicionales	129
Tabla 45 Flujo del proyecto	130
Tabla 46 Resultados financieros	131
Tabla 47 Cumplimiento de metas.....	132

1. Capítulo I. Introducción

En este trabajo de titulación se realizará la optimización del proceso de lavado de vehículos en seco del concesionario Renault, ubicado en Quito-Ecuador en las calles Eloy Alfaro y José Queri, con el fin de aportar a la organización con un trabajo que aumente la productividad y rentabilidad de la empresa, y a su vez aplique y demuestre los conocimientos adquiridos durante el estudio de la carrera Ingeniería en Producción Industrial.

1.1 Antecedentes

1.2 Historia de la organización

Automotores y Anexos S.A. (Ayasa) se fundó en marzo de 1963, como representante de Nissan para Quito, pues para entonces ya existían distribuidores de la marca en Guayaquil y en Cuenca.

En 1982 tuvieron una crisis, por el cierre de las importaciones, supieron mantenerse a flote por una década cuando en 1992 con la reapertura de dichas importaciones, Ayasa inició un proceso de consolidación. En 1999, la empresa consiguió la representación de la marca francesa Renault, que poco tiempo antes había firmado una alianza estratégica con Nissan.

Desde el 2005 la Alianza Renault-Nissan se consolida y las sinergias se desarrollan sin cesar. Con la Alianza y las recompras de Samsung Motors y de Dacia, Renault acelera su internacionalización y da un fuerte estímulo a su estrategia.

En la actualidad AYASA, encargada de las importaciones de Nissan y Renault, ha dado un giro a su modelo de negocio ya que antes Nissan demandaba la gran mayoría de las importaciones, pero gracias a sus políticas empresariales y

su increíble cultura organizacional Renault ha sabido aumentar sus ventas y su impacto en el mercado Ecuatoriano lo que la ha llevado a demandar en el 50% de las importaciones, dejando claro que están aumentando cada día su cabida en el mercado. (El comercio, s.f.) ; (Renault., s.f.)

1.3 La organización y su cultura

Automotores y Anexos es una corporación automotriz rentable en constante crecimiento que trabaja con pasión para exceder las expectativas de sus clientes; estructurada para enfrentar retos con tenacidad, flexibilidad e innovación.

Dentro de la corporación Ayasa se encuentra la reconocida marca francesa Renault. La empresa desde hace 17 años incorporó sus procesos *Kaizen* que es una herramienta de mejoramiento continuo que consiste en aplicar una metodología de análisis y solución de problemas, promoviendo el trabajo en equipo para obtener resultados que maximicen los beneficios para las empresas, en especial, para el sector automotriz.

Su cultura la hace una organización de élite. Su enfoque principal es la satisfacción de sus clientes y lo consiguen con su metodología *Just in time*, sus procesos Kaizen estandarizados y por supuesto por sus herramientas *Lean Manufacturing*.

1.4 Misión, Visión y Valores

1.4.1 Misión

AYASA es una corporación automotriz rentable en constante crecimiento que trabaja con pasión para exceder las expectativas de sus clientes; estructurada para enfrentar retos con tenacidad, flexibilidad e innovación.

(Misión,visión y Valores, s.f.)

1.4.2 Visión

En el año 2020 AYASA será la corporación automotriz líder en el Ecuador con presencia en otros países gracias al reconocimiento del mercado y la pasión de sus clientes por nuestras marcas, logrados a través de su aprendizaje organizacional, su responsabilidad con el medio ambiente y su red de puntos de contacto; valorado por su personal como el mejor lugar para trabajar y la sociedad por su contribución para que el Ecuador sea un mejor lugar para vivir. (Misión,visión y Valores, s.f.)

1.4.3 Valores

Lealtad

Honrar nuestros valores y nuestro código de conducta con los que nos hemos comprometido para el desempeño de nuestras actividades en la empresa, con los clientes y con la sociedad.

Honestidad

Actuar con veracidad y claridad de acuerdo a lo que sentimos y pensamos.

Respeto

Se ejerce mostrando reconocimiento por el valor y derechos que tienen nuestros clientes, la empresa, la sociedad, el medio ambiente y nosotros mismos.

Pasión

Vivir con entusiasmo en todo lo que hacemos buscando la excelencia en cada detalle, manteniendo el equilibrio entre el trabajo, la familia y la vida personal. (Misión,visión y Valores, s.f.)

Innovación

Generar ventaja competitiva a partir de una cultura de cambio permanente que va desde la mejora continua de los procesos actuales hasta el desarrollo de nuevas prácticas basadas en la constante generación de ideas.

Confianza

Generar credibilidad hacia la sociedad gestionando todos los procesos con claridad, imparcialidad, confidencialidad y rectitud.

Trabajo en equipo

Crear compromiso y tener respeto por los criterios y opiniones de otros para lograr un objetivo positivo común.

(Misión,visión y Valores, s.f.)

1.5 Cartera de productos

<p>NUEVO RENAULT LOGAN ></p> <p>precio sugerido desde \$ 16.500 <small>(Incluido Impuestos)</small> Aplica por tiempo limitado</p>  <hr/> <p>MÁS INFORMACIÓN </p> <hr/> <p>ESPECIFICACIONES </p>	<p>NUEVO RENAULT SANDERO ></p> <p>precio sugerido desde \$ 17,990 <small>(Incluido Impuestos)</small> Aplica por tiempo limitado</p>  <hr/> <p>MÁS INFORMACIÓN </p> <hr/> <p>ESPECIFICACIONES </p>	<p>NUEVO RENAULT STEPWAY ></p> <p>precio sugerido desde \$ 21,990 <small>(Incluido Impuestos)</small> Aplica por tiempo limitado</p>  <hr/> <p>MÁS INFORMACIÓN </p> <hr/> <p>ESPECIFICACIONES </p>
<p>NUEVO RENAULT DUSTER ></p> <p>precio sugerido desde \$ 24,990 <small>(Incluido Impuestos)</small> Aplica por tiempo limitado</p> 	<p>RENAULT TWIZY ></p> <p>precio sugerido desde \$ 14.990 <small>(Incluido Impuestos)</small></p> 	

Figura 1. Cartera de productos
Tomado de (Renault, s.f.)

1.6 Ubicación Concesionario Renault

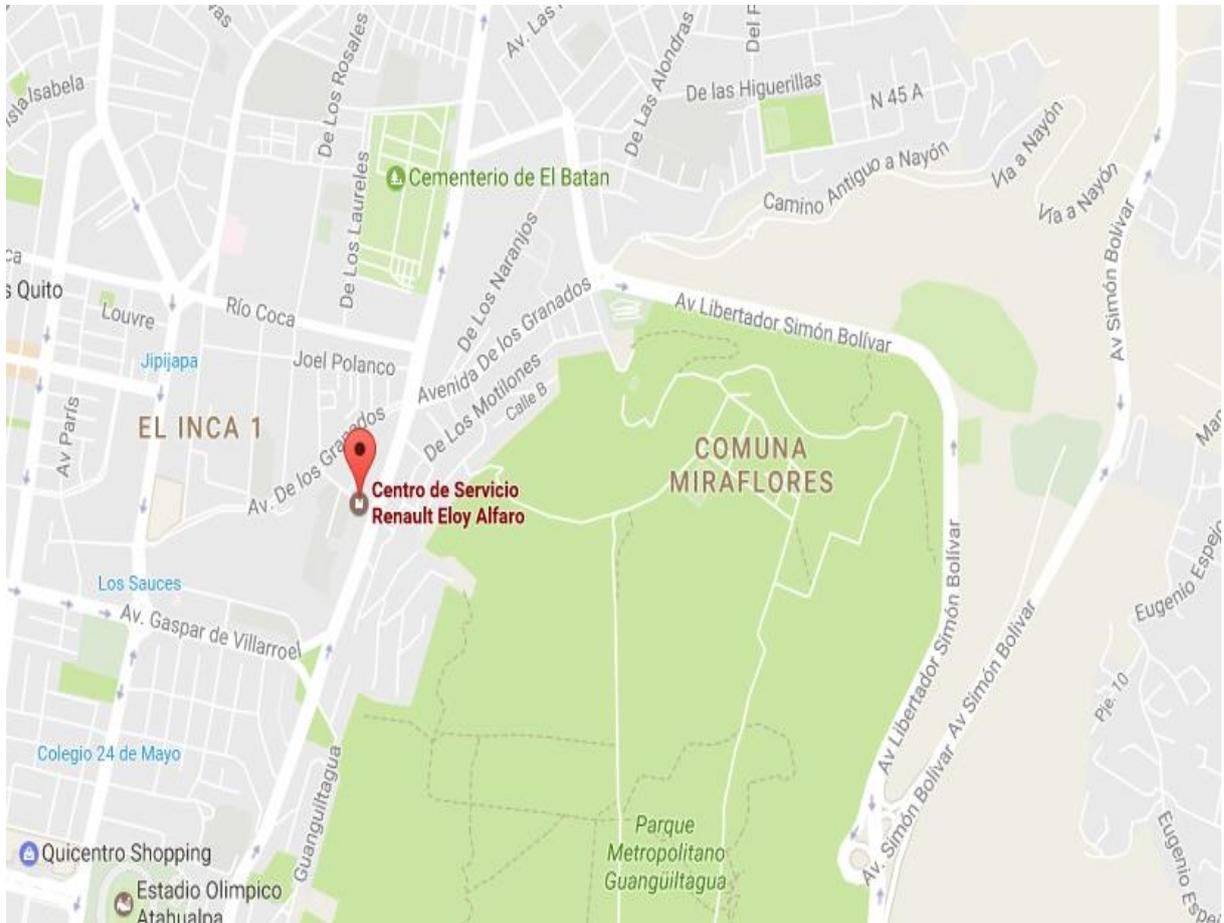


Figura 2. Ubicación concesionario Renault
Tomado de *Googlemaps, s.f.*

1.7 Estructura organizacional

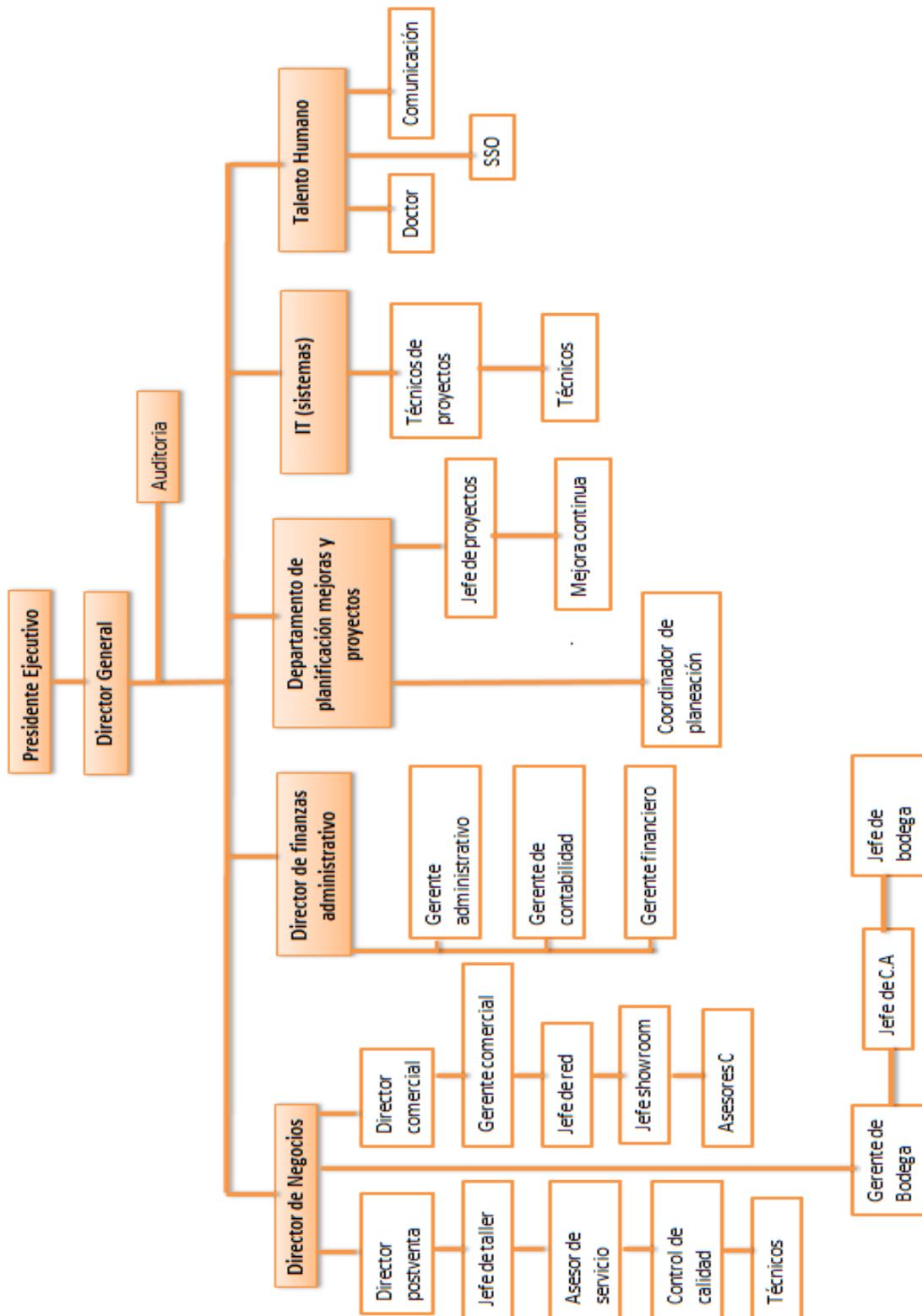


Figura 3. Organigrama AYASA

1.8 Descripción del problema

Renault-Ecuador desde hace 17 años incorporó sus procesos *Kaizen* que es una herramienta de mejoramiento continuo que consiste en aplicar una metodología de análisis y solución de problemas, promoviendo el trabajo en equipo para obtener resultados que maximicen los beneficios para las empresas, en especial, para el sector automotor.

Renault cuenta con sus convenciones *Kaizen Operativa*, *Kaizen Administrativa*, *Kaizen Proveedores* y *Kaizen Comercial*, razón por la cual son partidarios de la filosofía *Lean manufacturing*, del trabajo estandarizado, del mejoramiento continuo y por esa razón es que la propuesta de estandarización de su nuevo proceso lavado en seco es de alto interés e impacto en Renault.

La idea surge debido a ciertos cambios recientes en su cadena de valor interna, al tener un cambio de proveedores para insumos de limpieza, recurrieron a un nuevo proveedor con productos más innovadores de los que antes abastecían, productos que posiblemente introducen en su flujograma de procesos una nueva actividad, el lavado en seco.

El problema de las nuevas tendencias es la incertidumbre al cambio, el conformismo y satisfacción de mantener procesos existentes porque se cree que si son rentables, porque generan ganancia, sin pensar en las mejoras con miedo de provocar posibles pérdidas, el proceso de lavado antiguo demanda un altísimo consumo de agua además de la contaminación de ella por químicos utilizados en el proceso, lo que provoca no solo pérdidas económicas si no también del recurso vital mundialmente necesitado, sin mencionar posibles daños de imagen por gente partidaria de la filosofía *Lean Manufacturing*.

Por esta razón el proceso de lavado en seco tiene un alto impacto en la compañía, en la sociedad, y en el ambiente, con esta propuesta de estandarización se demostrará que siempre se puede mejorar, se romperá el

miedo y la incertidumbre al cambio, el lavado en seco será un proceso ecológico, productivo y rentable.

1.9 Justificación

Al ser un proceso recientemente implementado es evidente que no está estandarizado, y esto trae muchos problemas dentro de su cadena de valor ya establecida por ejemplo, la incertidumbre de tiempos en la entrega de los autos, esto para su filosofía de trabajo *Just in time* y su enfoque al cliente no es algo favorable, otro factor que genera problemas por la falta de estandarización es la variabilidad en la metodología de resolución en el proceso, ya que si no hay un manual o procesos establecidos cada trabajador lo hará de forma personal es decir como ellos crean, esto no solo afecta y varía la calidad final del proceso, si no el uso de recursos y de los tiempos. La estandarización asegura la misma calidad, a igual costo y utilizando siempre la misma cantidad de insumos, también genera igualdad en el producto final todas la veces, estos beneficios traen productividad, y rentabilidad a la empresa.

1.10 Alcance

El trabajo de titulación se lo realizará en el grupo AYASA, Automotores y Anexos, en el concesionario de Renault ubicado en la Eloy Alfaro y José Queri, en el proceso “lavado en seco al detalle”, operación que se realiza al final de todas sus líneas de operación: Mantenimiento, revisión-corrección, y colisión de todos sus ejemplares (Modelos de autos de la marca Renault), este es un proceso nuevo que se implementará formalmente muy pronto dentro de su flujograma ya establecido, el proceso cuenta con 3 estaciones de trabajo iniciando por tapicería, techo, interiores y terminando por exteriores y faros.

1.11 Objetivos

1.11.1 Objetivo General

Realizar la propuesta de optimización del proceso de lavado en el concesionario Renault Eloy Alfaro y José Queri, mediante el uso de herramientas Lean y bajo el régimen de trabajo estandarizado, para mejorar la productividad del proceso.

1.11.2 Objetivos Específicos

- Levantar información sobre el proceso de lavado en seco en el concesionario de Renault Eloy Alfaro y José Queri.
- Determinar el estado actual del proceso para iniciar el proyecto.
- Identificar las causas de variabilidad en el proceso mediante herramientas estadísticas.
- Proponer las posibles mejoras tras la optimización del proceso
- Identificar herramientas Lean que permitan mejorar el proceso actual
- Definir indicadores de gestión eficiencia y eficacia
- Observar y comparar resultados con la propuesta de estandarización mediante el análisis financiero.

2. Capítulo II. Marco teórico

2.1 Optimización

En un mercado tan competitivo, con una demanda tan cambiante y con una sociedad tan exigente, las empresas están obligadas a la búsqueda de nuevas estrategias para optimizar sus procesos y no caer en la obsolescencia, una de las estrategias más utilizadas para optimizar procesos es la metodología Kaizen, que consiste en usar a la misma gente de la empresa para analizar los procesos, para estandarizarlos y generar una cultura donde los problemas no sean escondidos sino más bien expuestos a la luz para mejorarlos con trabajo en equipo.

Se conoce como optimizar la acción de mejorar un proceso ya establecido, corregir errores y hacerlo más productivo y rentable, trata de disminuir desperdicios como las mudas de la filosofía *Kaizen*.

Las ventajas de la optimización de un proceso son varias tales como:

- Mejorar la productividad de los operarios
- Mejorar la calidad del servicio y así incrementar la satisfacción del cliente.
- Poder documentar los procesos para una eficiencia organizacional además de evidenciar problemas y analizar mejoras.
- Reducción de tiempos en proceso, optimizando el tiempo entrega al cliente ya que el lavado siempre es la actividad final de cualquier línea de producción.
- Mejorar la calidad del producto final y así aumentar el valor agregado para el cliente.
- Eliminar o reducir los desperdicios así como los procesos que no generen valor.

- Estandarizar la metodología y uso de insumos para controlar la variabilidad en tiempos y dinero. (Toyota, s.f.)

2.2 Ocho Mudas *Kaizen*

1. Inventario: Se tienen más cosas de las que se necesitan.
2. Sobreproducción: Se producen más cosas de las que el cliente consume.
3. Movimientos: Los operarios se mueven demasiado para una tarea en específico.
4. Sobre-procesos: Se hacen más cosas de lo necesario en una actividad específica.
5. Sobre carga: Exigencias al personal por lo que baja el rendimiento.
6. Espera: Desbalanceado de la línea, gente que espera hasta que otro acabe su trabajo.
7. Talento humano: Personal sobrevalorado para desenvolver tareas sencillas.
8. Transporte: Mal diseño de planta lo que genera demasiado movimiento interno al momento de cumplir con una actividad. (Wordpress, s.f.)

2.3 Estandarización

La estandarización de procesos nace con el *Taylorismo*, que es un método diseñado por Frederick Winslow Taylor se basa en organizar la actividad laboral para aumentar la productividad. Lo realiza mediante el fraccionamiento del trabajo en secuencias simples y cronometradas, donde cada trabajador realiza una secuencia y recibe incentivos por su velocidad. De esta idea de trabajo empiezan a surgir diferentes metodologías relacionadas con la estandarización.

Taiichi Ohno, director de la empresa Toyota, estudió los principios de la productividad del Taylorismo en aquella época. Pudo concluir que tenían

demasiados desperdicios dentro de su sistema productivo y generó la idea que hizo revolucionar al mundo automovilístico, Lean Manufacturing. Una estrategia para reducir o eliminar al máximo los desperdicios y una de esas estrategias es el conocido trabajo estandarizado. (Definicion, s.f.)

La estandarización de un proceso es la aplicación, orden y mejora de normas establecidas a procesos productivos con el fin de tener un orden específico de cada área o puesto de trabajo y por supuesto una buena calidad en el producto. Adicionalmente tiene como objetivo principal lograr que la empresa tenga un comportamiento estable y rentable, además de siempre obtener los mismos resultados en un determinado proceso, esto es vital ya que con ello se puede obtener resultados consistentes a un mismo costo.

Para que una estandarización sea adecuada, productiva y rentable se debe homogenizar los materiales, maquinaria, equipos, los métodos y procedimientos de trabajo además del conocimiento y la habilidad del personal.

Es importante tomar en cuenta todos los factores y todo lo que involucra el proceso para poder estandarizarlo de manera efectiva y correcta, si es así los beneficios que trae son:

- Es la mejor forma de preservar el conocimiento y la experiencia.
- Proveen una forma de medir el desempeño, ya que es más fácil definir y utilizar indicadores.
- Muestran la relación entre causas y efecto, o acción-resultado.
- Suministran una base para el mantenimiento y mejoramiento de la forma de hacer el trabajo.
- Proporcionan una base para el entrenamiento.
- Proveen una base para diagnóstico y auditoria.
- Proveen medios para prevenir la recurrencia de errores.
- Minimizar la variación e igualar tiempos de maquila.

(Definicion, s.f.)

2.4 Herramientas

Hay varias herramientas para estandarización de un proceso desde las más básicas, diagramas, fotos, *chek list*, en este trabajo de titulación se hace la propuesta de una estandarización más profunda, que comenzará con el uso de la conocida herramienta *VSM* que engloba varios de los conceptos y herramientas aprendidas y aplicadas a lo largo de la carrera de Ingeniería en Producción Industrial, no obstante se utilizará las herramientas *Lean Manufacturing* que sea necesarias en el trayecto para alcanzar el fin de la propuesta de estandarización.

2.5 VSM

El *Value Stream Mapping* o *VSM* es un mapeo de la cadena de valor que se define como todas las acciones que son requeridas para la transformación del producto inicial al producto final.

El *VSM* es un diagrama de todas las actividades necesarias para mover un producto a través de los principales flujos esenciales para cada uno de ellos, en palabras sencillas es un flujo de procesos, en este caso el *VSM* se lo realizará de un proceso nuevo, el lavado en seco.

Con esta herramienta se logra disponer de la totalidad de las actividades incluso aquellas que no representen un valor agregado al cliente, el cual es representado por símbolos estandarizados que establecen un lenguaje común en el análisis del proceso.

Con respecto a su funcionalidad, se presentan a continuación algunos de los aspectos más relevantes del porqué de la importancia de esta herramienta *Lean Manufacturing*:

- Tener una visión global del proceso.
- Entender el proceso en su conjunto y priorizar los objetivos globales sobre los de cada actividad.
- Permitir entender las debilidades y ayudar a elegir herramientas y/o técnicas lean más adecuadas.
- Establecer objetivos concretos para la mejora.
- Promover el trabajo en equipo: Visión de distintas personas implicadas en el mismo proceso (cadena de valor).
- Mostrar la relación entre el proceso, el flujo de materiales y el flujo de información
- Los símbolos estandarizados facilitan el entendimiento y la comunicación de los procesos

Con ayuda del VSM se podrá elegir las herramientas y metodologías lean más adecuadas para la propuesta de estandarización de procesos. Además es una herramienta que nos enriquece de información para el correcto uso de los elementos y documentos que se necesitaran.

El VSM nos permite definir la secuencia de trabajo que son todas las actividades ordenadas de principio a fin que tiene que realizar un operario para completar la operación.

Dentro de la estandarización, la secuencia de trabajo debe estar definida en: cuál es la secuencia a seguir, el tiempo que se demora en realizar dicha secuencia y cómo se va a medir los resultados o la correcta realización de la operación.

Aquí aparece una restricción

Tiempo de estas secuencias \leq tiempo *takt*

Si no se cumple con esta restricción no se satisface la demanda, por ende no somos productivos y un proceso no productivo no es rentable y eso no se estandariza.

(Ingenieriaindustrialonline, s.f.)

2.6 Herramientas *Lean Manufacturing*

La manufactura esbelta es un modelo enfocado a la eliminación de desperdicios en los procesos de acuerdo a varias herramientas, para incrementar la eficiencia de la empresa.

Es un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación de actividades que no agreguen valor al proceso, pero si implican costo y esfuerzo. La principal filosofía del *Lean Manufacturing* radica en la premisa de que "todo puede hacerse mejor"; de tal manera que en una organización debe existir una búsqueda continua de oportunidades de mejora.

Las ventajas que generan estas herramientas Lean se enfocan en cumplir con la demanda sin bajar los estándares de calidad y minimizando los costos lo más posible.

Dentro del modelo estratégico de Renault ya se usan herramientas *Lean* por su filosofía europea es lógico que nos lleven ventaja en el ámbito de la cultura organizacional, un claro ejemplo es el uso de la herramienta *Kaizen*. (Ingeniería Industrial, s.f.)

2.7 *Kaizen*

Kaizen viene del japonés, de las siglas *Kai*: modificaciones y *Zen*: para mejorar, es decir cambio para mejorar se basa en el principio de integrar de forma activa a todos y cada uno de los trabajadores de una organización en sus continuos procesos de mejora, a través de pequeños aportes que por más sencillos que

parezcan, tienen el potencial de mejorar la eficiencia de las operaciones, y lo que es más importante, crean una cultura organizacional la cual garantiza y promueve la continuidad de los aportes y por ende genera la participación activa del personal en una búsqueda constante de soluciones innovadoras.

En Renault-Ecuador la implementación de esta filosofía *Kaizen* deja una gran impresión, por sus grandes beneficios y por su fortaleza en su carácter cultural, generó una alta disposición al cambio virtud que hace que las organizaciones siempre estén actualizadas y no caigan en la obsolescencia, generó un alto valor al talento humano lo que produce un excelente trato a sus empleados, sustentó la disposición de generación de estándares que es donde esta apuntado este trabajo de titulación. (Ingenieriaindustrial, s.f.)

2.8 Ciclo de *Deming*

Por su filosofía este trabajo de titulación usará herramientas como el ciclo de *Deming* o PDSA, o herramientas como *MOVE Workshop*, que se basan en el ciclo sistemático de *Deming*, auténticas herramientas de la filosofía *Kaizen*.

La optimización del proceso de lavado en seco se iniciará con el ciclo de *Deming* o PDSA es decir:

1. Planificar (*Plan*)

En esta etapa se hará la selección del objeto de mejora, en este caso el proceso definido como lavado en seco se explicará las razones de dicha elección y se definen unos objetivos claros que se deben alcanzar como por ejemplo:

- La situación actual
- El análisis de información (Datos del objeto)
- Objetivo

2. Hacer (*Do*)

Esta etapa corresponde al trabajo de campo de la mejora, es decir la toma de tiempo para el control de la variabilidad, dar propuestas de solución de rápida implementación:

- Propuestas de solución
- Just Do It

3. Estudiar (*Study*)

En esta etapa se comprueba si el objetivo planteado va por buen camino. Por ende comprobamos que se estén alcanzando los resultados o en caso contrario volveremos al Hacer, Este paso incluye:

- Monitorización
- Verificación
- Hallazgos

4. Actuar (*Action*)

Esta es la etapa final y fundamental en la mejora continua, dado que se procede con la optimización, se debe haber comprobado que las medidas han alcanzado los resultados esperados, además, se plantea siempre la posibilidad de seguir mejorando el objeto de análisis.

- Estandarización
- Búsqueda de la optimización

(Ingeniería Industrial, s.f.)

2.9 5s: (Clasificación, Organización, Limpieza, Estandarizar, Disciplina)

Una de las herramientas de Calidad más utilizadas a nivel mundial por su sencillez y su efectividad, es ideada en Japón para el mantenimiento integral es

una técnica utilizada para una estandarización de procesos por que entre sus ventajas trae resultados que aumentan los niveles de calidad, además minimiza los tiempos muertos, y reduce costos.

Esta herramienta en el mundo industrial se la conoce como “*Housekeeping*” por la filosofía que imparte ser amos de casa en el trabajo, lo que refiere al orden, higiene y demás cualidades que nos nacen en nuestro hogar.

En japonés las palabras *Seiri, Seito, Seison, Seiketsu, Shitsuke*, refiere en el castellano a la Clasificación, Organización, Limpieza, Estandarizar y Disciplina respectivamente.

La aplicación de esta técnica requiere compromiso personal, y es muy utilizada por las empresas, ya que se considera que aporta a la calidad de manera eficiente, los pioneros de la calidad aseguran que esta es una costumbre, fácil de obtenerla si la hacemos parte de la vida cotidiana, de ahí nacen las 5s.

Es necesaria la aplicación de esta herramienta en la estandarización de procesos puesto que ninguna empresa estandariza un proceso que no ha pasado por un mejoramiento continuo, ya que si se estandariza algo siempre se lo hará a un proceso mejorado al más productivo, los beneficios de esta implementación se enfocan en el talento humano, la productividad y el espacio laboral, los trabajadores se comprometen, la mejora se hace tarea de todos, se promueve a una cultura de organización antes y después de dejar el área de trabajo, en la productividad, genera menos errores elimina algunos de las 7 mudas del Lean manufacturing como re trabajos, reprocesos, lo movimientos inútiles entre otros, y en el espacio laboral, se consigue más comodidad, orgullo del puesto de trabajo, se obtiene la satisfacción del operario, además de una mejor imagen ante los clientes.

(Ingeniería Industrial, s.f.)

2.10 Siete herramientas de la calidad

Generalmente existen algunas características que se denominan críticas para establecer la calidad de un producto o servicio, y por ello lo más común es efectuar mediciones de dichas características, obteniendo así datos numéricos. Si se mide se puede mejorar, si se mejora se puede estandarizar, entonces para poder realizar un mejor análisis de estos datos resulta útil apoyarse en lo que se denominan técnicas gráficas de calidad, como lo son las siete herramientas de calidad, utilizadas para la solución de problemas atinentes a la calidad.

Estas herramientas son:

- Diagramas de Causa - Efecto
- Gráficos de control
- Diagramas de dispersión
- Diagramas de flujo
- Histogramas
- Planillas de inspección
- Gráficos de Pareto

Todas estas herramientas son útiles para lograr una estandarización de proceso efectiva, en este trabajo de titulación utilizaremos los gráficos de control, diagramas de flujo, plantillas de inspección y los histogramas para la comparación de resultados. (Ingenieriaindustrialonline, s.f.)

2.10.1 Gráficos de Control

Son gráficos que se los plasma mediante una carta de control en donde se registra datos sucesivos de las actividades de un proceso en específico, esta herramienta necesita la media que es la línea central y los límites inferiores y superiores que serán la línea de abajo y arriba sucesivamente, la estandarización de un proceso permite acortar la distancia entre el límite

superior e inferior de la media, esta herramienta nos ayudara a controlar y verificar las ventajas de la estandarización. (Ingenieriaindustrialonline, s.f.)

2.10.2 Plantillas de inspección

Estas plantillas son una herramienta de recolección y registro de información. La principal ventaja de éstas es que dependiendo de su diseño sirven tanto para registrar resultados, como para observar tendencias y dispersiones, por las visitas realizadas al concesionario de Renault Eloy Alfaro y José Queri, la mayoría de dispersiones que se denotan en el proceso de lavado en seco es básicamente en tiempos y calidad por ello se hará el enfoque en estos dos ámbitos. (Ingenieriaindustrialonline, s.f.)

2.10.3 Histogramas

Un histograma o también conocido como diagrama de barras es un gráfico que muestra la frecuencia de cada uno de los resultados cuando se efectúan mediciones sucesivas. Éste gráfico nos permite observar alrededor de qué valor se agrupan las mediciones y cuál es la dispersión alrededor de éste valor. (Ingenieriaindustrialonline, s.f.)

2.10.4 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es una herramienta grafica que permite analizar e identificar las causas más importantes de un problema y también las que son de menos relevancia, esta herramienta ayuda a enfocarse en los problemas cuya mejora tendrá más impacto, lo que permite una mayor optimización, otra ventaja es que proporciona una visión más simple y dinámica de la identificación de problemas.

Su teoría se basa en el conocido 80-20, que quiere decir que el 80% de los resultados se originan con el 20% de los elementos, el principio de Pareto indica que existe muchos problemas sin importancia frente a unos pocos graves, lo que se conoce como “ pocos vitales, muchos triviales”.

Esta herramienta necesita unos criterios de ponderación, el número de errores y la frecuencia con la que estos se repiten, para así poder visualizar de forma real los problemas dados. (Gestiopolis, s.f.)

2.11 Elementos

2.11.1 Tiempo Takt

El tiempo takt es el ritmo de producción al que debe realizarse un producto para satisfacer la demanda del cliente. Ampliando un poco es el latido del corazón en una organización, entre más grande sea la demanda el tiempo takt será menor y viceversa.

$$Takt\ Time = \frac{Tiempo\ de\ Producción\ disponible}{Cantidad\ total\ requerida} \quad \text{(Ecuación 1)}$$

El tiempo de producción disponible es el tiempo de maquila tomando en cuenta las paras, descansos y set up, y la cantidad total requerida es el número de productos que se necesita para un periodo de tiempo.

Para la estandarización del proceso de lavado en seco es fundamental definir el tiempo takt, e incluso definir sus variaciones de tiempo que generan los operarios y el conocido cambio de ciclo.

Es importante controlar la variabilidad en los tiempos de la realización de un proceso para poder realizar una estandarización, es por ello la importancia de los tiempos, puesto que es testimonio esencial para obtener datos estadísticos

como la media y la desviación estándar, datos que nos guiaran a la variabilidad y a su reducción y control. (Mtmingenieros, s.f.)

2.11.2 SWIP

Es parte del inventario y son todas las materias primas que ingresan al proceso de transformación pero por diversas razones tales como el tiempo, cambios de turnos, paradas de máquinas y demás no se convierte en producto terminado.

Entonces el trabajo en proceso estándar es el número o cantidad mínima de insumos que se deben realizar para poder terminar la secuencia productiva sin interrupciones. Esto se realiza para no tener desperdicios de sobreproducción y se determina con la secuencia de trabajo y el plano del lugar de trabajo. (Inventarios, s.f.)

2.11.3 Secuencia de trabajo

Son todas las actividades ordenadas de principio a fin que realiza el operario para completar una operación. Dentro de la estandarización, la secuencia de trabajo debe estar definida en:

- Cuál es la secuencia a seguir.
- El tiempo que se demora en realizar dicha secuencia.
- Cómo se va a medir los resultados o la correcta realización de la operación. (Ingeniería de operaciones, s.f.)

Es importante que todas las secuencias deben ser menores o iguales al tiempo takt, ya que si se pasa no se cumpliría con la satisfacción de la demanda.

2.11.4 Formato

Como lo dicho anteriormente para la estandarización de procesos hay varias herramientas, se ha considerado un instrumento mundial en este ámbito la

conocida SOS que es una hoja de trabajo estandarizado que establece la secuencia de elementos del colaborador, los tiempos que se necesita para cada uno, los recorridos, los puntos de atención antes mencionados y los diferentes desperdicios.

2.11.5 JES

Dentro de un proceso hay varios elementos, y uno de ellos es cada actividad que se requieren para completar una operación.

Una JES explica detalladamente los pasos que se necesita para realizar un elemento, tomando en cuenta observaciones especiales de la actividad, descripciones gráficas y puntos de atención respecto a calidad y seguridad.

Esta hoja de elementos de trabajo ayuda a tener normalizada la actividad que se debe realizar y así ser proveedora de solución de problemas, balanceo de líneas, mejoramiento continuo y sobre todo brindar información para los nuevos colaboradores. (UPS, s.f.)

2.12 Gestión por procesos

La gestión de procesos es un enfoque metodológico, uso de técnicas y herramientas que comprende los aspectos relacionados al mejoramiento y al cambio radical de los procesos, su implantación en la organización, la visualización de nuevas estrategias de trabajo, el diseño o rediseño de las actividades, también se puede definir a la gestión por procesos como la administración y control de todas las actividades que se realizan en una empresa, dentro de la cadena de valor interna de Renault se sabe que su enfoque es hacia el cliente y hacia los procesos, un proceso es el conjunto de actividades mutuamente relacionados o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados. Por tal motivo, los procesos en una

organización son el corazón de esta, la propuesta de estandarización se la hará bajo estos enfoques. (Medina, 2005, pp. 15-30)

2.13 Mapa de procesos

El concesionario de Renault Eloy Alfaro y José Queri está lleno de procesos, pero estos se pueden clasificar según la función que realizan dentro de la empresa en estratégicos, fundamentales y de soporte.

Procesos Estratégicos: son aquellos que analizan las necesidades y condiciones externas como el mercado, las leyes y la sociedad y las internas como las oportunidades y debilidades; para direccionar de la mejor forma a la organización.

Procesos Fundamentales: son los procesos que añaden valor al producto o servicio. Al final de ellos la satisfacción del cliente se obtiene y depende de estos procesos.

Procesos de Soporte: son los procesos que deben proveer y ayudar con todos los recursos necesarios para todos los procesos dentro de la organización.

El proceso lavado en seco se lo considera un proceso fundamental, ya que al cliente se le llega por lo que ve, un lavado al detalle es imagen y valor agregado para el cliente. (Villegas, 2013, pp. 20-40)

2.14 Cadena de valor

La filosofía de Renault enfoca su cadena de abastecimiento al cliente y a los procesos por esta razón, la cadena de valor es una herramienta sumamente importante ya que analiza los procesos para establecer mejoras, y analiza todas las actividades para generar ventajas competitivas.

2.15 Diagrama de flujo

Un diagrama de flujo es la representación gráfica de un proceso, cada paso en cada proceso tiene un símbolo diferente que describe que tipo de actividad se realiza.

Las empresas lo utilizan siempre ya que es una herramienta que permite visualizar fácilmente las actividades a realizar en cada proceso, la relación secuencial, el flujo de materiales e información, incluso permite visualizar en que momento es necesaria una inspección y el momento exacto en el que se necesita tomar una decisión, otra de sus ventajas es que puede anticipar las demoras y cuando se necesite transporte.

La representación de estos diagramas de flujo depende de cada empresa y del enfoque que estas los den por ejemplo existen diagramas de: Actividades hombre, actividades maquinas, flujogramas, estudio de tiempos, entre otros. (AITECO, s.f.)

2.16 Manual de procesos

Un manual de procesos o también conocido como manual de procedimientos es un instrumento que facilita el desenvolvimiento de las actividades de un área o puesto de trabajo.

El manual de procesos implica además de las actividades en el orden secuencial, la determinación del tiempo de cada una de ellas, también el uso de recursos y materiales necesarios, y la aplicación de métodos específicos de trabajo y métodos de control, con el fin de lograr un desarrollo eficiente y eficaz del proceso.

Un manual de procesos debe contar con varios elementos importantes para su realización, este contenido es: objetivos, áreas de aplicación, responsables, diagramas de flujo, hoja de operaciones, indicadores. (Monografias.com, s.f.)

2.17 Hoja de operaciones

Una hoja de operaciones básicamente es un instructivo de realización de una actividad o proceso específico, para este trabajo de titulación se realizará una hoja de operaciones bastante detallada y dinámica con el fin de facilitar el entendimiento al operario, se definirá el orden secuencial de las actividades, el tiempo óptimo de realización de cada una de estas, los EPP requeridos, y los materiales utilizados.

2.18 Herramientas estadísticas

Una necesidad en la estandarización es saber la capacidad del proceso y para ello es sumamente importante evaluar la variabilidad y tendencia central de este, existen herramientas estadísticas que nos ayudan al control de estas variables.

En algunas de las herramientas Lean mencionadas anteriormente será necesario la recolección de datos, pero no solo basta dicha recolección si no también datos estadísticos que las corroboren.

En los histogramas se necesita saber la dispersión en la toma de datos, y estadísticamente la dispersión indica que tan cercanos o lejanos se encuentran los valores unos de otros.

Dichos valores pueden pertenecer a un conjunto de datos agrupados (distribuciones de frecuencias) o no agrupados (ordenados de acuerdo a su

magnitud). Las medidas de dispersión que son más comunes son: rango, desviación media, desviación estándar, varianza.

Para encontrar la variabilidad que es la medida que informa el grado de dispersión que presentan los datos en comparación de su media, se necesitan los datos de los tiempos y a su vez sacar la desviación estándar y la media de estos.

La desviación estándar se la calcula de dos maneras dependiendo si es que tenemos datos agrupados o no agrupados, mientras que la media es el valor de la variable de la posición central de los datos, está casi siempre coincide con el promedio.

La desviación estándar se denota por s .

Datos no agrupados

Se define como

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2}{n}}$$

Datos agrupados

Si x_1, x_2, \dots, x_k ocurren con frecuencias f_1, f_2, \dots, f_k , respectivamente, la desviación típica se expresa como:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n f_j (x_j - \bar{x})^2}{n}}$$

Consiguiendo los datos de la desviación estándar y de la media se calcula la variabilidad, variable importante para comenzar con el control estadístico para proseguir con la estandarización.

Otros datos estadísticos importantes en la investigación son el Cp y el Cpk. (Monografias.com, s.f.)

2.18.1 Cp y Cpk

En la estadística el Cp es el valor resultante del límite inferior y el límite superior, el Cpk es un índice de captabilidad que se utiliza para comprobar la calidad del proceso, y trabaja conjuntamente con el Cp, su importancia está en que nos permite saber si la media natural del proceso se encuentra o no centrada, ya que se necesita dicha media y la desviación estándar para obtener la variabilidad.

2.19 Variabilidad

Como lo plantea Kaoru Ishikawa para un proceso se necesitan varios factores como la mano de obra, la maquinaria requerida, los métodos a emplear, diferentes materiales, y un medio ambiente adecuado, todos estos factores pueden causar variabilidad en un proceso.

La variabilidad de un proceso se la conoce como los cambios inevitables que sufre dicho proceso ya sean pequeños o grandes, siempre llegan a afectar, ya que se dice que el mayor enemigo de un proceso es la variación.

Una de los legados dejados por el Dr. Deming es la teoría de la casualidad en donde plantea que todo efecto y defecto tiene una causa, por ende el control de la variabilidad solo puede encontrarse en sus causas, principalmente haciendo el control de su causa raíz.

El problema está que muchas empresas aceptan la variabilidad como un problema que siempre estará, pero lo que ignoran es que hay como controlarlo y reducirlo.

La desviación estándar es una de las formas más sencillas de controlar la variación, siempre se necesita un indicador en este caso se utilizará tiempos y productos. (Oszielmedina., s.f.)

La importancia de la variabilidad de un proceso es inimaginable, pues puede llegar a afectar la calidad del producto, su costo, sus tiempos de proceso entre otros factores, además que es un factor primordial para el reajuste de un proceso o la optimización de este.

Si se entiende el proceso de variabilidad y se mide por medio de la desviación estándar se puede llegar a lo que se conoce como límites de variación, que son los rangos aceptables de variación, lo que elimina la incertidumbre y optimiza el proceso.

En un proceso de producción el principio de variabilidad es muy difícil de percibir, ya que se asume que el trabajo que se realiza con la misma máquina, materiales idénticos y la misma mano de obra debe ser igual todas las veces, pero algo que nos ha enseñado la estadística es que nada en este mundo es igual, pero a su vez nos ha enseñado que estas variaciones pueden medirse con lo cual podemos determinar el comportamiento del proceso.

En producción existen dos tipos de variabilidad, la identificable y la aleatoria. La identificable como su palabra lo dice se produce por factores que se pueden identificar esta variabilidad no presenta un comportamiento estadístico por lo que es más fácil su control, como por ejemplo la avería de las herramientas, errores constantes en la mano de obra es decir el método, el medio ambiente etc.

Mientras que las aleatorias si presentan comportamiento estadístico y es predecible con él un control sobre el mismo como por ejemplo los tiempos de realización de la operación, el uso de productos, el desgaste de la maquinaria y herramientas entre otros.

Se considera aceptable que el 85% de la variabilidad sea identificable y el 15% sea aleatorio, esto no se considera regla ya que todo depende de los límites establecidos y del proceso en sí.

Lo que sí es regla es que mientras menos variabilidad más productividad. Se profundizará los factores de variabilidad encontrados en Renault más adelante. (Oszielmedina., s.f.)

2.20 Coeficiente de correlación

En la estadística puede ocurrir que dos variables de una distribución bidimensional tengan relación entre sí, por ejemplo en un salón de clase se toman muestras del peso y estatura de los estudiantes y es muy posible que exista dicha relación es decir que: mientras más alto es el estudiante, más pesado será.

El coeficiente de correlación es el encargado de medir el grado de intensidad de la posible relación de variables, la correlación se utiliza para saber si existe una dependencia lineal entre un variable X con una variable Y aleatoria.

El cálculo del coeficiente de correlación, se calcula con la siguiente fórmula:

$$r = \frac{1/n * \sum (x_i - \bar{x}_m) * (y_i - \bar{y}_m)}{\left((1/n * \sum (x_i - \bar{x}_m)^2) * (1/n * \sum (y_i - \bar{y}_m)^2) \right)^{1/2}} \quad \text{(Ecuación 2)}$$

El numerador o también conocido como covarianza es la sumatoria de cada variable X menos su media, multiplicada por cada variable Y menos su media, a este valor se lo divide para el tamaño de muestra.

Mientras que el denominador es la raíz cuadrada de las varianzas de las variables "X" y "Y".

Los posibles valores del coeficiente de correlación fluctúan entre $-1 < r < 1$ lo que quiere decir que si el valor del coeficiente está más cercano al uno, sea positivo o negativo, la relación es más fuerte, en cambio sí está más cerca del cero la relación es casi nula. (Aula Facil, s.f.)

2.21 Estudios de tiempos

Dentro de la amplia rama de la medición del trabajo y la productividad esta una técnica conocida como el estudio de tiempos y movimientos, que permite determinar el tiempo que se demora un trabajador especializado en realizar una determinada actividad según una metodología preestablecida.

Esta técnica también ayuda a identificar cuellos de botella y el ritmo de producción.

Para el estudio de tiempos es necesario sacar varias muestras aleatorias para ser más exactos en los resultados obtenidos, además de seguir todas las etapas ya definidas para esta medición del trabajo. (Gonzalez, s.f.)

Tabla 1.
Estudio de tiempos

SELECCIONAR	El trabajo que va a ser objeto de estudio.
REGISTRAR	Todos los datos relativos a las circunstancias en que se realiza el trabajo, a los métodos y a los elementos de actividad que suponen.
EXAMINAR	Los datos registrados y el detalle de los elementos con sentido crítico para verificar si se utilizan los métodos y movimientos más eficaces, y separar los elementos improductivos o extraños de los productivos.
MEDIR	La cantidad de trabajo de cada elemento, expresándola en tiempo, mediante la técnica más apropiada de medición del trabajo.
COMPILAR	El tiempo estándar de la operación previendo, en caso de estudio de tiempos con cronómetro, suplementos para breves descansos, necesidades personales, etc.
DEFINIR	Con precisión la serie de actividades y el método de operación a los que corresponde el tiempo computado y notificar que ese será el tiempo estándar para las actividades y métodos especificados.

Tomado de (*Ingenieriaindustrial, s.f.*)

2.22 Cuello de botella

En una cadena de producción se considera cuello de botella al proceso productivo más lento, es considerado como una restricción en el proceso productivo ya que es el proceso que tiene la capacidad más baja de todas las operaciones, esto en la capacidad del sistema produce una caída de eficiencia ya que siempre acumula inventario de las etapas previas y genera tiempos muertos de las etapas posteriores. El flujo de producción se trabaja a la capacidad del cuello de botella es decir que este es el que marca el ritmo de producción. (Romero, 2016)

2.23 Árbol de definición de problemas

El árbol de definición de problemas o también conocido como árbol problemático es una herramienta Lean utilizada para proyectos de mejora continua que ayuda a registrar y organizar correctamente las dificultades que se están teniendo para el cumplimiento de las metas u objetivos, esta herramienta permite secuenciar todas aquellas variables y eventos que influyen en el problema. (SSWM, s.f.)

El resultado que se obtiene es la definición del problema.

2.24 Propuesta de optimización

Con todas estas herramientas y definiciones se comenzará a realizar la propuesta de optimización del proceso “lavado”, la metodología que se utilizará imparte los conocimientos obtenidos en la carrera de Ingeniera en Producción Industrial, con estos conocimientos es posible seguir la filosofía Lean que tiene la empresa Renault y levantar un proyecto a la altura y con las exigencias de una organización reconocida a nivel mundial.

2.25 Conceptos para entendimiento del proyecto

2.25.1 PDI

Alistamiento de autos nuevos para entrega

2.25.2 Mezcla

Preparación de los insumos para comenzar con la jornada laboral

2.25.3 Las S'

Al inicio y al final del proceso se hacen la revisión del cumplimiento de la herramienta 5S'

3. Capítulo III. Situación Actual

El proyecto de optimización lo enfocaremos en el área del lavado en el concesionario de Renault Eloy Alfaro y José Queri, la información extraída se obtuvo del departamento de Mejora continua, el jefe de Taller, la experiencia de los operarios que desenvuelven la tarea y trabajo de investigación.

Este estudio se realizará en base de variabilidad del proceso considerado cuello de botella, obteniendo datos de los procesos que intervienen en el área de trabajo.

3.1 Introducción al proceso de Lavado

Se debe entender el proceso de lavado para poder determinar y entender la situación actual. El flujo del proceso se puede ver a continuación (**Anexo 3**)

3.1.1 Diagrama de flujo proceso de lavado tradicional

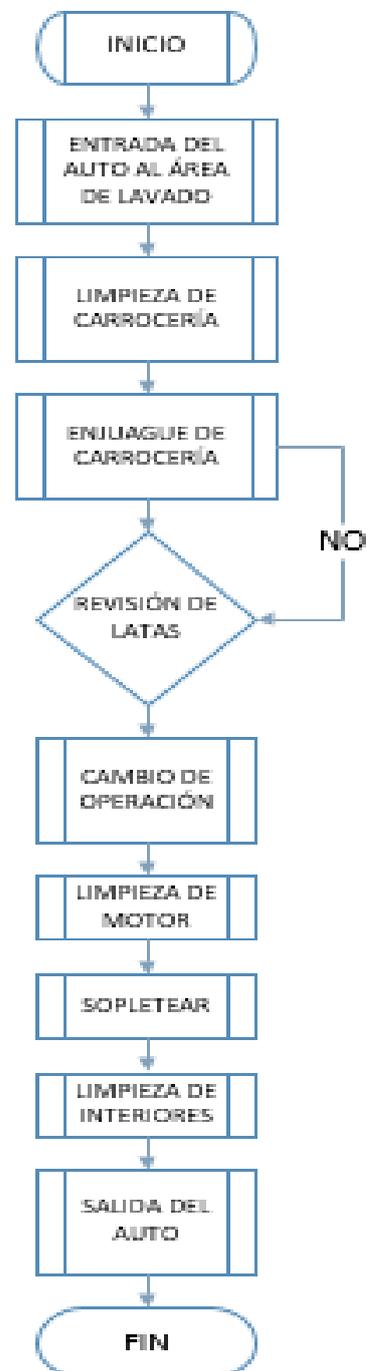


Figura 4. Diagrama de flujo proceso de lavado original

3.2 5s: (Clasificación, Organización, Limpieza, Higiene, Disciplina)

El departamento de Mejora continua de AYASA ha establecido varias herramientas Lean Manufacturing, sus integrantes son Mrs. Kaizen, filosofía de cambio para mejorar, una de sus valiosas aportaciones fue la implementación de la herramienta de las 5s' en el área de lavado.

Los operarios que día a día se desenvuelven en este proceso tienen conocimiento de esta metodología utilizada pero aseguran que es muy difícil mantenerla y cumplirla.

Se ha hecho un estudio siguiendo formatos internacionales de verificación del cumplimiento de las 5's y se puede evidenciar que lo mencionado por los operarios no es del todo incierto. (Industrias, s.f.)

Esta evaluación es sobre 80 puntos dividido en porcentuales, para la S' clasificar 20%, para las otras 4S' 15% a cada una, lo que llega a un 80%.

Para determinar el nivel de cumplimiento (se dividirá el puntaje obtenido sobre el puntaje posible * 100), y se establece que un 79% es NO satisfactorio, y que igual o mayor al 80% es Aprobado

Los criterios de evaluación se muestran de la siguiente manera

Tabla 2.
Criterios de Evaluación

Criterios de Evaluación	
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Aceptable
1	Malo
0	Muy malo

La evaluación se realizó por el formato y se obtiene los siguientes datos

Tabla 3.
Formato de evaluación de la 5s

Formato de evaluación de las 5s'		
Autor: Alvaro Acosta		Area: Lavado
		Fecha: 22/03/2017
SEIRI – Clasificar: "Mantener solo lo necesario"		
Descripción	Calificación	Comentarios de mejora
¿Hay equipos o herramientas que no se utilicen o innecesarios en el área de trabajo?	3	Acercar mas el banco ya que siempre lo utilizan para los techos
¿Existen herramienta en mal estado o inservible?	2	Aveces hay problemas con el estado de la maquinaria
¿Están los pasillos bloqueados o dificultando el tránsito? ¿En el área hay cofias, cubre bocas, papeles, etc. que son innecesarios?	4	El orden es aceptable
Suma	9	/0,2
Suma total	1,8	
SEITON – Organizar: "Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar"		
Descripción	Calificación	Comentarios de mejora
¿Hay materiales fuera de su lugar o carecen de lugar asignado?	3	Asignar un lugar especificos para TODOS los materiales
¿Están materiales y/o herramientas fuera del alcance del usuario?	2	Se observo veces que un operario tuvo que ir a buscar el material necesario
¿Le falta delimitación e identificación al área de trabajo y a los pasillos?	3	
Suma	8	/0,15
Suma total	1,2	
SEISO – Limpieza: "Una área de trabajo impecable"		
Descripción	Calificación	Comentarios de mejora
¿Existen fugas de aceite, agua o aire en el área?	3	Controlar los desperdicios que se generan despues de cada auto lavado
¿Existe suciedad, polvo o basura en el área de trabajo (pisos, paredes, ventanas, bancos, etc.)?	5	Cumple con un excelente cumplimiento
¿Están equipos y/o herramientas sucios?	3	El uso continuo genera suciedad en los equipos
Suma	11	/0,15
Suma total	1,65	
SEIKETSU - Estandarizar "Todo siempre igual"		
Descripción	Calificación	Comentarios de mejora
¿El personal conoce y realiza la operación de forma adecuada?	4	El personal se desenvuelve bien
¿Sólo están las carpetas con la documentación necesaria para las operaciones en las estaciones de trabajo?	2	Existe la documentacion pero las operaciones no son realizadas exactamente como se sugiere
¿Se realiza la operación o tarea de forma repetitiva?	1	Trabajo muy repetitivo y monotono
¿Las identificaciones y señalamientos son iguales y estandarizados?	2	No existe mayor senalizacion
Suma	9	/0,15
Suma total	1,35	

SHITSUKE– Autodisciplina: "Seguir las reglas y ser consistente"		
Descripción	Calificación	Comentarios de mejora
¿El personal conoce las 5S's, ha recibido capacitación al respecto?	4	
¿Se aplica la cultura de las 5S's, se practican continuamente los principios de clasificación, orden y limpieza?	2	A los operarios en los días de alta demanda se les complica el cumplimiento de la cultura
¿Completó la auditoria semanal y se graficaron los resultados en el pizarrón de desempeño? ¿se implementaron las medidas correctivas?	0	No existe control de las 5s' en esta area
Suma	6	/0,15
Suma total	0,9	

Con estos resultados se puede observar que la evaluación cumple con los parámetros de cumplimiento

Tabla 4.
Ponderación con regla de tres

6,9	8
x	10
x	8,625
Aprobado	86,25

Las estadísticas son las siguientes.

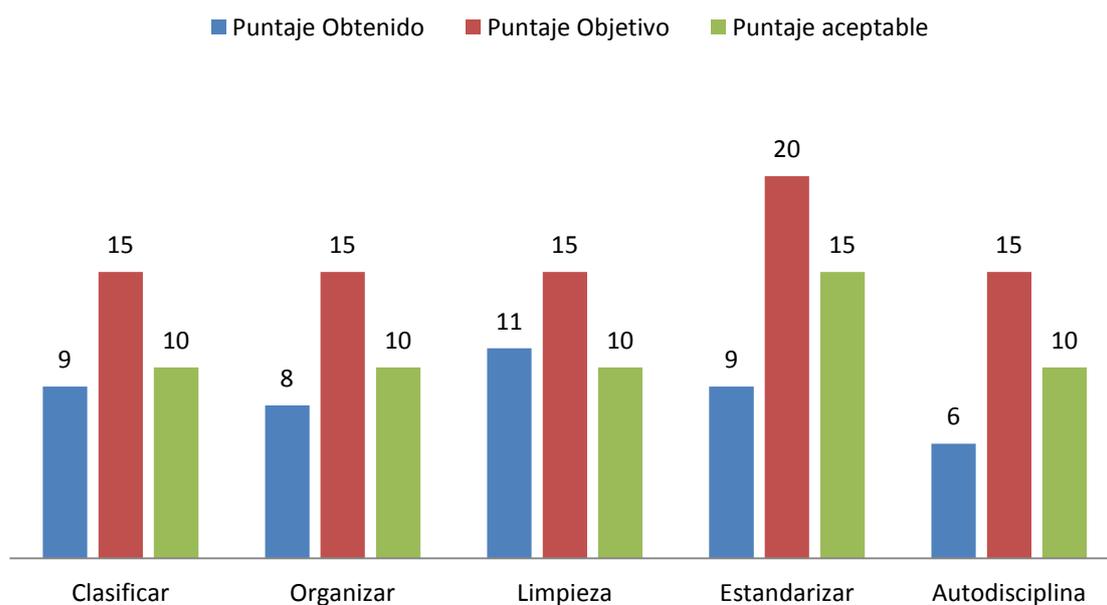


Figura 5. Estadísticas de cumplimiento 5s'

Tabla 5.
Estadísticas

Estadísticas				
5S'	Puntaje Obtenido	Puntaje Objetivo	% Cumplimiento	Puntaje aceptable
Clasificar	9	15	60%	10
Organizar	8	15	53%	10
Limpieza	11	15	73%	10
Estandarizar	9	20	45%	15
Autodisciplina	6	15	40%	10

Como se puede observar en la tabla 5, se muestran los valores del puntaje obtenido, objetivo y el aceptable, con el fin de evidenciar el nivel de cumplimiento en cada uno de los puntos, se muestran de manera mas dinámica en la figura 5.

3.3 Variabilidad del proceso

Para tener constancia de que las actividades muestran un nivel de variabilidad, se realizó un estudio a base de una toma de datos en el concesionario de Renault Eloy Alfaro y José Queri, con un formato para levantamiento de procesos, se evaluó un total de 54 muestras, el jefe de taller aseguró que los todos los días las demandas fluctúan entre 15 y 20 autos diarios, y que esta demanda siempre se mantiene constante, 3 días de la semana y de manera aleatoria se realizó el levantamiento de información, y se tomó el 100% de las muestras, se obtuvieron 18,17,19 muestras respectivamente, cada uno de los días.

El formato que se utilizó es el siguiente: **(Anexo 4)**

Tabla 6.
Formato levantamiento de procesos

 RENAULT	AYASA S.A
	Renault
	Eloy alfaro y jose queri

Objetivo:	Proceso de lavado
Entradas:	Renault Logan
Proveedores:	EcoDetailing
Salidas:	Auto para entrega
Operarios:	3
Indicadores:	Tiempo
Recursos:	micronibras, productos eco, soplete, bomba
Dificultad	Media
Impacto:	Alto para el cliente

N°	ACTIVIDAD	TIEMPO (minutos estimado)	SIMBOLO					OBS.	
									
1	Entrada		0:50				0:40	Esperas	
2	L. Carroceria		3:06		0:12				
3	E. Carroceria		2:25						
4	R. Latas			0:10				Revision	
5	C.operacion						0:08	Set up	
6	Motor		3:10	0:06	0:25				
7	Sopletear		0:32	0:08					
8	Interiores		9:36	0:12			1:01	Distracciones	
9	Salida/Entreg				0:40				
10	Tiempo total		23:21						

El levantamiento de información requirió 54 muestras una de ellas se evidencia en la tabla 6, se consideró las 9 actividades realizadas en el proceso de lavado que son: la entrada del auto al proceso, limpieza de carrocería, enjuague de

carrocería, revisión de latas, cambio de operación, motor, sopletear, interiores y la salida del auto para la entrega al cliente.

3.3.1 Variabilidad de todas las actividades del proceso

Para obtener la variabilidad de todas las actividades se realizó la toma de datos de manera muy detallada dentro de todo el proceso, se separó cada actividad en fracciones que en su suma llegan al tiempo total, todo esto con el fin de profundizar, y saber qué actividad dentro del proceso es aquella con más problemas.

A continuación, se mostrará el detalle de cada una de las actividades, se visualizará una tabla con las 54 muestras, que reflejan el tiempo implicado en cada actividad, se podrá apreciar datos estadísticos como la media, la desviación estándar y la variabilidad del proceso.

Además de manera más dinámica se podrá visualizar un gráfico de control estadístico donde el eje de las X representa el número de muestras, el eje de las Y el tiempo empleado, se visualiza la media, el límite inferior, el límite superior y las muestras fluctuando entre estos parámetros.

El límite inferior y superior se los obtuvo con la fórmula dada en el libro de Green Belt, obtenido del control estadístico de procesos, se define los límites por medias y rangos que son los datos con los que este estudio cuenta.

Formulas por medias y rangos (límites de control)

$$LSC = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R}$$

$$LC = \bar{\bar{X}}$$

$$LIC = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R}$$

Adaptado de Green Belt (Belt, 2016, pp.314)

La variable x representa la media, la variable r el rango, y la variable A representa una constante que depende del número de muestras (n).

3.3.2 Variabilidad en la actividad entrada del auto al taller

Esta actividad engloba el tiempo empleado para dirigir el auto desde que este sale de la bahía de trabajo ya sea haciéndose mantenimiento, revisión o reparación, y entra al proceso final, el lavado, este proceso es considerado cuello de botella ya que es común generar demoras y acumular trabajo, por lo que se tomará en cuenta como un factor importante para la optimización

Los tiempos tomados se pueden observar a continuación

Tabla 7.
Entrada al proceso de lavado

Entrada al proceso de lavado			
Muestra			Total
1	0:50	0:40	1:30
2	0:42	0:40	1:22
3	0:43	0:08	0:51
4	0:51	0:00	0:51
5	0:39	0:00	0:39
6	0:35	0:55	1:30
7	0:40	0:41	1:21
8	0:38	1:01	1:39
9	0:37	0:00	0:37
10	0:41	0:00	0:41
11	0:50	0:00	0:50
12	0:36	0:45	1:21
13	0:36	0:36	1:12
14	0:42	0:52	1:34
15	0:38	0:00	0:38
16	0:44	0:00	0:44
17	0:46	0:00	0:46
18	0:41	1:10	1:51
19	0:39	0:23	1:02
20	0:49	0:48	1:37
21	0:47	0:00	0:47
22	0:50	0:00	0:50
23	0:39	0:42	1:21
24	0:38	0:00	0:38
25	0:41	0:00	0:41
26	0:48	0:50	1:38
27	0:35	1:12	1:47
28	0:36	0:42	1:18
29	0:50	0:36	1:26
30	0:39	0:00	0:39
31	0:38	0:12	0:50
32	0:41	0:00	0:41
33	0:48	1:25	2:13
34	0:35	1:12	1:47
35	0:36	0:45	1:21
36	0:50	0:30	1:20
37	0:34	0:00	0:34
38	0:35	0:14	0:49
39	0:35	0:00	0:35
40	0:37	1:12	1:49
41	0:43	0:48	1:31
42	0:37	0:05	0:42
43	0:36	0:04	0:40
44	0:40	0:00	0:40
45	0:41	0:50	1:31
46	0:39	1:25	2:04
47	0:44	0:32	1:16
48	0:32	1:26	1:58
49	0:40	0:03	0:43
50	0:41	0:05	0:46
51	0:39	0:09	0:48
52	0:44	0:50	1:34
53	0:30	0:45	1:15
54	0:45	0:30	1:15

Tabla 8.
Resultados entrada al proceso de lavado

Media	X	0:40	0:28	1:09
Desviacion estandar	Ds	0:05	0:27	0:27
Variabilidad	V	12,81%	97,05%	39,69%

Esta actividad en movimientos realizados se demora en promedio 0:40 segundos con un desviación de 0:05 segundos, tiene demoras de 0:28 segundos con una desviación bastante alta de 0:27 segundos lo que genera una variabilidad del 97.05%, el tiempo promedio total de esta actividad es de 1:09 minutos con una desviación de 0:27 segundos, la variabilidad de la actividad es del 39.69%.

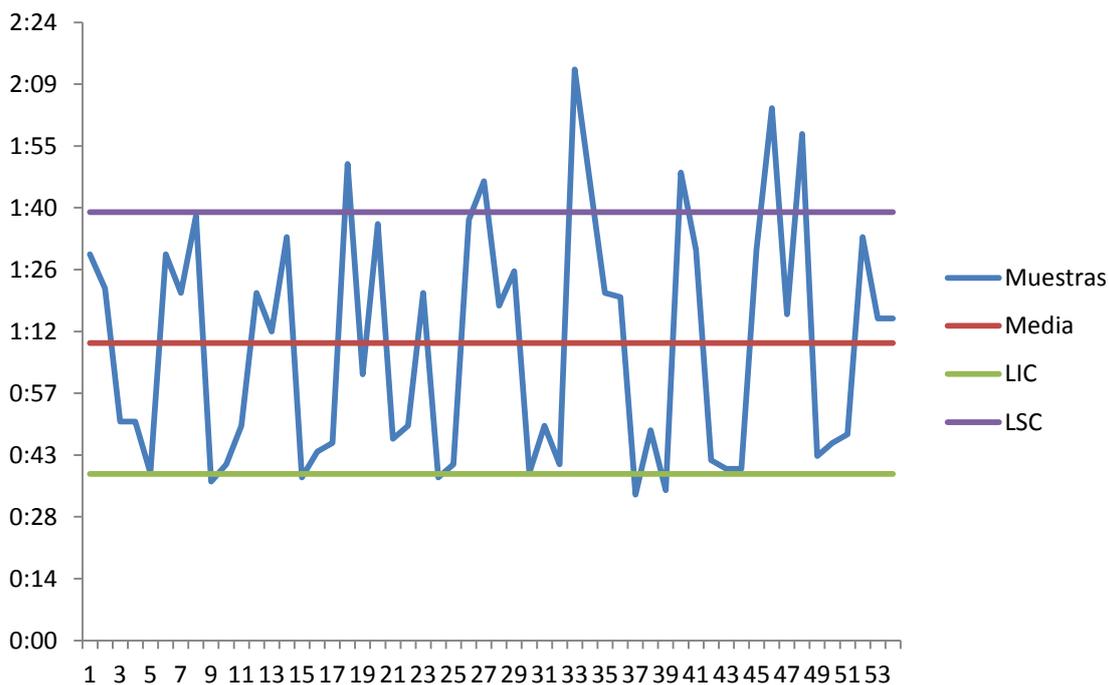


Figura 6. Variabilidad entrada al proceso de lavado

3.3.3 Variabilidad en la actividad limpieza de carrocería

En esta actividad se realiza la limpieza de todo lo que es el exterior del vehículo, en todas las ocasiones se observó que el operario hace un movimiento para ir a buscar una escalera que esta fuera del área de trabajo.

Tabla 9.
Limpieza de carrocería

Limpieza de carrocería			
Muestra			Total
1	3:06	0:12	3:18
2	3:24	0:10	3:34
3	3:15	0:13	3:28
4	3:16	0:11	3:27
5	3:18	0:10	3:28
6	3:08	0:10	3:18
7	3:06	0:11	3:17
8	3:12	0:10	3:22
9	3:10	0:12	3:22
10	3:11	0:12	3:23
11	3:12	0:12	3:24
12	3:08	0:11	3:19
13	3:12	0:12	3:24
14	3:06	0:10	3:16
15	3:06	0:13	3:19
16	3:11	0:11	3:22
17	3:07	0:10	3:17
18	3:06	0:10	3:16
19	3:06	0:11	3:17
20	3:08	0:10	3:18
21	3:12	0:12	3:24
22	3:14	0:12	3:26
23	3:12	0:12	3:24
24	3:11	0:11	3:22
25	3:06	0:12	3:18
26	3:11	0:10	3:21
27	3:07	0:13	3:20
28	3:06	0:11	3:17
29	3:08	0:10	3:18
30	3:24	0:10	3:34
31	3:12	0:11	3:23
32	3:14	0:10	3:24
33	2:28	0:06	2:34
34	2:25	0:10	2:35
35	3:07	0:11	3:18
36	3:06	0:11	3:17
37	3:10	0:10	3:20
38	3:12	0:12	3:24
39	3:10	0:13	3:23
40	2:30	0:11	2:41
41	2:45	0:12	2:57
42	3:10	0:10	3:20
43	3:09	0:12	3:21
44	3:11	0:10	3:21
45	2:41	0:12	2:53
46	3:06	0:13	3:19
47	2:50	0:11	3:01
48	2:10	0:12	2:22
49	2:47	0:10	2:57
50	3:09	0:12	3:21
51	3:11	0:11	3:22
52	2:58	0:12	3:10
53	2:44	0:10	2:54
54	3:06	0:12	3:18

Tabla 10.
Resultados limpieza de carrocería

Media	X	3:04	0:11	3:15
Desviacion estandar	Ds	0:14	0:01	0:14
Variabilidad	V	7,90%	11,07%	7,58%

En esta actividad la operación en si tiene una media de 3:04 minutos con una desviación estándar de 0:14 segundos, el movimiento realizado para ir a buscar la escalera es en promedio de 0:11 segundos, el tiempo total tiene un promedio de 3:15 minutos con una desviación estándar de 0:14 segundos lo que marca una variabilidad del 7.58 %

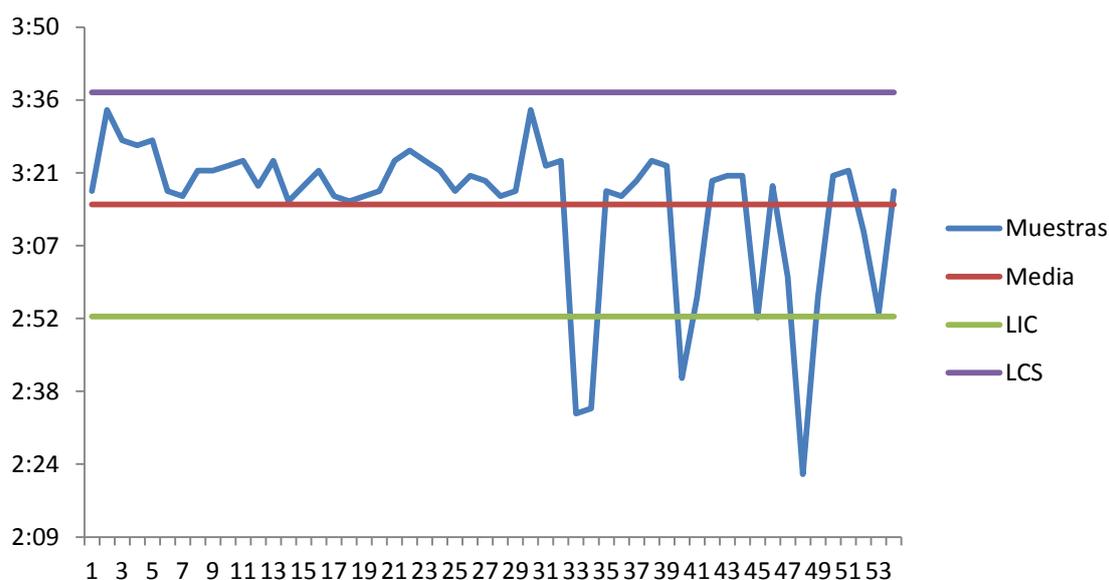


Figura 7. Variabilidad limpieza de carrocería

3.3.4 Variabilidad en la actividad enjuague de carrocería

En esta actividad el operario se encarga de retirar todos los residuos generados por la actividad limpieza de carrocería, la extracción de dichos residuos es mediante una hidrolavadora, herramienta que utiliza grandes cantidades de agua.

Tabla 11.
Enjuague de carrocería

Enjuague de carrocería		
Muestra		Total
1	2:25	2:25
2	2:26	2:26
3	2:25	2:25
4	2:30	2:30
5	2:28	2:28
6	2:25	2:25
7	2:25	2:25
8	2:25	2:25
9	2:40	2:40
10	2:25	2:25
11	2:25	2:25
12	2:29	2:29
13	2:32	2:32
14	2:28	2:28
15	2:25	2:25
16	2:28	2:28
17	2:25	2:25
18	2:28	2:28
19	2:32	2:32
20	2:25	2:25
21	2:25	2:25
22	2:26	2:26
23	2:27	2:27
24	2:29	2:29
25	2:25	2:25
26	2:40	2:40
27	2:36	2:36
28	2:30	2:30
29	2:28	2:28
30	2:32	2:32
31	2:28	2:28
32	2:25	2:25
33	2:12	2:12
34	2:25	2:25
35	2:25	2:25
36	2:29	2:29
37	2:32	2:32
38	2:28	2:28
39	2:25	2:25
40	2:28	2:28
41	2:30	2:30
42	2:32	2:32
43	2:32	2:32
44	2:40	2:40
45	2:25	2:25
46	2:12	2:12
47	2:25	2:25
48	2:29	2:29
49	2:25	2:25
50	2:40	2:40
51	2:25	2:25
52	2:12	2:12
53	2:14	2:14
54	2:26	2:26

Tabla 12.
Resultados enjuague de carrocería

Media	X	2:27	2:27
Desviación estandar	Ds	0:05	0:05
Variabilidad	V	4,04%	4,04%

La operación tiene un promedio de 2:27 minutos con una desviación estándar de 0:05 segundos y la variabilidad es relativamente baja tan solo el 4.04%, haciéndola una de las actividades más productivas de todo el proceso.

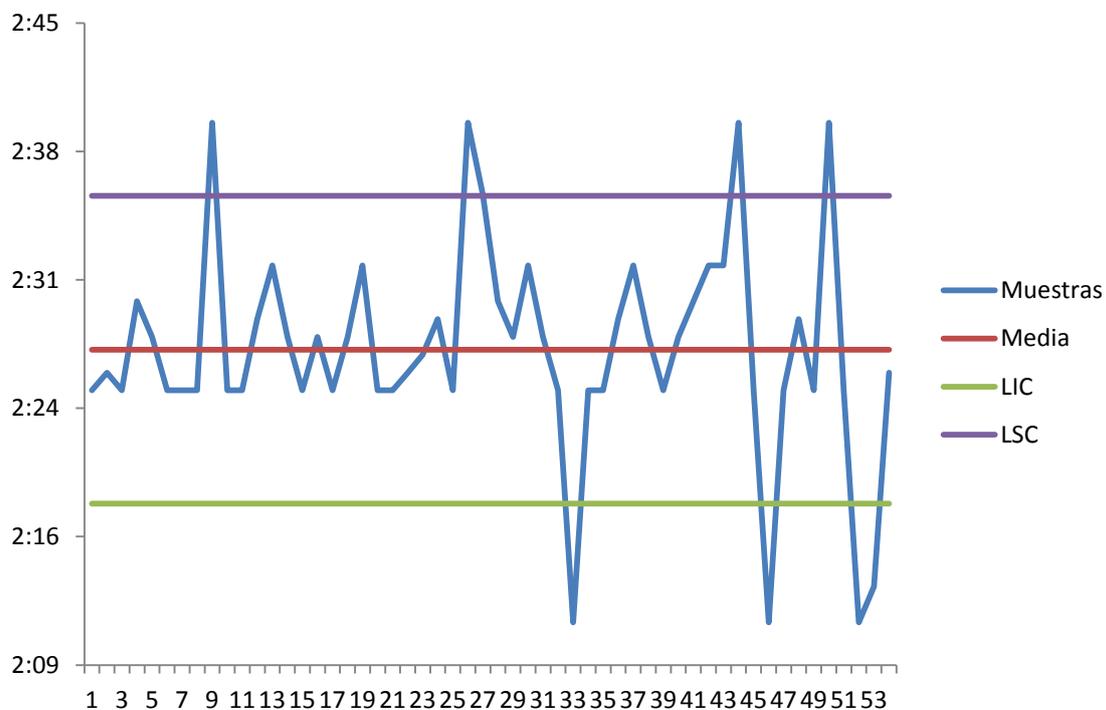


Figura 8. Variabilidad enjuague de carrocería

3.3.5 Variabilidad en la actividad inspección de carrocería

Esta actividad es sumamente corta se hace una revisión de que no haya residuos luego del enjuague.

Tabla 13.
Inspección de carrocería (latas)

Inspeccion de la latas		
Muestra		Total
1	0:10	0:10
2	0:10	0:10
3	0:12	0:12
4	0:14	0:14
5	0:14	0:14
6	0:11	0:11
7	0:14	0:14
8	0:12	0:12
9	0:10	0:10
10	0:10	0:10
11	0:15	0:15
12	0:11	0:11
13	0:18	0:18
14	0:17	0:17
15	0:12	0:12
16	0:10	0:10
17	0:10	0:10
18	0:10	0:10
19	0:10	0:10
20	0:12	0:12
21	0:14	0:14
22	0:11	0:11
23	0:14	0:14
24	0:12	0:12
25	0:16	0:16
26	0:14	0:14
27	0:15	0:15
28	0:18	0:18
29	0:18	0:18
30	0:15	0:15
31	0:12	0:12
32	0:10	0:10
33	0:12	0:12
34	0:10	0:10
35	0:12	0:12
36	0:14	0:14
37	0:14	0:14
38	0:11	0:11
39	0:14	0:14
40	0:12	0:12
41	0:17	0:17
42	0:14	0:14
43	0:15	0:15
44	0:14	0:14
45	0:13	0:13
46	0:09	0:09
47	0:11	0:11
48	0:18	0:18
49	0:15	0:15
50	0:12	0:12
51	0:12	0:12
52	0:09	0:09
53	0:10	0:10
54	0:10	0:10

Tabla 14.
Resultados inspección de carrocería (latas)

Media	X	0:12	0:12
Desviación estandar	Ds	0:02	0:02
Variabilidad	V	19,85%	19,85%

La inspección tiene una media de 0:12 segundos con una desviación estándar de 0:02 segundos. La variabilidad es del 19.58%

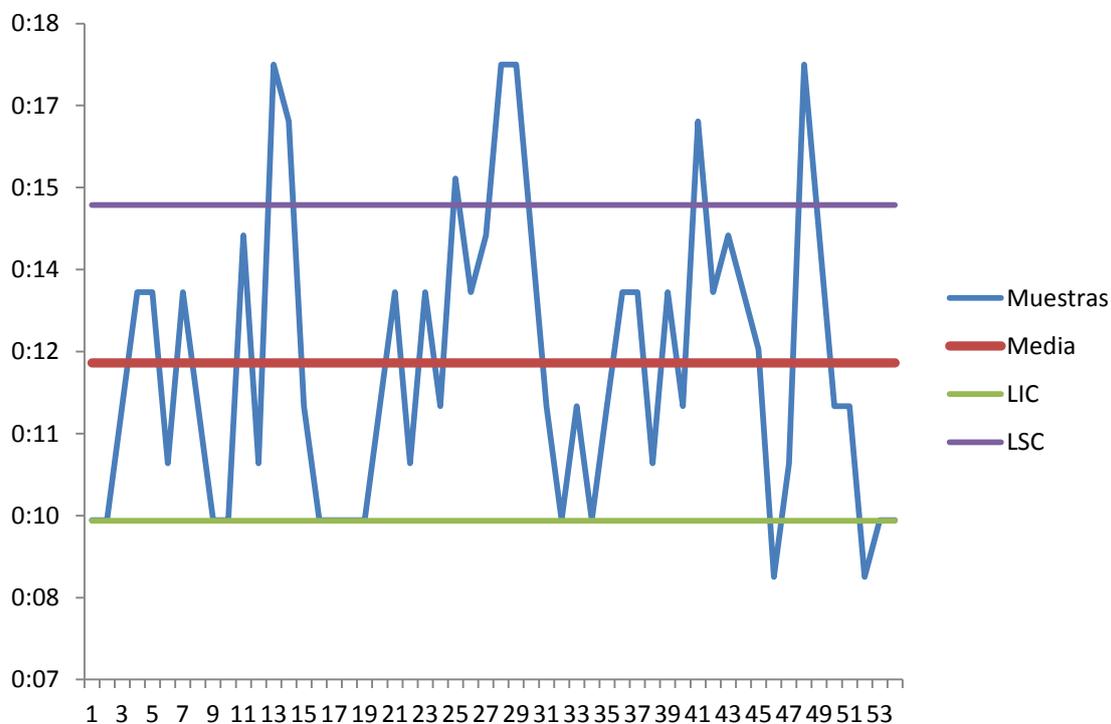


Figura 9. Variabilidad inspección de carrocería

3.3.6 Variabilidad en la actividad cambio de operación

Esta actividad es un cambio de operación, separan los equipos utilizados en el lavado de los exteriores y se abastecen de los que utilizan en el resto del proceso.

Tabla 15.
Cambio de operación

Cambio de operacion		
Muestra		Muestras
1	0:08	0:08
2	0:07	0:07
3	0:11	0:11
4	0:07	0:07
5	0:09	0:09
6	0:07	0:07
7	0:09	0:09
8	0:12	0:12
9	0:14	0:14
10	0:08	0:08
11	0:09	0:09
12	0:08	0:08
13	0:07	0:07
14	0:09	0:09
15	0:14	0:14
16	0:08	0:08
17	0:07	0:07
18	0:12	0:12
19	0:07	0:07
20	0:09	0:09
21	0:09	0:09
22	0:09	0:09
23	0:12	0:12
24	0:14	0:14
25	0:07	0:07
26	0:09	0:09
27	0:08	0:08
28	0:11	0:11
29	0:09	0:09
30	0:14	0:14
31	0:12	0:12
32	0:07	0:07
33	0:07	0:07
34	0:09	0:09
35	0:10	0:10
36	0:12	0:12
37	0:07	0:07
38	0:07	0:07
39	0:08	0:08
40	0:09	0:09
41	0:10	0:10
42	0:11	0:11
43	0:14	0:14
44	0:14	0:14
45	0:13	0:13
46	0:14	0:14
47	0:12	0:12
48	0:10	0:10
49	0:11	0:11
50	0:09	0:09
51	0:07	0:07
52	0:07	0:07
53	0:08	0:08
54	0:07	0:07

Tabla 16.
Resultados cambio de operación

Media	X	0:09	0:09
Desviación estandar	Ds	0:02	0:02
Variabilidad	V	25,03%	25,03%

Esta actividad tiene una media de 0:09 segundos, la desviación estándar es de 0:02 segundos, la variabilidad es del 25.03%.

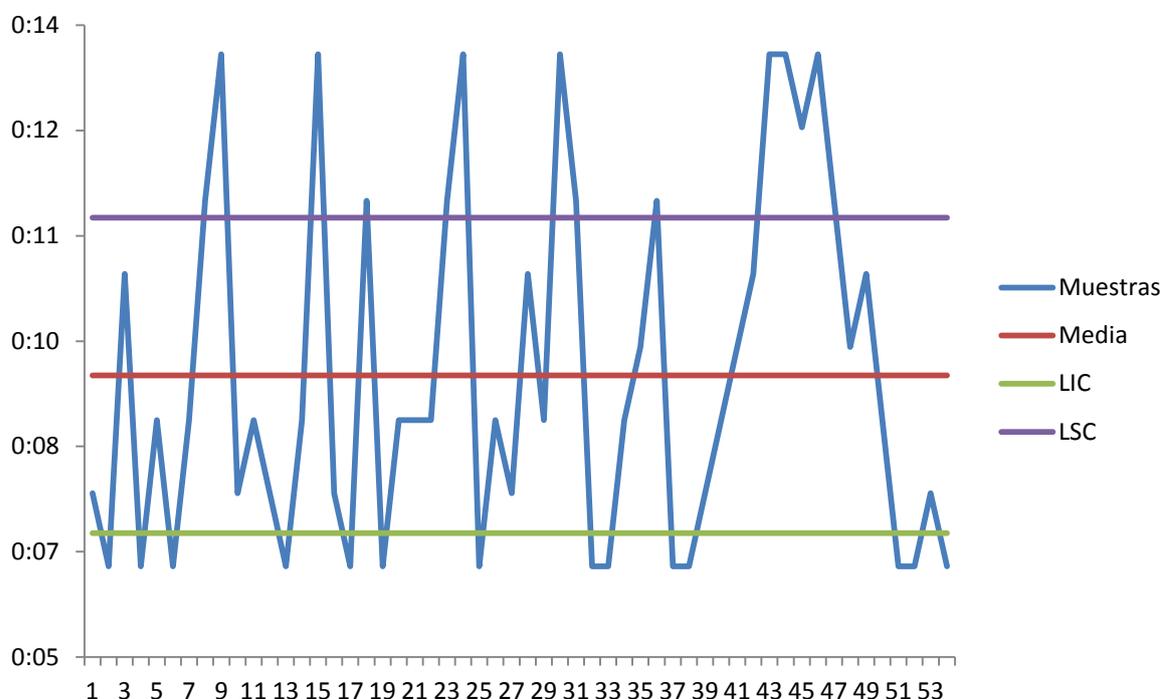


Figura 10. Variabilidad cambio de operación

3.3.6 Variabilidad en la actividad limpieza de motor

Esta actividad es más compleja, la operación tiene un grado de dificultad más alto porque los operarios deben ser cuidadosos en la realización, también realizan una inspección al terminar la operación y realizan movimientos por ir a buscar material específico solo para esta operación.

Tabla 17.
Limpieza de motor

Muestra	Motor			Muestras
				
1	3:10	0:06	0:25	3:41
2	3:12	0:10	0:10	3:32
3	3:10	0:05	0:11	3:26
4	3:14	0:06	0:12	3:32
5	3:12	0:08	0:20	3:40
6	3:13	0:12	0:10	3:35
7	3:20	0:14	0:12	3:46
8	3:12	0:12	0:11	3:35
9	3:10	0:11	0:14	3:35
10	3:11	0:07	0:10	3:28
11	3:15	0:10	0:11	3:36
12	3:10	0:08	0:25	3:43
13	3:10	0:07	0:12	3:29
14	3:10	0:05	0:11	3:26
15	3:10	0:05	0:12	3:27
16	3:14	0:06	0:14	3:34
17	3:11	0:05	0:10	3:26
18	3:10	0:06	0:12	3:28
19	3:12	0:05	0:20	3:37
20	3:10	0:10	0:10	3:30
21	3:10	0:12	0:12	3:34
22	3:13	0:14	0:11	3:38
23	3:15	0:12	0:10	3:37
24	3:12	0:10	0:14	3:36
25	3:10	0:11	0:20	3:41
26	3:12	0:09	0:12	3:33
27	3:10	0:05	0:10	3:25
28	3:14	0:07	0:21	3:42
29	3:11	0:05	0:18	3:34
30	3:13	0:09	0:14	3:36
31	3:08	0:10	0:17	3:35
32	3:20	0:12	0:19	3:51
33	3:12	0:10	0:15	3:37
34	3:02	0:08	0:08	3:18
35	3:10	0:10	0:12	3:32
36	3:12	0:05	0:13	3:30
37	3:20	0:07	0:11	3:38
38	3:15	0:05	0:14	3:34
39	3:12	0:06	0:10	3:28
40	3:12	0:10	0:12	3:34
41	3:10	0:12	0:15	3:37
42	3:08	0:10	0:10	3:28
43	3:12	0:14	0:12	3:38
44	3:10	0:14	0:15	3:39
45	3:13	0:10	0:10	3:33
46	3:18	0:11	0:14	3:43
47	3:08	0:09	0:15	3:32
48	3:10	0:07	0:12	3:29
49	3:10	0:09	0:10	3:29
50	3:11	0:05	0:14	3:30
51	3:14	0:06	0:18	3:38
52	2:41	0:08	0:10	2:59
53	2:59	0:05	0:12	3:16
54	3:18	0:06	0:10	3:34

Tabla 18.
Resultados limpieza de motor

Media	X	3:11	0:08	0:13	3:33
Desviación estandar	Ds	0:05	0:02	0:03	0:07
Variabilidad	V	2,89%	33,26%	28,96%	3,70%

La operación tiene una media de 3:11 minutos, la inspección de 0:08 segundos y el movimiento de 0:13 segundos, lo que da un tiempo promedio total de 3:33 minutos con una desviación estándar de 0:07 segundos, la variabilidad es de apenas 3.70%.

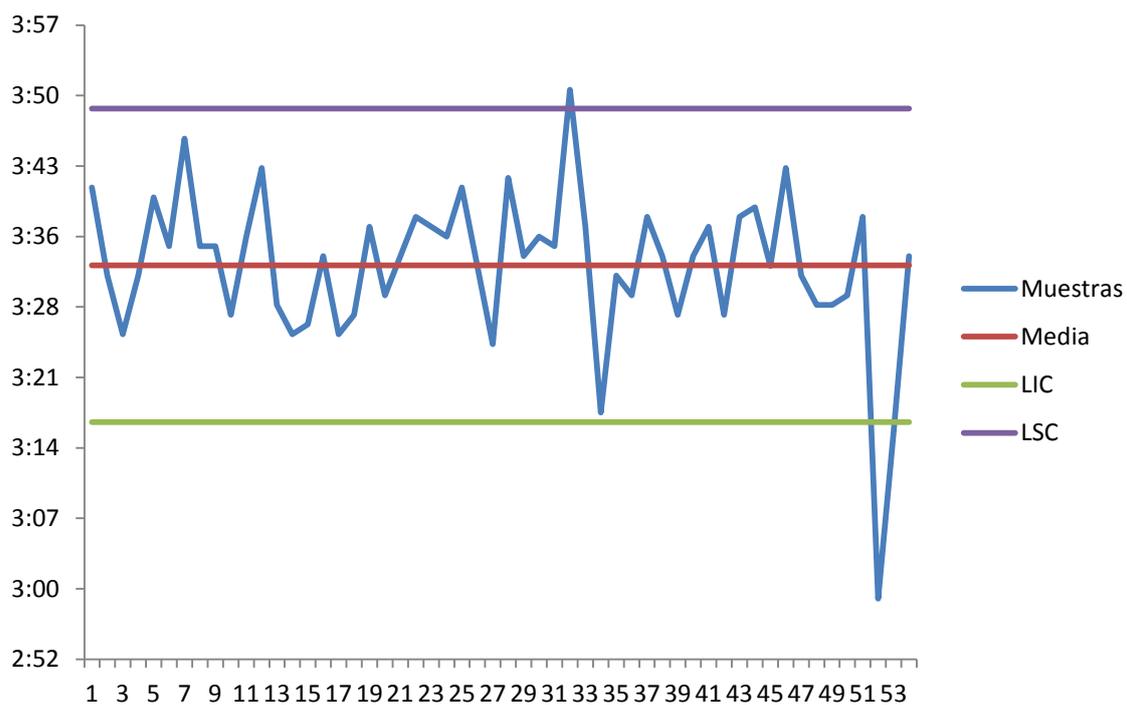


Figura 11. Variabilidad limpieza de motor

3.3.7 Variabilidad en la actividad sopletear

Esta actividad se encarga de eliminar los residuos de agua que se quedan en lugares de difícil acceso, el soplete de aire permite remover todos dichos residuos de manera efectiva.

Tabla 19.
Sopletear

Sopletear			
Muestra			Muestras
1	0:32	0:08	0:40
2	0:32	0:10	0:42
3	0:35	0:09	0:44
4	0:33	0:08	0:41
5	0:32	0:11	0:43
6	0:31	0:08	0:39
7	0:32	0:08	0:40
8	0:35	0:09	0:44
9	0:40	0:08	0:48
10	0:32	0:08	0:40
11	0:36	0:09	0:45
12	0:32	0:09	0:41
13	0:36	0:12	0:48
14	0:36	0:12	0:48
15	0:32	0:11	0:43
16	0:32	0:10	0:42
17	0:28	0:08	0:36
18	0:33	0:08	0:41
19	0:32	0:09	0:41
20	0:34	0:10	0:44
21	0:31	0:08	0:39
22	0:34	0:10	0:44
23	0:38	0:11	0:40
24	0:34	0:12	0:46
25	0:32	0:12	0:44
26	0:32	0:11	0:43
27	0:36	0:08	0:44
28	0:40	0:09	0:49
29	0:35	0:08	0:43
30	0:28	0:08	0:36
31	0:35	0:09	0:44
32	0:33	0:08	0:41
33	0:32	0:10	0:42
34	0:36	0:12	0:48
35	0:34	0:12	0:46
36	0:35	0:11	0:46
37	0:37	0:10	0:47
38	0:40	0:12	0:52
39	0:36	0:12	0:48
40	0:34	0:10	0:44
41	0:40	0:06	0:46
42	0:36	0:08	0:44
43	0:35	0:08	0:43
44	0:32	0:09	0:41
45	0:34	0:10	0:44
46	0:32	0:12	0:44
47	0:32	0:10	0:42
48	0:33	0:09	0:42
49	0:35	0:12	0:47
50	0:34	0:08	0:42
51	0:36	0:10	0:46
52	0:29	0:08	0:37
53	0:34	0:12	0:46
54	0:32	0:12	0:44

Tabla 20.
Resultados sopletear

Media	X	0:33	0:09	0:43
Desviacion estandar	Ds	0:02	0:01	0:03
Variabilidad	V	8,01%	16,81%	7,54%

La operación de sopletear tiene una media de 0:33 segundos, se realiza un movimiento de ir a prender y apagar la maquinaria con un promedio de 0:09 segundos, el tiempo total de la actividad es en promedio de 0:43 segundos, la desviación estándar es de 0:03, la variabilidad es del 7.54%

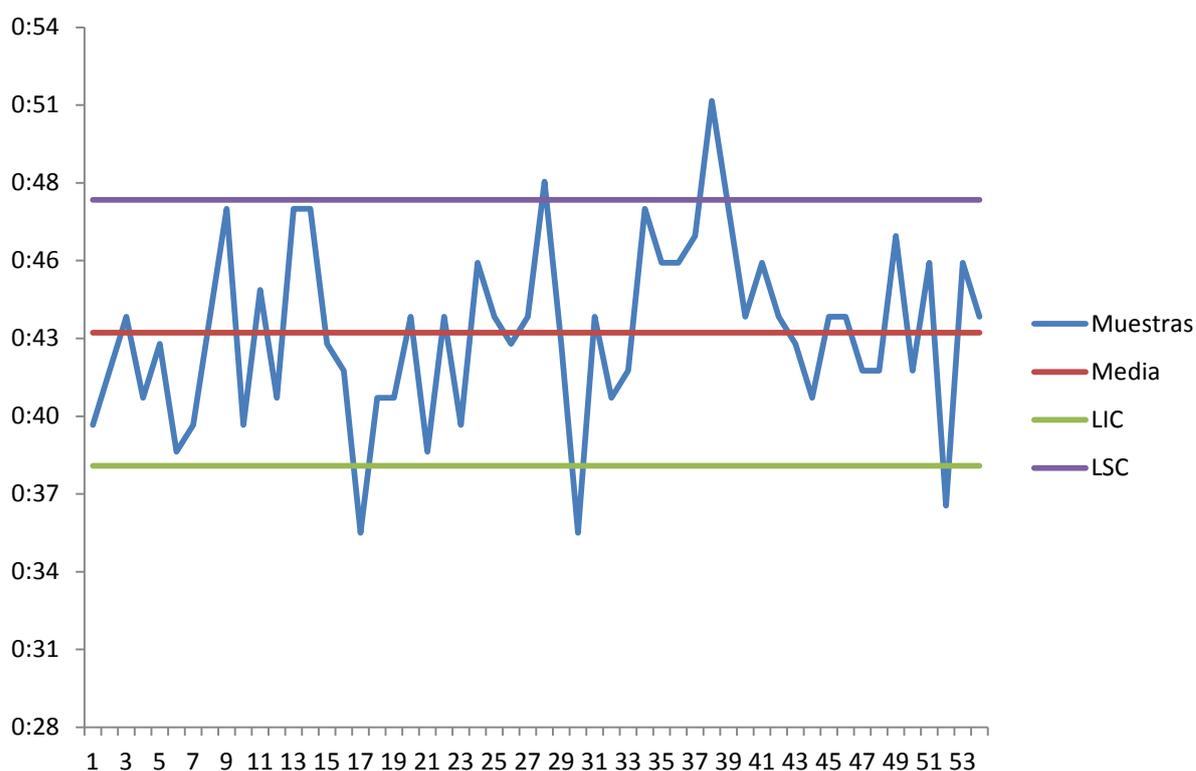


Figura 12. Variabilidad sopletear

3.3.8 Variabilidad en la actividad interiores

Esta actividad se enfoca en la limpieza de los interiores del vehículo, es considerada como la actividad cuello de botella ya que demanda la mayor parte

de tiempo del proceso, la operación es complicada, además que realizan una inspección de calidad visual y sufre demoras por distracciones de los operarios y por esperar que un producto que aplican en el tablero se seque.

Tabla 21.
Limpieza de interiores

Actividad Limpieza de Interiores				
Muestra				Total
1	9:36	0:12	1:01	10:49
2	9:12	0:14	1:13	10:39
3	9:50	0:16	0:48	10:54
4	9:48	0:11	0:36	10:35
5	9:41	0:18	0:48	10:47
6	9:54	0:13	1:18	11:25
7	10:03	0:14	0:25	10:42
8	9:15	0:18	1:36	11:09
9	9:26	0:07	1:47	11:20
10	10:14	0:11	1:50	12:15
11	10:29	0:08	0:58	11:35
12	10:05	0:10	1:07	11:22
13	9:48	0:17	0:48	10:53
14	9:38	0:06	1:16	11:00
15	10:03	0:15	1:22	11:40
16	9:22	0:14	0:54	10:30
17	9:39	0:16	2:29	12:24
18	9:50	0:13	0:58	11:01
19	9:45	0:14	0:30	10:29
20	9:51	0:16	1:09	11:16
21	10:01	0:11	1:48	12:00
22	9:54	0:19	1:12	11:25
23	9:56	0:07	1:09	11:12
24	9:38	0:09	2:00	11:47
25	9:46	0:08	1:10	11:04
26	9:51	0:12	0:36	10:39
27	9:36	0:19	0:45	10:40
28	9:58	0:17	0:36	10:51
29	10:02	0:15	0:21	10:38
30	10:28	0:16	0:59	11:43
31	10:06	0:16	1:01	11:23
32	9:24	0:09	1:21	10:54
33	9:38	0:15	1:01	10:54
34	10:28	0:18	0:50	11:36
35	10:02	0:17	1:02	11:21
36	9:45	0:11	1:21	11:17
37	9:51	0:13	1:23	11:27
38	10:03	0:14	1:36	11:53
39	10:11	0:16	0:56	11:23
40	9:16	0:11	1:21	10:48
41	10:28	0:12	0:48	11:28
42	9:42	0:14	0:50	10:46
43	9:48	0:11	0:48	10:47
44	9:47	0:13	0:57	10:57
45	9:35	0:17	1:45	11:37
46	10:12	0:08	0:20	10:40
47	9:24	0:07	0:18	9:49
48	9:05	0:09	0:53	10:07
49	9:57	0:10	1:32	11:39
50	9:51	0:10	1:26	11:27
51	9:35	0:11	1:54	11:40
52	9:45	0:14	0:36	10:35
53	10:10	0:13	0:10	10:33
54	10:00	0:19	0:38	10:57

Tabla 22.
Limpieza de interiores

Media	X	9:49	0:13	1:04	11:07
Desviacion estandar	Ds	0:19	0:03	0:28	0:30
Variabilidad	V	3,26%	27,03%	44,33%	4,63%

La media de la operación es de 9:49 minutos, la inspección se realiza en un promedio de 0:13 segundos, tienen demora de aproximadamente 1:04 minutos, el tiempo promedio total de la actividad es de 11:07 minutos con una desviación estándar de 0:30 segundos, la variabilidad es de 4.63%

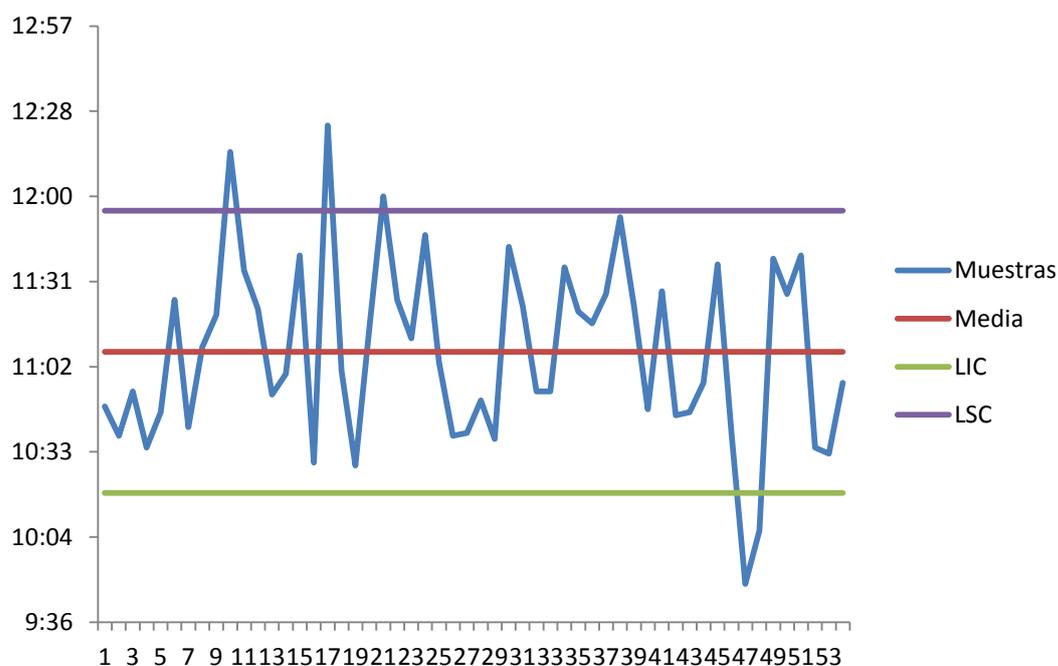


Figura 13. Variabilidad limpieza de interiores

3.3.9 Variabilidad en la actividad entrega al cliente

Esta actividad se basa en sacar el vehículo del área de lavado hacia el estacionamiento en donde se colocan para la entrega al cliente, es la parte final del proceso, y de todos los procesos previos.

Tabla 22.
Entrega al cliente

Entrega al cliente		
Muestra		Muestras
1	0:40	0:40
2	0:42	0:42
3	0:45	0:45
4	0:43	0:43
5	0:41	0:41
6	0:39	0:39
7	0:42	0:42
8	0:41	0:41
9	0:48	0:48
10	0:40	0:40
11	0:42	0:42
12	0:38	0:38
13	0:42	0:42
14	0:40	0:40
15	0:44	0:44
16	0:42	0:42
17	0:37	0:37
18	0:41	0:41
19	0:47	0:47
20	0:40	0:40
21	0:37	0:37
22	0:40	0:40
23	0:45	0:45
24	0:46	0:46
25	0:45	0:45
26	0:43	0:43
27	0:44	0:44
28	0:42	0:42
29	0:45	0:45
30	0:37	0:37
31	0:40	0:40
32	0:42	0:42
33	0:46	0:46
34	0:45	0:45
35	0:39	0:39
36	0:42	0:42
37	0:41	0:41
38	0:40	0:40
39	0:42	0:42
40	0:45	0:45
41	0:35	0:35
42	0:48	0:48
43	0:45	0:45
44	0:48	0:48
45	0:34	0:34
46	0:45	0:45
47	0:43	0:43
48	0:48	0:48
49	0:48	0:48
50	0:45	0:45
51	0:48	0:48
52	0:38	0:38
53	0:32	0:32
54	0:44	0:44

Tabla 23.
Resultados entrega al cliente

Media	X	0:42	0:42
Desviacion estandar	Ds	0:03	0:03
Variabilidad	V	8,82%	8,82%

Es un movimiento con una media de 0:42 segundos, con una desviación estándar de 0:03 segundos, la variabilidad es de 8.82%

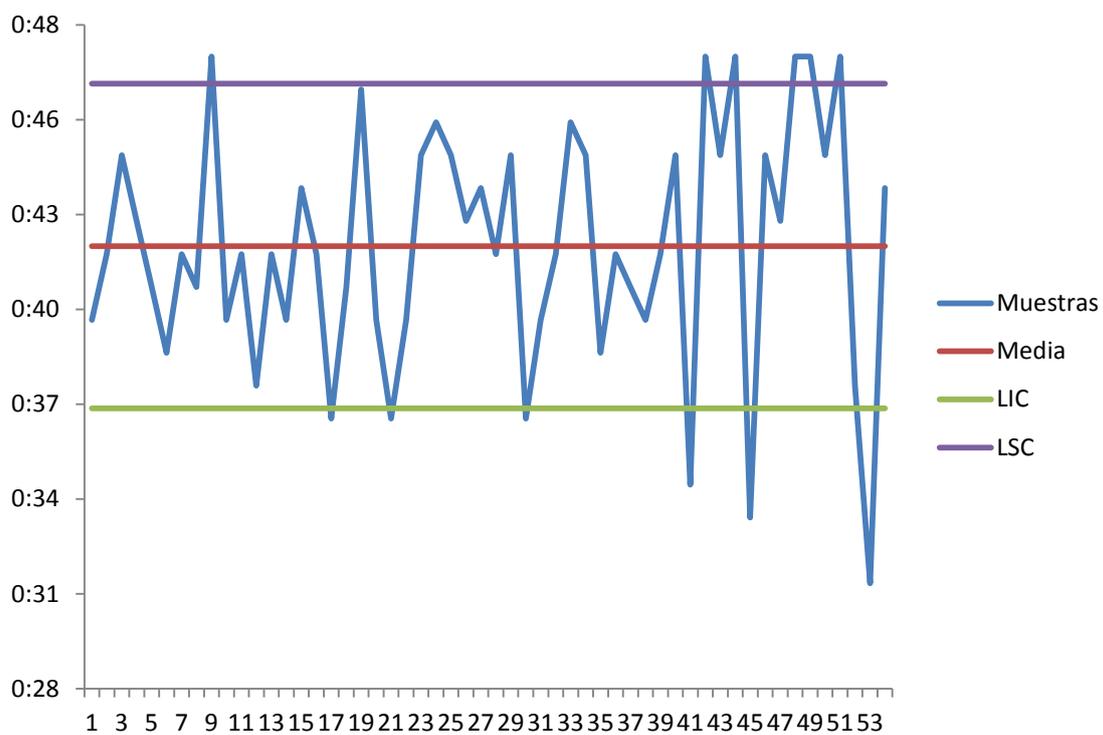


Figura 14. Variabilidad en la entrega del auto al cliente.

3.3.10 Variabilidad del proceso de lavado

Se muestra el tiempo total del proceso completo, de inicio a fin.

Tabla 24.
Proceso completo

Todo el proceso	
Muestra	Tiempo total
1	23:21
2	23:14
3	22:56
4	22:40
5	22:49
6	23:49
7	23:16
8	23:59
9	23:34
10	23:50
11	23:41
12	23:52
13	23:25
14	23:38
15	23:22
16	22:20
17	23:48
18	23:48
19	22:42
20	23:51
21	23:49
22	23:29
23	23:52
24	23:50
25	23:01
26	23:40
27	23:39
28	23:38
29	23:19
30	23:46
31	23:27
32	22:55
33	23:17
34	23:33
35	23:44
36	23:47
37	23:20
38	23:58
39	23:06
40	23:10
41	23:51
42	22:45
43	22:55
44	23:14
45	23:43
46	23:50
47	21:51
48	22:23
49	23:14
50	23:32
51	23:46
52	22:01
53	21:48
54	23:15

Aquí se muestran los datos de todo el proceso, los operarios tienen ya establecido el tiempo promedio de realización, es decir ellos se acoplan a este, es por ello que la variabilidad aquí disminuye en comparación a las actividades, porque ellos compensan el tiempo de las actividades con tal de acabarlo cuando lo tienen estimado, si ellos se demoran y van tarde en las primeras actividades se apresuran en las del final y viceversa.

Por esta razón la oportunidad de optimizar el proceso se refleja en el enfoque de cada actividad.

Tabla 25.
Resultados proceso completo

Media	X	23:20
Desviación estandar	Ds	0:32
Variabilidad	V	2,32%

La media del proceso es de 23:20 minutos, la desviación estándar es de 0:32 segundos. La variabilidad del proceso es del 2.32%.

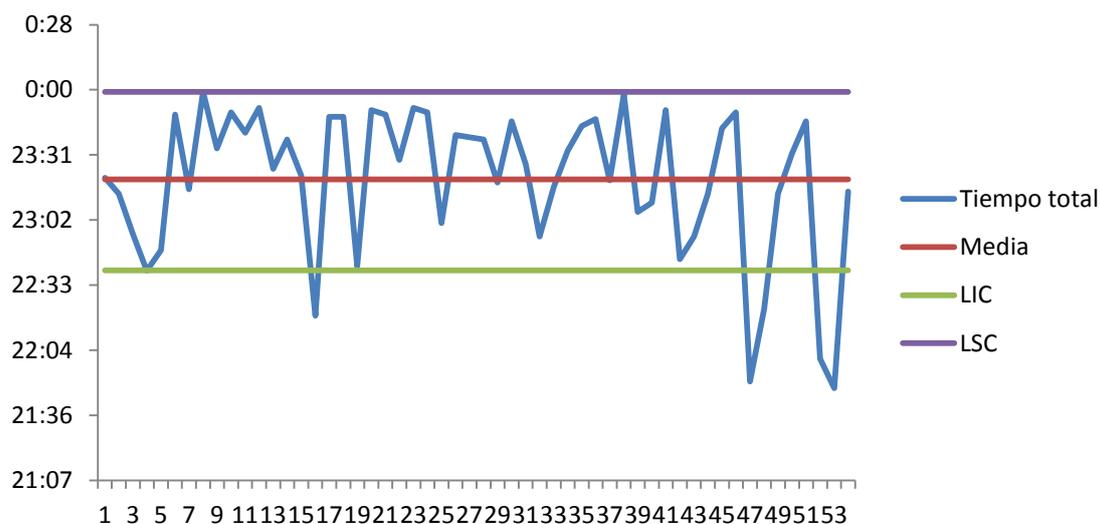


Figura 15. Variabilidad proceso completo

Se pueden observar picos que llegan e incluso sobrepasan los límites definidos, nótese que en las muestras que se tomaron al final del día los picos tienden al límite inferior, mientras que a medio día los picos tienden al límite superior, los operarios equilibran el tiempo del proceso pero generan gran variabilidad en las actividades.

3.4 Cp y Cpk del tiempo total del proceso de lavado.

Se obtiene el índice Cp y Cpk para comprobar la calidad del proceso, con esto se puede saber si la media del proceso se encuentra o no centrada, y así constatar si es o no necesario cambios.

La definición de dicha calidad en el proceso se la establece en la siguiente tabla

Valor del índice CP	Clase o categoría del proceso	Decisión (si el proceso está o no centrado)
$CP \geq 2$	Clase mundial	Se tiene calidad six sigma
$CP > 1.33$	1	Adecuado
$1 < CP < 1.33$	2	Parcialmente adecuado, requiere control estricto
$0.67 < CP < 1$	3	No es adecuado para el trabajo, es necesario un análisis del proceso, requiere modificaciones para alcanzar un calidad satisfactoria
$CP < 0.67$	4	Nada adecuado para el trabajo requiere modificaciones estrictas

Figura 16. Parámetros Cp

Para la obtención de estos datos se utiliza las siguientes fórmulas

$$CP = \frac{(LSC - LIC)}{6 * SD}$$

$$Cpi = \frac{(X - LIC)}{3 * SD}$$

$$Cps = \frac{(LSC - X)}{3 * SD}$$

$$Cpk = \text{MIN}(Cpi; Cps)$$

La obtención de datos mediante las fórmulas se muestra en la siguiente tabla

Tabla 26.
Datos Cp y Cpk

Cp	0,113
Cpi	0,183
Cps	0,042
Cpk	0,042

Se puede observar que el Cp es de 0.113 y se encuentra ubicado en la categoría 4 la cual evidencia que el proceso actual no es nada adecuado para el trabajo y requiere modificaciones estrictas

Por esta razón el trabajo de titulación para la optimización del proceso, propone dichos cambios estrictos que mejoren la productividad del proceso de lavado.

3.5 Tiempo perdido

Se considera como tiempo perdido la suma de todas las demoras que se encontraron en cada actividad del proceso, son tres: la limpieza de interiores, entrada del vehículo al proceso del lavado y el set up o cambio de operación.

Los datos del tiempo perdido se muestran en la siguiente tabla

Tabla 27.
Tiempo perdido

Tiempo perdido	
Muestras	Suma de demoras
1	1:49
2	2:00
3	1:07
4	0:43
5	0:57
6	2:20
7	1:15
8	2:49
9	2:01
10	1:58
11	1:07
12	2:00
13	1:31
14	2:17
15	1:36
16	1:02
17	2:36
18	2:20
19	1:00
20	2:06
21	1:57
22	1:21
23	2:03
24	2:14
25	1:17
26	1:35
27	2:05
28	1:29
29	1:06
30	1:13
31	1:25
32	1:28
33	2:33
34	2:11
35	1:57
36	2:03
37	1:30
38	1:57
39	1:04
40	2:42
41	1:46
42	1:06
43	1:06
44	1:11
45	2:48
46	1:59
47	1:02
48	2:29
49	1:46
50	1:40
51	2:10
52	1:33
53	1:03
54	1:15

Tabla 28.
Resultados tiempo perdido

Media	X	1:42
Desviacion estandar	Ds	0:32
Variabilidad	V	31,69%

La media es de 1:42 minutos con una desviación estándar de 0:32 segundos.
La variabilidad es del 31.69%

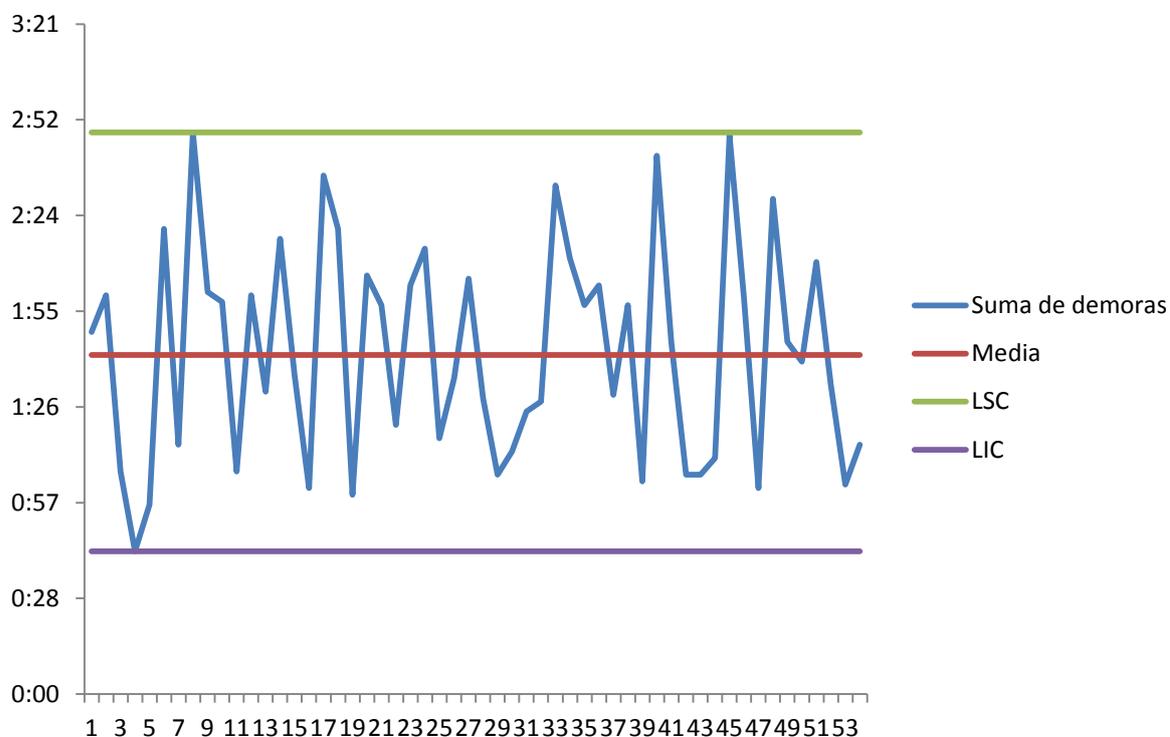


Figura 17. Variabilidad tiempo perdido

3.6 Correlación

Se mide el grado de intensidad de la relación entre el tiempo total del proceso y el tiempo perdido. El coeficiente de correlación puede ser inversa o directamente proporcional, el factor de correlación va a ser un número compuesto entre el -1 y 1.

- La variabilidad del tiempo total del proceso es muy baja, esto se debe a que los operarios tienen definido ya el tiempo estimado para realizar la tarea, por lo cual ellos compensan el tiempo entre las actividades, es decir si van tarde en las primeras se apresuran al final y viceversa, lo cual genera que dichas actividades tengan una variabilidad más notoria.
- Gracias al coeficiente de correlación se puede afirmar que la pérdida de tiempo por las demoras afecta directamente al tiempo total del proceso.
- La variabilidad del tiempo perdido por demoras es muy considerable
- La actividad que demanda más tiempo en el proceso de lavado es la limpieza de interiores con una media de 11:07 minutos
- La actividad con más variabilidad es la entrada del auto del taller con un 36.69%, esta actividad se compone de dos acciones un movimiento y una demora, la demora es un punto crítico ya que tiene una media de 1:09 minutos, lo que indica que es la mayor parte del tiempo perdido total, no obstante esta demora tiene una variabilidad del 97.05%.

Esta alta variabilidad se da, porque hay autos que entran de manera inmediata al área de lavado, mientras que otros deben esperar para hacerlo, se saben generar colas de hasta 4 autos en espera



Figura 19. Demoras en el proceso de lavado tradicional

3.8 Diagrama de Pareto.

Para consolidar los datos obtenidos en el estudio de variabilidad realizado, se efectuó un diagrama de Pareto con el fin de evidenciar las actividades a corregir dentro del proceso de lavado.

Se realizó una matriz de ponderación con los criterios que interesan a la organización, esta matriz cuenta con todas las actividades del proceso de lavado.

Los criterios se muestran en la siguiente tabla de ponderación.

Tabla 29.
Criterios de ponderación Pareto

CRITERIOS DE PONDERACION	
4	ALTO
3	MEDIO ALTO
2	MEDIO
1	BAJO

La matriz cuenta con cuatro criterios validados sobre cuatro puntos cada uno, las actividades están codificadas en orden secuencial, a estas actividades se les da una calificación según la tabla de criterios, dicha calificación es multiplicada por el valor de cada parámetro, el total es el promedio del resultado obtenido de cada parámetro.

Tabla 30.
Ponderación Pareto

Cod.	Actividad	CRITERIOS								Total
		4		4		4		4		
		Permite el flujo del proceso		Permite alcanzar la efectividad del proceso		Permite alcanzar la calidad del proceso		Rentabilidad del proceso		
1	Entrada del auto al area de lavado	3	12	3	12	3	12	4	16	13
2	Limpieza de carroceria	2	8	3	12	3	12	2	8	10
3	Enjuague de Carroceria	1	4	2	8	2	8	2	8	7
4	Revision de latas	4	16	3	12	4	16	4	16	15
5	Cambio de operacion	3	12	2	8	3	12	3	12	11
6	Motor	3	12	2	8	3	12	2	8	10
7	Sopletear	2	8	2	8	2	8	1	4	7
8	Interiores	1	4	2	8	3	12	2	8	8
9	Salida del auto para entrega	3	12	3	12	4	16	4	16	14

El resultado del total de la tabla anterior es el nivel de desempeño de cada actividad, se realizó la toma de datos del número de errores y se puede evidenciar que las actividades con menor desempeño son lógicamente las que

tienen un mayor número de errores. Para el diagrama de Pareto se obtuvo el porcentaje individual y acumulado de los errores.

Tabla 31.

Nivel de desempeño en cada actividad del proceso de lavado

Cd.	Actividad	Nivel de desempeño	# de fallas/ errores en el proceso	%	% acumulado
3	Enjuague de Carrocería	7	35	25%	25%
7	Sopletear	7	30	21%	46%
8	Limpieza de Interiores	8	26	18%	64%
2	Limpieza de carrocería	10	14	10%	74%
6	Limpieza de Motor	10	11	8%	82%
5	Cambio de operacion	11	10	7%	89%
1	Entrada del auto al area de lavado	13	8	6%	95%
9	Salida del auto para entrega	14	6	4%	99%
4	Revision de latas	15	2	1%	100%
	Total		142	100%	

Nótese que las actividades ya no están en orden secuencial, si no en orden ascendente, de menor a mayor nivel de desempeño, se puede evidenciar el porcentual de errores en cada actividad del proceso de lavado.

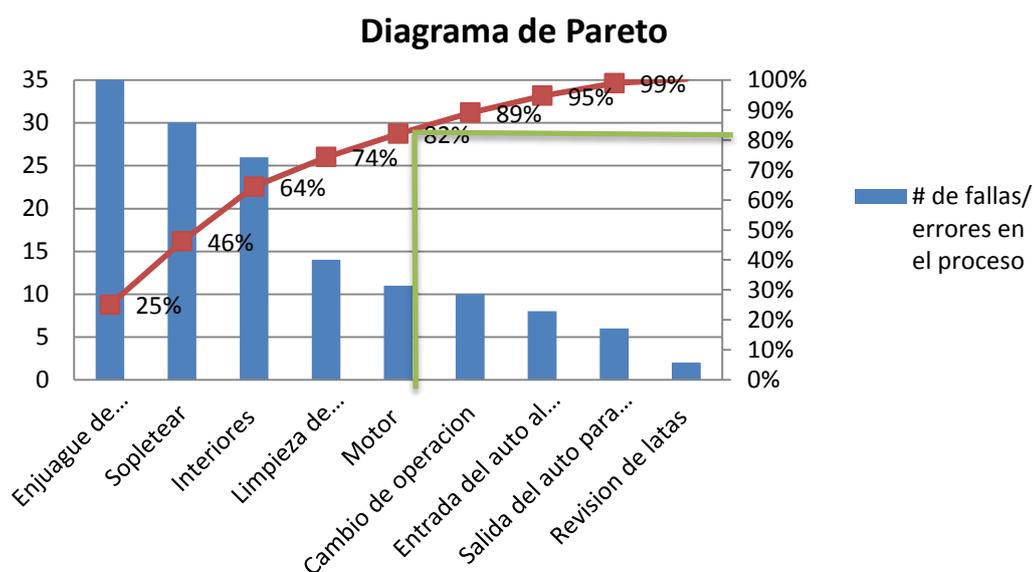


Figura 20. Diagrama de Pareto

Con el diagrama de Pareto se concluye que hay que enfocarse en las actividades, enjuague de carrocería, sopletear, interiores y limpieza de carrocería, ya que solucionan el 80% de variabilidad del proceso de lavado y del tiempo perdido en el mismo.

3.9 Diagrama de Ishikawa

3.9.1 Diagrama de Ishikawa Consumo de agua

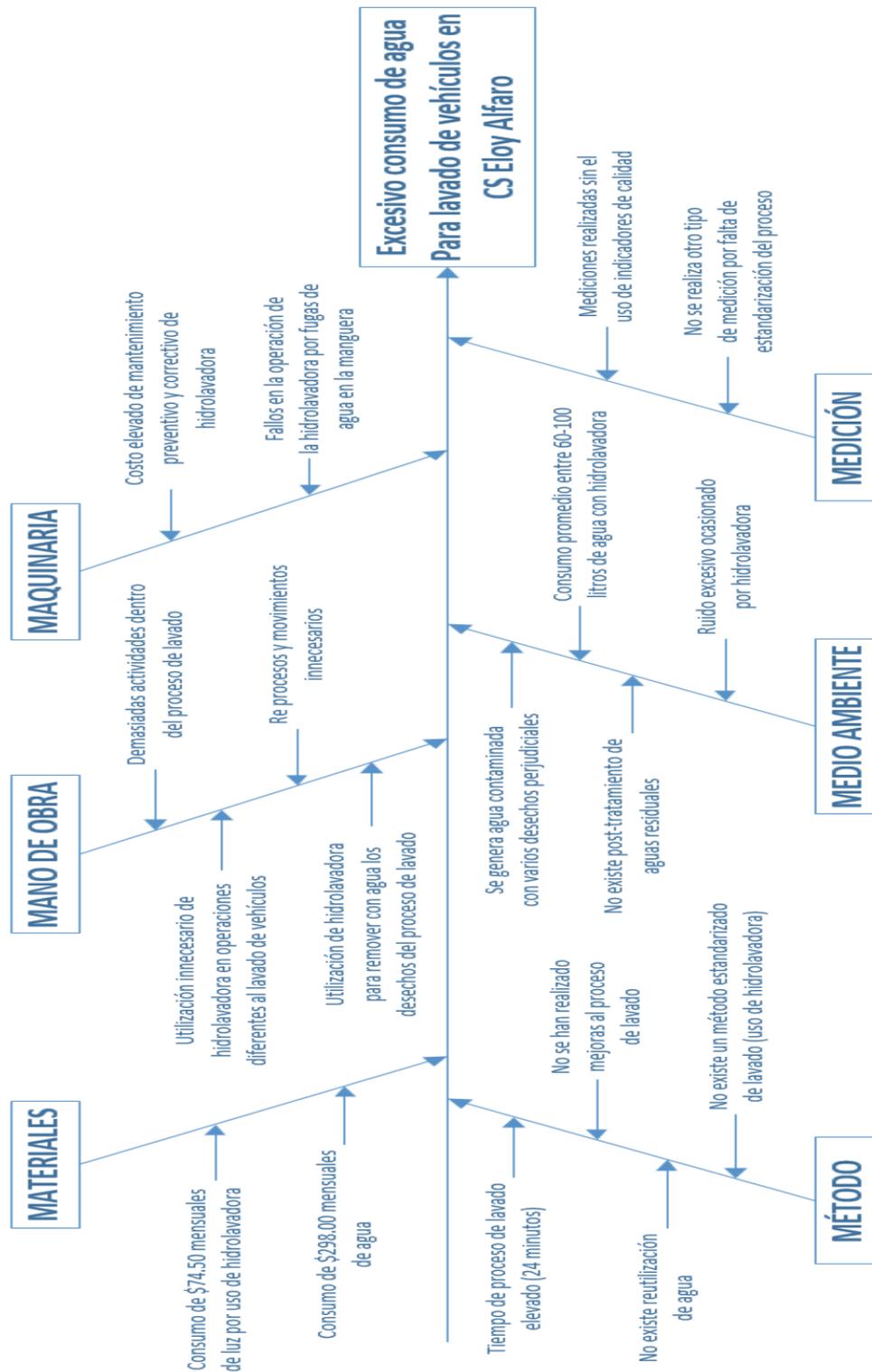


Figura 21. Diagrama de Ishikawa Excesivo consumo de agua para lavado de vehículos

3.9.2 Diagrama de Ishikawa Variabilidad

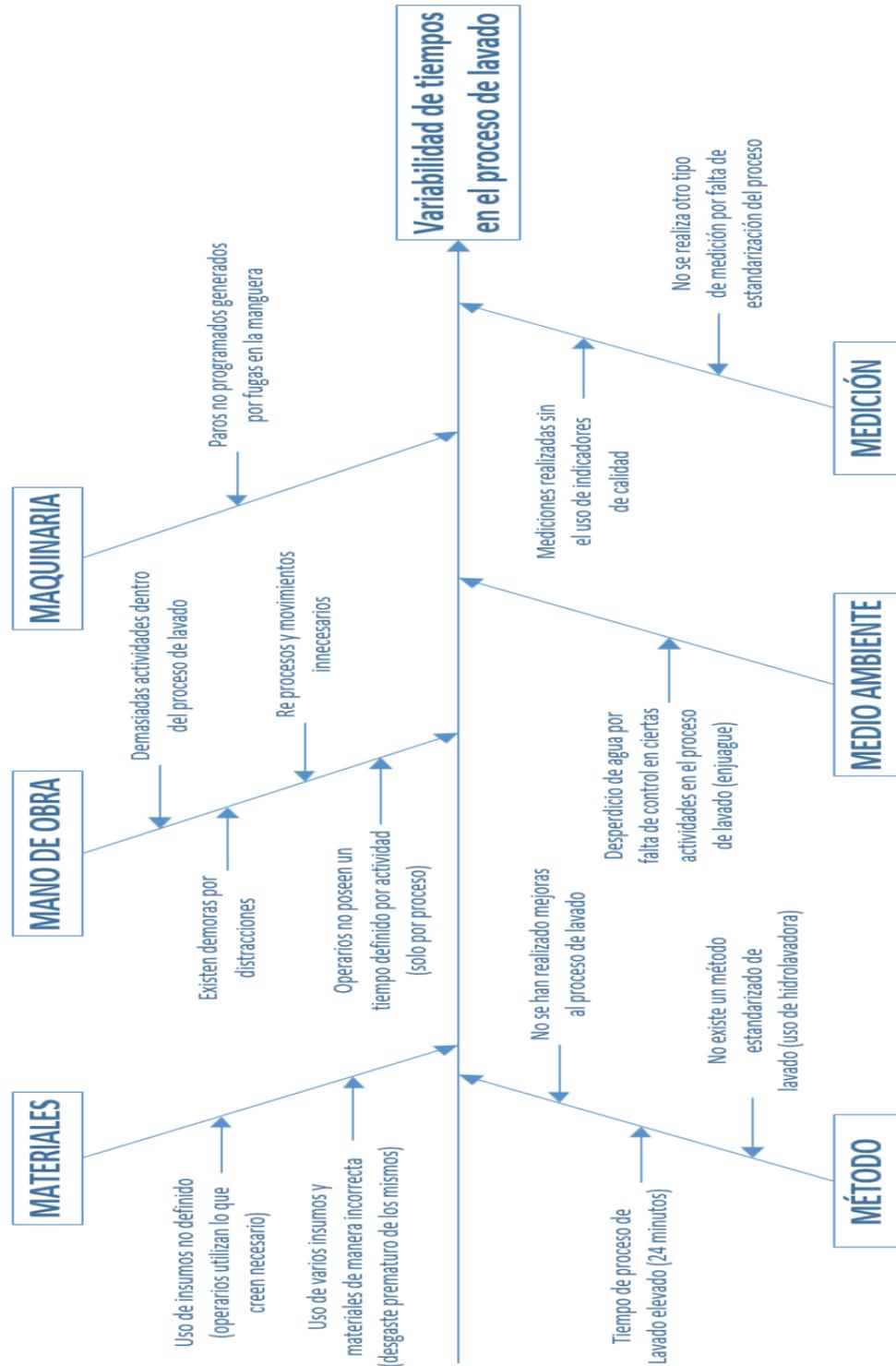


Figura 22. Diagrama de Ishikawa Variabilidad de tiempos en el proceso de lavado

3.10 Cuello de botella

El cuello de botella es una restricción interna que se da dentro de un proceso, en el caso del lavado se ha realizado la identificación del cuello de botella mediante un gráfico que demuestre la demanda en tiempo de cada actividad en el proceso de lavado.

En el concesionario Renault Eloy Alfaro y José Queri, el Jefe de Taller el ha realizado un proyecto Kaizen de mejora continua en el cual mediante un estudio exhaustivo definió tiempos meta en el proceso de lavado, el trabajo de titulación de la Optimización del proceso de lavado está encargado mediante las herramientas Lean de alcanzar estas metas y cumplir los objetivos de la organización.

Para ello se implementará un proceso de lavado en seco que mantiene todas las actividades del proceso actual a excepción de dos el enjuague y sopleteo. Del resto de actividades el objetivo es controlar la variabilidad y acercar los tiempos hacia la meta plantada.

Se define el cuello de botella ya que este es una restricción del proceso por ende el enfoque va a ser más grande hacia aquellas actividades que se encuentren más alejadas de la meta.

Tabla 32.
Diferencia media muestral y media objetivo

Actividad	Media muestral	Media objetivo	Diferencia
Entrada del auto al area de lavado	1:09	0:40	0:29
Limpieza de carrocería	3:15	2:20	0:55
Enjuague de Carrocería	2:27	1:30	0:57
Revision de latas	0:12	0:09	0:03
Cambio de operación	0:09	0:08	0:01
Motor	3:33	2:10	1:23
Sopletear	0:43	0:33	0:10
Interiores	11:07	8:00	3:07
Salida del auto para entrega	0:42	0:30	0:12
Total	23:19	16:00	7:19

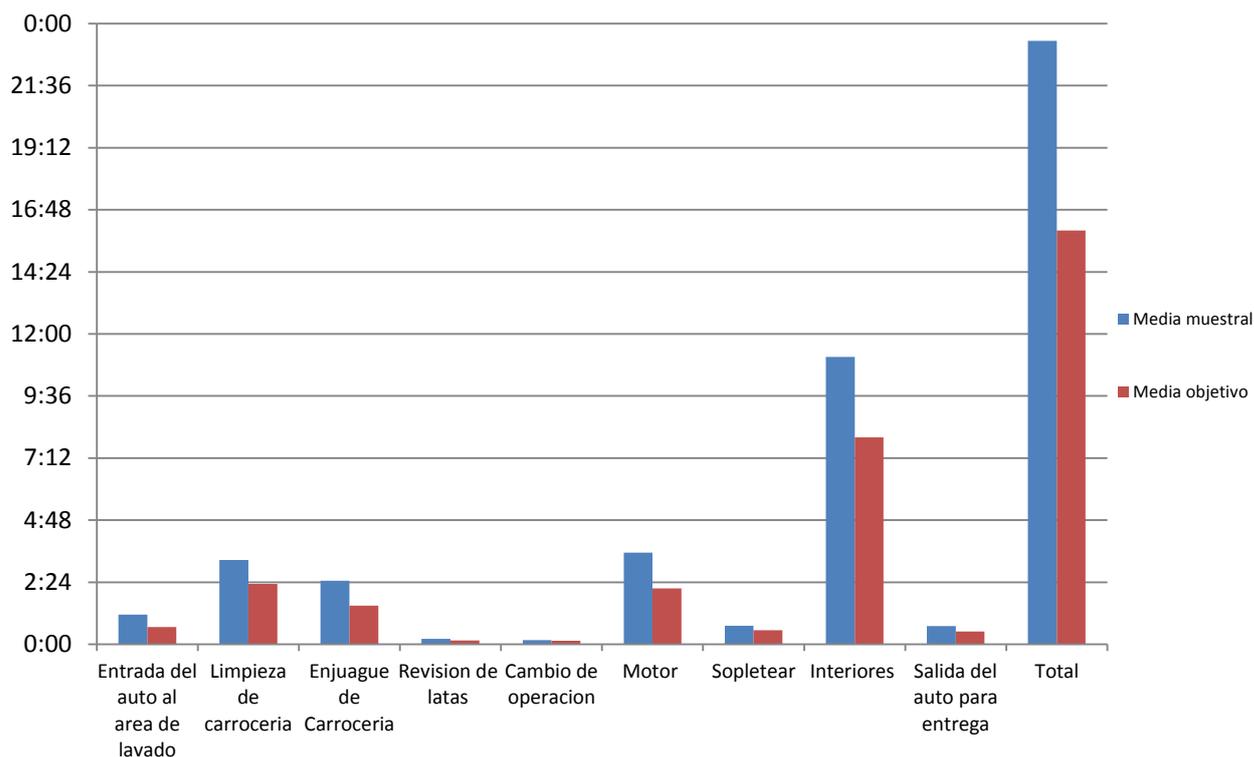


Figura 23. Estadísticas de la diferencia de media muestral y media objetivo

Como se puede observar en el gráfico, se define como cuello de botella dentro del proceso de Lavado a la actividad denominada como Interiores, aquí el operario realiza la limpieza del auto por dentro y la aspirada del mismo, esta actividad no solo es la que demanda más tiempo dentro del proceso si no también es la actividad que su media muestral está más lejos de la meta, se encuentra a 3:07 minutos lo que equivale al 28%.

Por tal motivo dentro del proceso de Lavado, la actividad Interiores es cuello de botella, se considera como el corazón del proceso.

3.11 Tiempo *Takt*

El tiempo *Takt* es el ritmo en el que se debe trabajar para cumplir con la demanda del cliente. En este estudio los operarios son aquellos que deben cumplir con esto ya que en este proceso ellos son los principales protagonistas.

Para determinar el tiempo *Takt* se tomó en cuenta un turno de 8 horas en el área de lavado del concesionario Renault Eloy Alfaro y José Queri, la demanda en cada turno es de 20 vehículos.

Las paradas programadas son al inicio de cada turno que se realiza la preparación de insumos la cual se demora 20 minutos, al final que se realiza la limpieza del área y de las canaletas, esta actividad toma otros 20 minutos, se toma en cuenta la hora de almuerzo de los operarios que es 40 minutos.

Las paradas no programadas se definen como el tiempo perdido dentro del proceso de lavado que tiene una media de 1:42

Se van a considerar todos los tiempos para obtener el tiempo disponible real. El cálculo del tiempo *Takt* se lo consigue con la siguiente fórmula

$$Takt\ Time = \frac{\text{Tiempo de Producción disponible}}{\text{Cantidad total requerida}} \quad \text{(Ecuación 3)}$$

Tabla 33.
Tiempo Takt

	Minutos
Tiempo disponible	520
Paradas programadas	80
Paradas no programadas	2
Tiempo disponible real	438
Demanda	20
Tiempo Takt	22

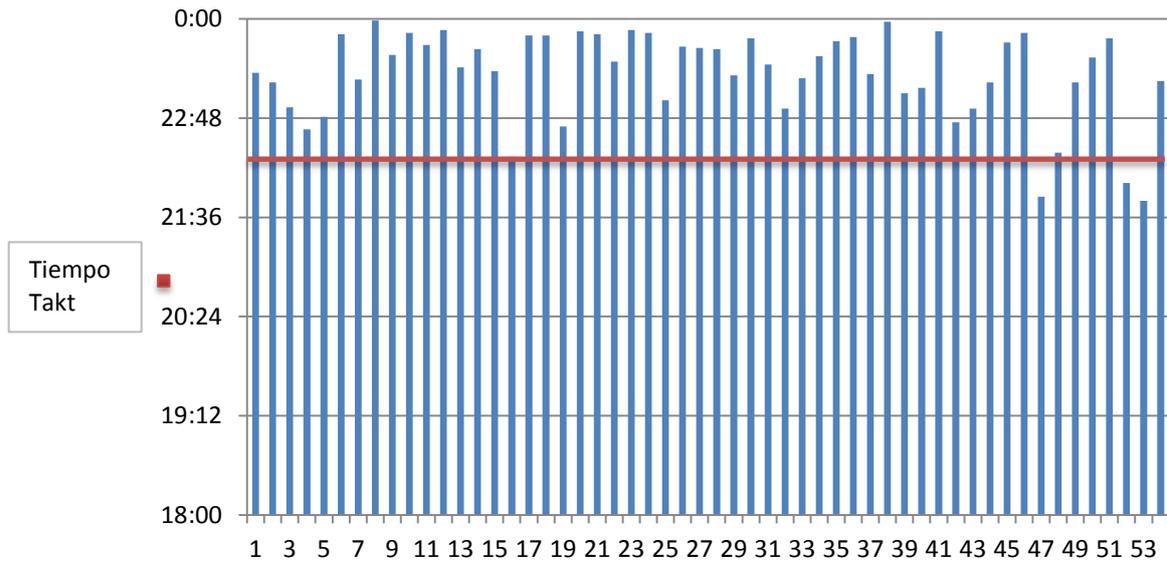


Figura 24. Tiempo takt

Como se puede observar en el gráfico la mayoría de las muestras superan el Takt time, es decir que los operarios no están siendo productivos ya que trabajan más lento que el ritmo al que deberían hacerlo para satisfacer la demanda.

Lo que lleva a concluir que dentro de la propuesta de optimización del proceso de lavado, es necesaria una capacitación a los operarios.

3.12 Situación Actual gastos

La situación actual de los gastos fue realizada conjuntamente con el equipo Kaizen de AYASA, con el fin de poder visualizar los valores específicos de cada insumo o material en el último semestre de trabajo.

El trabajo se realizó con el consumo mensual en dólares de cada material e insumo, este valor se lo obtuvo con las facturas registradas de cada elemento.

El costo de mano de obra se calculó con el salario del operario dividido para los días y para las horas trabajadas, con el fin de saber el costo de mano de obra por hora, y así más adelante poder definir el costo total por vehículo.

En cuanto al consumo de agua en dólares y por litros se los definió por las planillas de cada mes que llegan al concesionario Renault Eloy Alfaro y José Queri.

El consumo de luz se realizó con un cálculo de la hidrolavadora **(Anexo 1)**
(Anexo 2)

Para la obtención del valor total por vehículo se hace la suma de los promedios de todos los insumos y materiales utilizados en el proceso de lavado y se los divide para el número de ingresos que genera este proceso, al valor obtenido se le suma el costo de mano de obra y así se obtiene el valor en dólares por cada vehículo.

Con todos los valores obtenidos, el equipo Kaizen definió metas, en tiempos de realización del proceso, en costos y consumo de agua por litros. Estas metas serán alcanzadas con este trabajo de titulación.

Se puede observar de manera más clara lo descrito anteriormente con el siguiente formato. (Formato situación actual, Kaizen AYASA.)

Tabla 34.
Situación actual financiero

	¿CÓMO HA EVOLUCIONADO EL PROBLEMA?					¿DE QUÉ TAMAÑO ES EL PROBLEMA?				
CONSUMO DE JABÓN PARA VH.	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	PROMEDIO \$61,10			
	\$51,10	\$71,10	\$51,10	\$71,10	\$71,10	\$51,10				
	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO				
	\$59,20	\$59,20	\$59,20	\$59,20	\$59,20	\$59,20				
	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO				
	\$34,20	\$34,20	\$34,20	\$34,20	\$34,20	\$34,20				
CONSUMO DE BRILLO DE NEUMÁTICOS	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	PROMEDIO \$34,20			
	\$47,26	\$23,63	\$23,63	\$47,26	\$23,63	\$23,63				
	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO				
	\$2,69	\$2,69	\$2,69	\$2,69	\$2,69	\$2,69				
	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO				
	\$2,69	\$2,69	\$2,69	\$2,69	\$2,69	\$2,69				
CONSUMO DE LIMPIAVIDRIOS	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	PROMEDIO \$31,51			
	\$51,10	\$71,10	\$51,10	\$71,10	\$71,10	\$51,10				
	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO				
	\$59,20	\$59,20	\$59,20	\$59,20	\$59,20	\$59,20				
	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO				
	\$34,20	\$34,20	\$34,20	\$34,20	\$34,20	\$34,20				
COSTO DE MANO DE OBRA	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	PROMEDIO \$2,69			
	\$47,26	\$23,63	\$23,63	\$47,26	\$23,63	\$23,63				
	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO				
	\$2,69	\$2,69	\$2,69	\$2,69	\$2,69	\$2,69				
	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO				
	\$2,69	\$2,69	\$2,69	\$2,69	\$2,69	\$2,69				

Tabla 35.
Situación actual financiero

COSTO DE IMPLEMENTOS DE SEPTIEMBRE LAVADO	\$ 18,44	\$ 20,44	\$ 20,44	\$ 20,44	\$ 20,44	\$ 18,44	PROMEDIO \$19,44
	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO		
CONSUMO DE AGUA TALLER	\$ 398,00	\$ 398,00	\$ 398,00	\$ 398,00	\$ 398,00	\$ 398,00	PROMEDIO \$398,00
	SEPTIEMBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO		
CONSUMO DE LUZ HIDROLAVADORA	\$ 74,35	\$ 74,35	\$ 74,35	\$ 74,35	\$ 74,35	\$ 74,35	PROMEDIO \$74,35
	SEPTIEMBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO		
NÚMERO DE INGRESOS (SEPTIEMBRE- FEBRERO)	370	293	404	379	356		PROMEDIO 362
	SEPTIEMBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO		
DESPERDICIO DE AGUA EN LITROS	21660	18240	27060	25800	24120		PROMEDIO (LITROS DE AGUA) 23290
	SEPTIEMBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO		

Tabla 36.
Metas a cumplir

INDICADORES	NIVEL ACTUAL	META
GASTO DE INSUMOS Y SERVICIOS BÁSICOS POR VH.	\$4,56	\$3,43
AHORRO POR VEHÍCULO		\$1,13
AHORRO ANUAL EN LAVADO E INSUMOS		\$4.909,00
CONSUMO DE AGUA POTABLE PARA LAVADO POR VH.	60 LITROS / 0.06 m ³	10 LITROS
TIEMPO DE LAVADO POR VEHÍCULO (PROCESO NORMAL)	24 MINUTOS	16 MINUTOS
CONSUMO DE ENERGÍA PARA LAVADO KW/h POR VH.	2.57 KW/h	0 KW/h

Como se puede observar se definió indicadores, y se realizó una comparación del nivel actual y de la meta a cumplir.

3.13 Resultados de la situación actual (Árbol de definición de problema)

Se define los dos problemas específicos mediante la herramienta del árbol de definición.

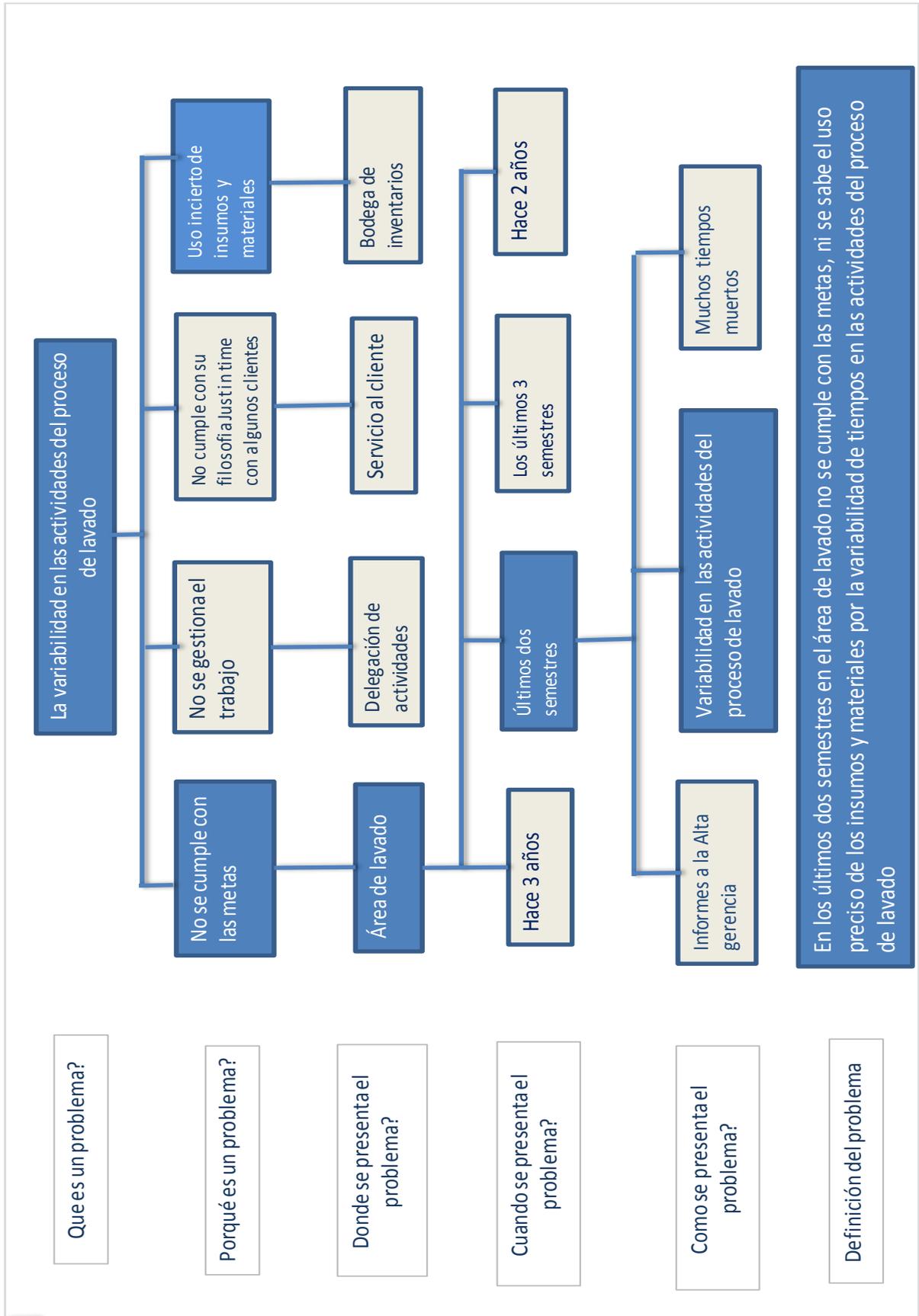


Figura 25. Árbol de definición del problema variabilidad en las actividades del proceso

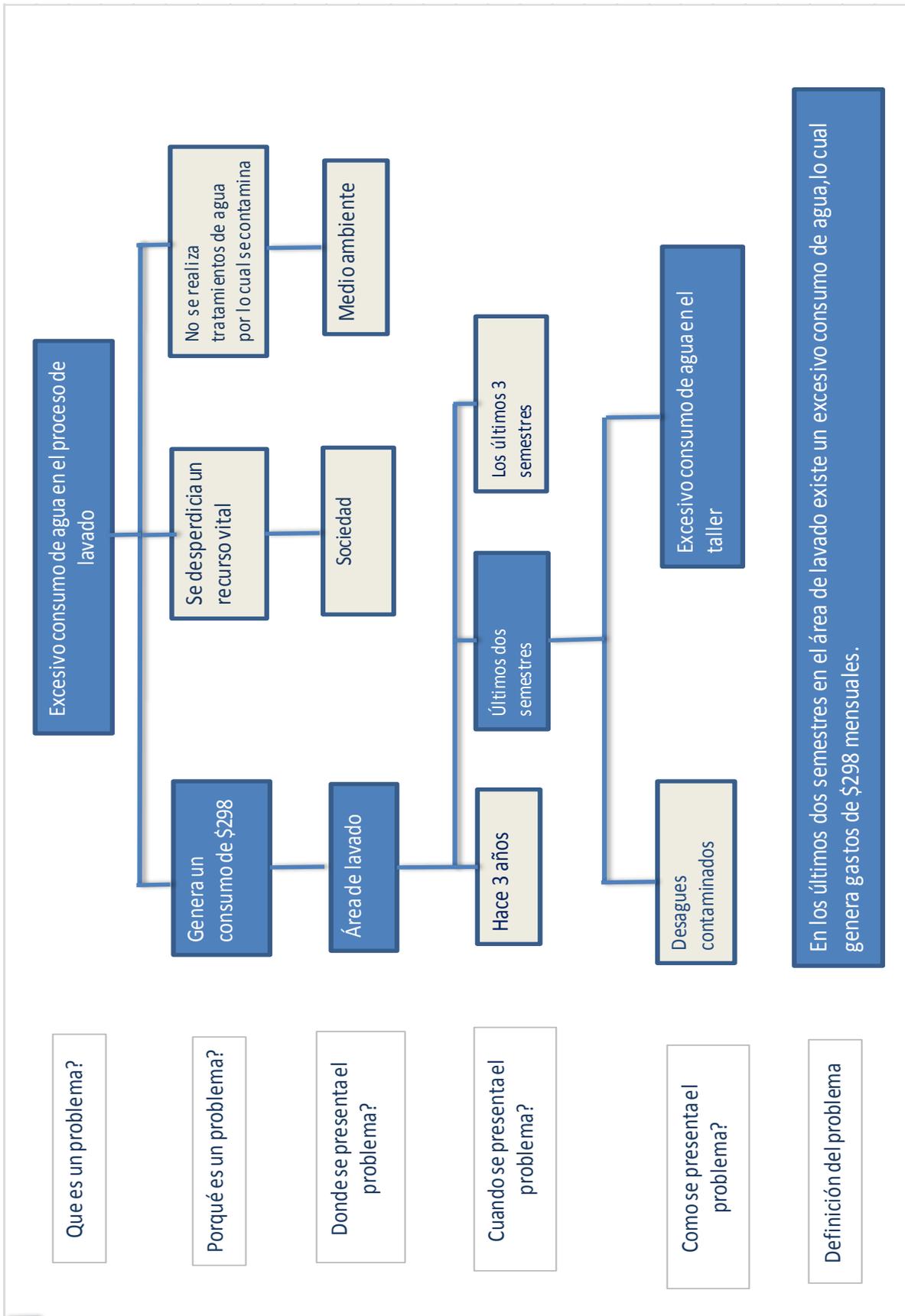


Figura 26. Árbol de definición del problema excesivo consumo de agua en el proceso de lavado

En la figura 1 y 2 se puede observar la definición del problema, nótese que en cada una de las preguntas realizadas en el árbol de definición se encontraron varias respuestas, se consideran a todas posibles alternativas pero se señala con color más oscuro la respuesta más relevante, esto con el fin de definir el problema de una manera más específica.

Se obtiene como resultado dos problemas en el proceso de lavado del concesionario Renault Eloy Alfaro y José Queri, estos son la variabilidad en las actividades del proceso y el excesivo consumo de agua en el mismo.

4. Capítulo IV. Optimización del proceso

4.1 Hallazgos

Con el levantamiento de información que se realizó en el área de lavado, para este trabajo de titulación, se encontraron varios hallazgos que son muy relevantes para la realización de la optimización del proceso. **(Anexo 5)**

4.1.1 Principales hallazgos

Los principales hallazgos se obtienen gracias al árbol de definiciones, el proceso de lavado tiene varios errores, entre ellos y de los más importantes es la variabilidad en las actividades, la cual se da por una falta de un manual de procesos o una hoja de operaciones que indique a los operarios el tiempo óptimo de la realización de cada actividad, y sirva de guía para todo el proceso.

El árbol de definiciones nos indica que otro problema importante es el excesivo consumo de agua en el proceso de lavado, este es un problema que se lo considera crítico dentro de la organización ya que no solo se lo considera como

inconveniente económico, sino también ambiental y de alto impacto en la reputación de la marca en las nuevas tendencias lean.

4.1.2 Hallazgos consecuentes

Partiendo de los dos problemas específicos, se encuentran más problemas que se derivan de estos, es importante recalcarlos ya que también tienen influencia e impacto dentro de la organización.

La variabilidad de los tiempos en el proceso de lavado ocasiona el elevado tiempo de realización de esta operación, los operarios encargados del área de trabajo no son productivos, no por falta de capacidad, sino por falta de capacitaciones o de una hoja de operaciones que los guíe en el desenvolvimiento de sus actividades.

El ritmo de producción o Takt time nos indica que los operarios no son productivos para satisfacer la demanda del taller, en la realidad esto se refleja viendo y hablando con los encargados del área de lavado, los cuales afirman que siempre salen una hora más tarde de lo debido, y es netamente para cumplir la demanda determinada ya que la organización no puede perder.

La variabilidad de tiempos es ocasionada por una falta de estandarización del proceso, y esto ocasiona otros problemas como la mala utilización de las herramientas de trabajo, esto se da ya que cada operario se desenvuelve de la manera que para él sea la más cómoda, pero no siempre de la manera correcta.

La contaminación de agua es un problema de alto impacto para el ambiente, la sociedad y la organización, este problema se deriva del excesivo consumo de agua que genera el proceso de lavado, la contaminación se da por que los insumos del lavado son jabones y shampoos tradicionales que tienen químicos contaminantes, y no se realiza tratamiento de aguas residuales es por ello que la contaminación es bastante alta.

De ambos hallazgos específicos se deriva un problema en común, los altos costos de insumos y materiales, por una parte no se tiene definido cuanto ni cómo usar cada insumo, y según la organización el proveedor de estos productos es más caro que la competencia, y los operarios lo usan en exceso o lo desperdician.

4.2 Matriz de priorización

Dentro del proceso del Lavado en el Concesionario de Renault Eloy Alfaro y José Queri se identificaron varios problemas, que ya se mencionaron anteriormente, por ello se procede a la realización de una matriz de priorización para definir el enfoque de este trabajo de titulación.

Se definió parámetros para las acciones a tomar.



Figura 27. Parámetro matriz de priorización

Estos parámetros definirán más adelante las acciones que se proponen implementar, aquellas con la calificación más alta en la priorización total, son las acciones más relevantes para la solución de los problemas en el proceso de lavado.

La ponderación de la matriz tanto como para la dificultad, el plazo y el impacto se lo realizaron conjuntamente con el Jefe de taller, los diagramas de Ishikawa y los árboles de definición nos arrojaron varios problemas detectados en el levantamiento de información del proceso de lavado.

Se realizó un análisis exhaustivo de las actividades que se podrían realizar para mejorar los problemas detectados, esta matriz como su nombre lo indica nos ayuda a priorizar cual de todas estas actividades son más beneficiosas y convenientes realizar para optimizar el proceso de lavado

Tabla 37.
Matriz de priorización

Identificación	Actividad	Dificultad	Plazo	Impacto	Priorización Total
Variabilidad en las actividades del proceso de lavado	Generar un manual de procesos	3	3	4	36
Contaminación de agua	Tratamientos de aguas residuales	1	1	4	4
Mala utilización de herramientas de trabajo	Generar un manual de procesos	2	1	3	6
Excesivo consumo de agua	Cambio de proveedor para la implementación del lavado en seco	4	2	3	24
Altos costos en insumos y materiales	Cambio de proveedor para la implementación del lavado en seco	4	2	3	24
Elevado tiempo de realización del proceso	Capacitaciones a los operarios	3	4	2	24

4.2.1 Análisis matriz de ponderación

Se puede ver en la matriz de priorización, se han analizado cada uno de los hallazgos detectados en el levantamiento de información.

Se propuso una actividad que podría mejorar estos hallazgos y se la califico con los parámetros ya antes definidos.

La actividad con mejor puntaje, es decir la más productiva en cuanto a dificultad, plazo e impacto, que podría traer mejoras al proceso de lavado es la realización de un manual de procesos, este manual incluiría una hoja de operaciones lo que nos permite controlar la variabilidad de las actividades del proceso de lavado, a su vez se controlaría el problema de la mala utilización de herramientas de trabajo, ya que en la hoja de operaciones se explicaría el uso correcto de estas herramientas.

Después se produjo una igualdad de resultados en matriz, por ende se ha decidido realizar todas las propuestas, la implementación del lavado en seco es la siguiente actividad que se realizara, el Jefe de taller en su proyecto Kaizen lo ha propuesto, en este trabajo de titulación se darán las razones del por qué implementarlo y cómo hacerlo, con esta propuesta se cambiara de proveedor para los nuevos y mejorados insumos lo cual ya está aprobado por la alta gerencia, estos productos son amigables con el medio ambiente, con esto se mejora los problemas del excesivo consumo de agua, ya que con estos productos no es necesario el uso de agua para el lavado, cabe recalcar que el lavado en seco reduce el uso de agua de manera notable pero no lo elimina completamente, además con la implementación del nuevo proceso se optimiza el uso de materiales e insumos, lo cual provoca que esos elevados costos en este ámbito empiecen a reducirse.

Por último se propone hacer una capacitación a los operarios para mejorar y reforzar sus conocimientos, con el fin de aumentar su productividad y que se cumpla con la demanda requerida en la jornada laboral normal, y así reducir esos elevados tiempos de realización de las actividades del proceso de lavado.

La única actividad que no se va a realizar, son los tratamientos de agua residuales, para el control de la contaminación, simplemente porque no es el alcance de este trabajo de titulación.

No obstante la contaminación si se reducirá con la implementación del nuevo proceso denominado Lavado en seco, ya que el uso de agua será mucho menos y los nuevos productos son Lean, es decir amigables con el medio ambiente.

A continuación se puede observar los hallazgos encontrados en los dos problemas principales, variabilidad en los tiempos de realización (tabla 38) y excesivo consumo de agua (tabla 39)

4.3 Hallazgos en relación a la Variabilidad de Tiempos

Tabla 38.
Hallazgos variabilidad de tiempos

Actividad	Variabilidad	Observaciones	Efecto
1 Entrada del auto al área de lavado	39,69%	Autos en espera para entrar al proceso de lavado	La variabilidad es bastante alta, algunos autos esperan otros no, se generan bastantes demoras
2 Limpieza de carrocería	7,58%	Hay problemas de logística y orden en esta actividad	Es una actividad complicada en la que el operario tiene dificultades
3 Enjuague de Carrocería	4,04%	Uso incorrecto de herramientas de trabajo	Variabilidad en el uso de insumos y materiales
4 Revisión de latas	19,85%	Control visual que depende de cada operario	Variabilidad en la calidad
5 Cambio de operación	25,03%	La velocidad de Set up para pasar a interiores depende de como vayan en tiempo	Variabilidad alta en esta actividad
6 Limpieza de Motor	3,70%	Una actividad bastante bien realizada	Tiene la variabilidad más baja del proceso
7 Sopletear	7,54%	Su dificultad depende del modelo del auto	La variabilidad es controlable
8 Limpieza de interiores	4,63%	Es una actividad bastante difícil de realizar	Pese a eso es una actividad con muy poca variabilidad
9 Salida del auto para entrega	8,82%	Sin problemas para la entrega	Es la actividad con menos problemas en el proceso, a su vez es la mas fácil de realizar

4.4 Hallazgos en relación al consumo de agua

Tabla 39.

Hallazgos consumo de agua

Actividad	Observaciones	Efecto
1 Entrada del auto al área de lavado	Se preparan los insumos para la limpieza	Uso de agua moderado para mezclar los jabones
2 Limpieza de carrocería	Uso de agua mezclada con los productos	Contaminación de agua
3 Enjuague de Carrocería	Uso excesivo de hidrolavadora	Desperdicio de agua
4 Revisión de latas	Control visual	No hay consumo de agua
5 Cambio de operación	En el set up arrojan el agua utilizada, y proceden a utilizar agua limpia para los interiores	Desperdicio y reconsumo de agua para insumos
6 Limpieza de Motor	Uso de hidrolavadora	Excesivo consumo de agua
7 Sopletear	Remover el agua de los bordes del auto	No hay consumo de agua
8 Limpieza de Interiores	Uso de agua mezclada con los productos	Contaminación de agua
9 Salida del auto para entrega	Sin problemas para la entrega	No hay consumo de agua

4.5 Resumen Hallazgos

Luego del levantamiento de información en AYASA S.A, en el concesionario de Renault Eloy Alfaro y José Queri en el área de lavado se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- La variabilidad en las actividades de un proceso, lo hacen a este poco productivo.
- El lavado tradicional de autos es un proceso crítico en cualquier empresa, las nuevas tendencias exigen a las organizaciones cambios radicales de filosofía, lo nuevo es Lean.
- El proceso de lavado tienen un alto impacto en la organización, ya que el cliente considera que hay un buen servicio cuando le entregan su auto limpio, se considera que el proceso da un valor agregado al cliente inigualable.
- El ritmo de producción o *Takt* time nos indica que los operarios están siendo poco productivos, esto se evidencia en una jornada laboral, ya que los encargados del área de lavado jamás salen a tiempo.
- El cambio de proceso del lavado tradicional a operación en seco trae muchas ventajas a la organización.
- La variabilidad se da principalmente porque los operarios calculan el tiempo según ellos lo estimen adecuado.
- La contaminación de agua no se elimina por completo, pero se reduce con los nuevos productos amigables con el medio ambiente.
- El uso de la hidrolavadora queda restringido solamente para aros y neumáticos.
- Hay un mal uso de las herramientas de trabajo por parte de los operarios.
- Por ser un proceso considerado cuello de botella de varias operaciones que se desarrollan en taller, es lógico que su primera actividad, denominada entrada del auto al proceso de lavado, tenga la variabilidad más alta de todas las actividades dentro de la operación.

- La actividad con más alto nivel de dificultad para los operarios es la denominada como interiores.
- Un problema considerado causa raíz, siempre tiene inconvenientes consecuentes que derivan de este.
- Existe un alto costo de materiales e insumos ya que los operarios ocupan mucho producto para la realización de tareas.
- El consumo excesivo de agua se da por el uso de la hidrolavadora, se consume 60 litros de agua por vehículo.
- La variabilidad está presente no solo en tiempos sino también, en calidad, uso de insumos y materiales, consumo de agua.
- El diagrama de Pareto nos indica que actividades del proceso son las más críticas, en cuanto a variabilidad y número de errores.
- La matriz de priorización nos ayuda a enfocarnos en los problemas considerados como más relevantes para el presente trabajo de titulación.

Luego de haber concluido con los hallazgos encontrados se finaliza con el punto tres del ciclo Deming el cual se denomina como “estudiar”. Con esto se abre paso al punto cuatro “actuar” con el que se da comienzo a la propuesta de optimización del proceso de lavado, se puede observar de mejor manera el ciclo Deming de lo que se ha venido realizando en la figura 28.

4.6 Ciclo de Deming

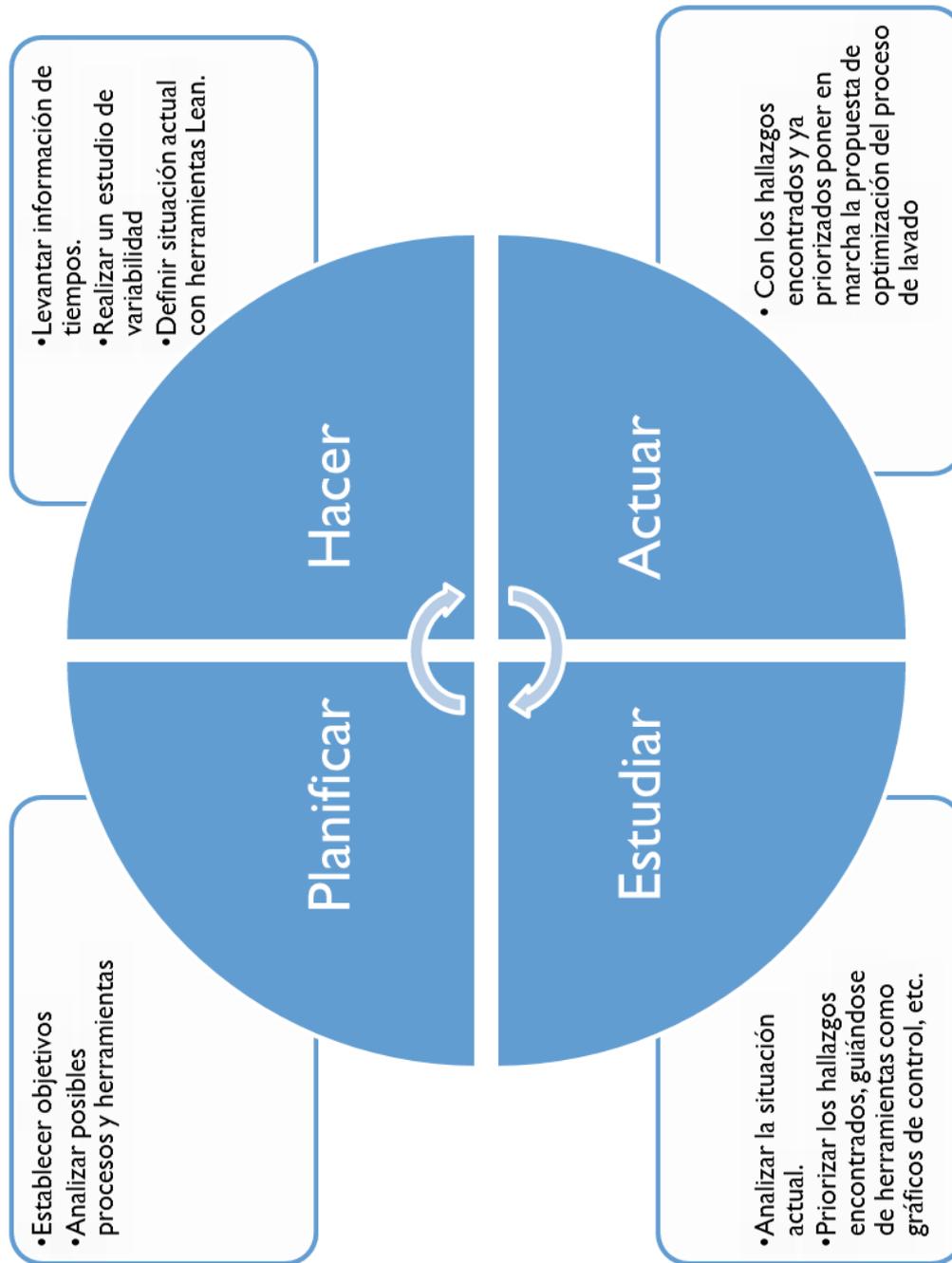


Figura 28. Ciclo Deming

Ciclo de Deming:

Este trabajo de titulación se basó en el ciclo Deming para su desarrollo, la optimización del proceso de lavado en seco se iniciará con el ciclo PDSA es decir:

1. Planificar (*Plan*)

En esta etapa se realizó un breve estudio de por qué hay un problema, el Jefe de taller comentó que el proceso de lavado le está trayendo problemas con los tiempos de entrega de los autos al cliente, debido a que los operarios no cumplen con la demanda requerida y que siempre deben compensar horas extras, ya que ellos siempre salen una e incluso dos horas más tarde.

De la información recopilada, su proyecto *Kaizen* era implementar un nuevo proceso que sea más productivo, se vio la oportunidad de realizar este presente trabajo de titulación, se planificó con la Alta Gerencia de Automotores y Anexos, que el presente trabajo sería la propuesta documentada para proceder a implementar la mejora.

En esta etapa se definió objetivos, el principal es realizar la propuesta de la estandarización del proceso de lavado en seco en Renault Eloy Alfaro y José Queri, mediante el uso de herramientas Lean y bajo el régimen de trabajo estandarizado, para mejorar la productividad del proceso.

Junto con este objetivo general también se abarcaron varios específicos como identificar herramientas Lean que permitan mejorar el proceso actual, ya que por su filosofía Kaizen mejora continua les interesa de gran manera el uso de herramientas Lean manufacturing.

Se planificó con el departamento (PMP) proyectos, mejora y planificación las posibles herramientas a utilizar, luego de una reunión planteando todos los puntos de parte y parte, abrieron muy amablemente las puertas de su

concesionario y dieron acceso a toda la información necesaria para la realización del presente trabajo de titulación.

2. Hacer (Do)

Esta etapa corresponde al trabajo de campo, aquí se realizó la toma de tiempos en el área de lavado del concesionario de Renault Eloy Alfaro y José Queri, se realizó una muestra de 54 vehículos, la toma de tiempos son en días aleatorios de inicio a fin de una jornada laboral completa, el Jefe de taller señaló que la demanda es la misma todos los días.

Se definió los formatos para levantar la información, una vez aprobados por la organización se hizo la toma de tiempos.

Ya con los datos desglosados en cada actividad, se hizo un estudio de variabilidad con el fin de poder definir la situación actual de la manera más completa posible.

Con el estudio exhaustivo de variabilidad, se progresó en un estudio estadístico con el fin de definir la media de los tiempos de cada actividad y de todo el proceso así como también los límites superior e inferior permisibles en cada actividad, se analizó el Cp y Cpk para saber si la media está o no está centrada y si el proceso está o no en buen estado, y así poder definir si este requiere o no cambios.

Se hizo un análisis del tiempo perdido, que es la suma de todas las demoras que tienen el operario durante todo el proceso de lavado, y se realizó un análisis de correlación entre el tiempo total y el tiempo perdido.

Con la herramienta Pareto se puede definir las actividades con las que más errores podremos corregir.

Se realizó un estudio del Takt time para definir la productividad de los operarios.

Se realizó el diagrama de Ishikawa para profundizar los posibles problemas críticos y sus motivos.

Se obtuvo los datos de los gastos en el proceso de lavado del último semestre y se los define en la situación actual.

Finalmente se realiza la definición de los problemas mediante la herramienta árbol de definiciones.

Dentro del trabajo de campo se mantuvo reuniones constantes con los encargados del área de trabajo, con el fin de consolidar los datos que se estaban levantando, además de poder profundizarnos más en el proceso de lavado y del desenvolvimiento de los operarios.

3. Estudiar (*Study*)

En esta etapa se comprueba si el objetivo planteado va por buen camino, se estudia la situación actual ya definida y se la compara con los objetivos a cumplir que tiene la organización.

Se obtienen los hallazgos gracias a la situación actual y la definición de los problemas principales y también de los consecuentes.

Se realiza una matriz de priorización de dichos hallazgos, colocando la identificación y la posible acción de mejora para el problema, se califica y se obtiene las acciones más relevantes para el cumplimiento del objetivo de optimizar el proceso

4. Actuar (*Action*)

Esta es la etapa final y fundamental en el trabajo de titulación, dado que se procede con la propuesta de optimización, en esta etapa ya se tiene definido el problema, se obtienen los principales hallazgos y se los prioriza.

Esta etapa es todo lo que abarca el ítem denominado como propuesta de mejora, y como su nombre lo indica, se realizará la propuesta de las acciones a tomar para cumplir con el objetivo de optimizar el proceso de lavado en el concesionario Renault.

4.7 Propuesta de mejora

Esta parte se la dividirá en 4 aspectos:

- Propuesta de actividades
- Consideraciones a la propuesta
- Seguimiento
- Capacitaciones

4.7.1 Propuesta de actividades

Para confrontar los hallazgos encontrados se propone:

- Realizar la implementación de un nuevo proceso llamado lavado en seco, el cual sustituirá la operación de lavado común, este nuevo proceso cuenta con siete actividades, dos menos que el lavado tradicional, y justamente se eliminan dos de las actividades que más uso de agua demandaban.
- Generar un manual de procesos, que es el instrumento encargado de facilitar el desarrollo de las actividades de un área de trabajo.
- El manual de procesos incluye a la denominada hoja de operaciones que permite al operario visualizar las actividades en el orden secuencial, la determinación del tiempo objetivo de cada una de ellas, lo que permite el control de la variabilidad en las actividades, también el uso de recursos y materiales necesarios, lo que permite disminuir los desperdicios en cuanto a insumos, además permite determinar el uso de métodos específicos. El manual también incluye formatos de indicadores de cumplimiento y formatos de responsables y encargados.

- Realizar capacitaciones a los operarios para aumentar su productividad y ayudar a familiarizarse con el nuevo proceso.

4.7.2 Consideraciones a la propuesta

- Estas consideraciones son responsabilidad de la empresa, una vez la optimización, los encargados del área deberán cumplir con los parámetros que se estipulan.
- Para implementar estas propuestas se debe tomar en cuenta:
- Formalizar el apoyo con el departamento de proyectos, mejora y planificación, y también con el Jefe de taller encargado de todo el concesionario de Renault Eloy Alfaro y José Queri.

4.7.3 Seguimiento:

- Realizar formatos de control de cumplimiento de objetivos, los cuales serán llenados por los operarios al final de su jornada laboral.
- Plan de auditorías de seguimiento por parte del Jefe de taller.

4.7.4 Capacitaciones:

- Capacitaciones por parte del nuevo proveedor explicando la manera más óptima de aprovechar los beneficios de su producto
- Hoja de operaciones, para instruirlos de cómo realizar las actividades de inicio a fin.

4.8 Solución a los hallazgos encontrados

Se realiza la propuesta y justificación de las acciones a tomar para la optimización del proceso de lavado.

4.8.1 Implementación del proceso denominado lavado en seco

La implementación del nuevo proceso lavado en seco, se realiza por el problema denominado “excesivo consumo de agua en el proceso de lavado en el concesionario Renault Eloy Alfaro y José Queri” este problema se lo define como crítico y de alto impacto, ya que tiene varias consecuencias tales como: consumo excesivo de agua, la contaminación de la misma, los altos costos en agua y en los insumos y materiales usados en este proceso.

En la situación actual se hizo un diagrama de Pareto.

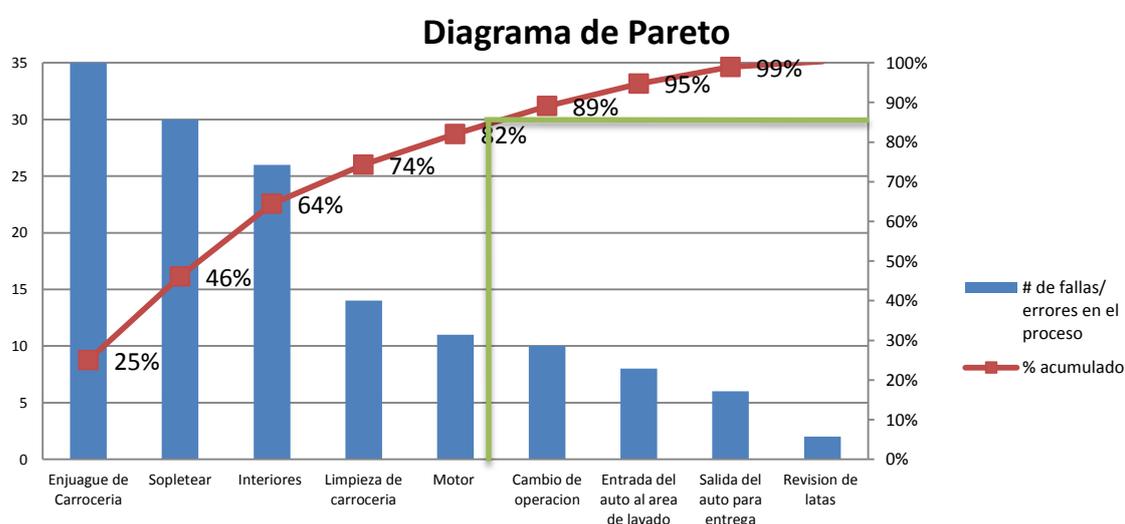


Figura 29. Diagrama de Pareto

En el cual se puede observar que dos de las actividades con más errores y problemas son las que se van a eliminar con este nuevo proceso, estas son: enjuague de carrocería y sopletear.

Al momento de implementar el lavado en seco la actividad enjuague que es la encargada de remover las impurezas con agua ya no es necesaria, así mismo sopletear no es indispensable debido a que esta actividad se encargaba de retirar los residuos de agua sobrantes en los fillos y bordes del auto.

Eliminando estas dos actividades no solo se reduce el tiempo total de realización del proceso que cabe recalcar es uno de los objetivos primordiales de la organización, si no también se reduce el consumo de agua, la contaminación de esta y evidentemente los gastos que su consumo genera.

La implementación de este nuevo proceso es de gran interés para la organización por sus múltiples beneficios.

Dentro del proceso de la implementación del proyecto con la empresa proveedora 3D se realizó un piloto de la operación para definir costos y cantidades de los nuevos insumos y materiales, además se evaluó el nuevo procedimiento de lavado en seco, finalmente se estipuló tiempos estimados en cada actividad.

Se levantó la información y se realizó el nuevo diagrama de flujo de lo que sería el proceso “lavado en seco”.

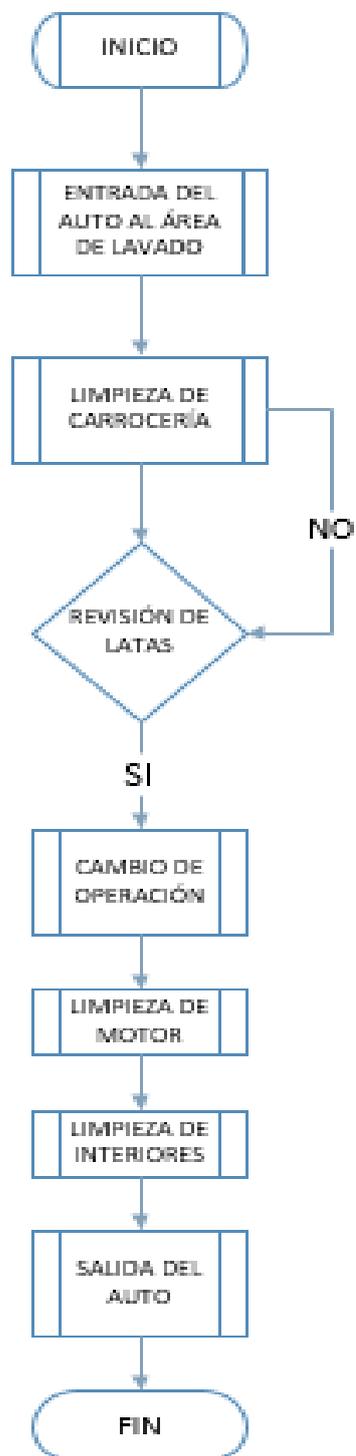
Diagrama de flujo: Lavado en seco

Figura 30. Propuesta del nuevo diagrama de flujo proceso de lavado en seco

Como se puede observar son siete actividades en el proceso de lavado en seco, se procede a dar una explicación profunda de la realización de cada una de ellas y del proceso en sí.

1. Inicio

Se comenzará por revisar que el vehículo haya quedado en perfectas condiciones después de los trabajos realizados en el taller como (ausencia de testigos de fallo, estado de carrocería y exterior del auto, cerrado de ventanas y sacado de llaves).



Figura 31. Inicio del proceso de lavado

2. Entrada del auto al área de lavado.

Una vez que se haya verificado que el auto haya salido en perfectas condiciones del taller el operario prende el vehículo, lo lleva y estaciona en el área de lavado para comenzar con el proceso de lavado.

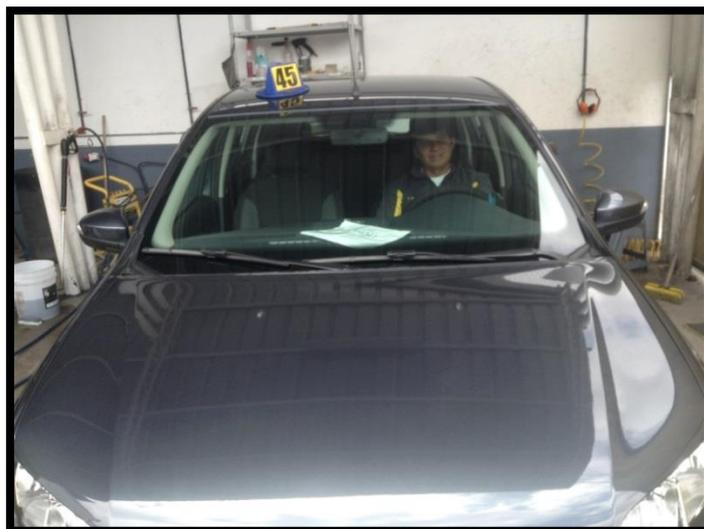


Figura 32. Entrada del auto al taller

3. Limpieza de carrocería

En esta actividad ya se aplica el lavado en seco que se lo realizará con el producto llamado Watterless de la marca 3D (color verde), aplicándolo en la carrocería por medio de un aspersor en modo de abanico.



Figura 33. Aplicación del producto

Con la ayuda de un **PAÑO MICROFIBRA** húmedo y **siempre limpio**, se restregará levemente la carrocería en línea recta hacia abajo, con el fin que la suciedad o el polvo terminen cayendo al piso y evitar rayones en la pintura.



Figura 34. Limpieza de carrocería

Con otro paño microfibra **seco y limpio** o con el mismo anteriormente usado pero con el revés, restregamos con mayor presión la carrocería con el fin de dejar el acabado tipo encerado que nos brinda el producto.

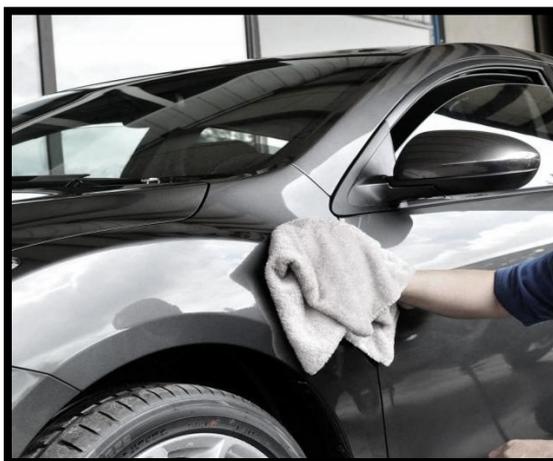


Figura 35. Uso de los nuevos productos para lavado en seco

Para los vidrios por fuera y por dentro, bordes internos (entradas) y aros se lo realizará con las mismas microfibras en cualquier dirección.

(En el caso que los aros presenten dificultad en su limpieza, se ayudarán del desengrasante).

Solo para los neumáticos se aplicará el método tradicional, es decir se utiliza la hidrolavadora, pero se utiliza el nuevo producto llamado *wash n waw shampoo*.



Figura 36. Limpieza de aros

4. Revisión de latas

Esta revisión se la realiza de forma visual, en este proceso se toma una decisión, si el operario considera que la actividad está bien realizada se procede a pasar al cambio de operación para comenzar con los interiores, caso contrario se regresa a la actividad limpieza de carrocería.

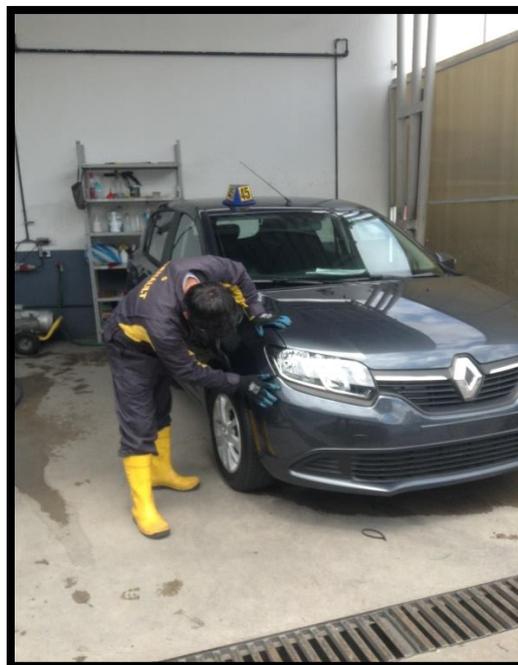


Figura 37. Revisión de carrocería

5. Cambio de operación

En este cambio de operación o set up, el operario hace una pausa para cambiar de producto de *waterless* al *ultraprotectant* que es el utilizado para la limpieza de interiores.



Figura 38. Cambio de operación

6. Limpieza de Motor

La actividad motor no utiliza ningún insumo más que el paño microfibra húmedo, ya que el motor es la parte más delicada del auto, la limpieza solo se la realiza frotando un paño húmedo por adentro del cofre



Figura 39. Limpieza de motor

7. Limpieza de Interiores

Para los interiores se aplica el producto ultraprotectant en el paño microfibra y se procede a realizar la limpieza de tableros y partes internas.

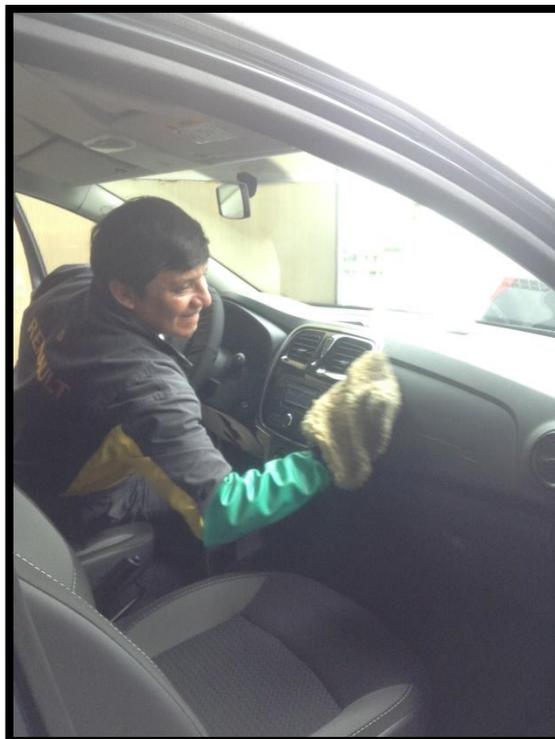


Figura 40. Limpieza de interiores

En la actividad limpieza de interiores, la aspirada se realiza de la misma manera que en el proceso de lavado tradicional.



Figura 41. Aspirada interiores

8. Salida del auto

Al terminar con la actividad interiores el operario lleva el auto a la zona de parqueo para que el asesor de servicio entregue el vehículo al cliente.

9. Fin

Se entrega el auto al cliente y se remite de cancelación.

Con la entrega del auto al cliente el proceso ha culminado y hay que tomar en cuenta algunos parámetros del nuevo proceso de lavado en seco.

- Cada miembro del equipo de lavado tiene la obligación de verificar siempre que el vehículo esté correctamente realizado, indistintamente de la actividad que esté haciendo al vehículo en ese momento.

- El método de lavado de vehículos en el centro de servicio se cumplirá bajo la norma de trabajo en equipo que mantiene la empresa, y se ayudarán mutuamente según la necesidad, con el fin de mantener el Área de Lavado siempre libre y a cualquier disposición o requerimiento de todo el personal de la empresa.
- En caso que el vehículo se encuentre demasiado sucio se podrá utilizar la hidrolavadora para remover la suciedad que se encuentre impregnada como lodo, fango, abono o piedrecillas, y se seguirá con el proceso de lavado en seco. En caso de lluvia se podrá proceder con el lavado tradicional de agua, si lo amerita.
- En el caso de PDI's por disposiciones de Jefatura, algunas veces se los lavará por el método de lavado tradicional (con agua).
- En momentos que no se tenga los vehículos disponibles en el Área de Lavado, los operadores se dirigirán a realizar la limpieza con los vehículos que se encuentren dentro del taller en tiempos de espera o muertos, siempre y cuando no afecte al proceso de trabajo que esté realizando el Técnico.
- Los lavadores son las únicas personas capacitadas para realizar adecuadamente el lavado exterior con el producto de lavado en seco. Si un Técnico, Control o Asesor se dispone a ayudar tendrá que realizar una actividad diferente a la mencionada, con el fin de seguir el proceso correcto para precautelar la pintura del vehículo.

4.8.2 Manual de procesos

La implementación del manual de proceso se lo hace por el problema denominado “variabilidad en los tiempos del proceso de lavado” este problema trae consecuencias como:

- Elevados tiempos de realización del proceso, lo que ocasiona que los operarios no cumplan la demanda requerida en la jornada laboral y provocar pagos de horas extras.

- Incertidumbre en tiempos de entrega lo que genera problemas con los clientes, por su filosofía Just in Time es un problema de alto impacto para la organización
- Variabilidad en la calidad del acabo final del proceso de lavado
Incertidumbre en el uso de insumos y materiales.

El manual se basa en el nuevo proceso “lavado en seco” con el fin de cumplir con las metas que ha fijado el departamento de planificación mejora y proyectos.

El manual se lo realiza de la forma más didáctica y productiva para los beneficios de la organización.

Los elementos que lo integran son:

- Introducción
- Objetivos
- Áreas de aplicación
- Marco metodológico
- Mapa de procesos
- Hoja de operaciones
- Evaluación y control (indicadores)

4.8.3 Manual de procesos AYASA S.A concesionario Renault

Índice

1. Introducción
2. Objetivos
 - 2.1 Objetivo General
 - 2.2 Objetivo Especifico
3. Áreas de aplicación

4. Marco metodológico
5. Mapa de procesos
6. Hoja de operaciones
7. Evaluación y control (indicadores)

1. Introducción:

El manual de procedimientos de Renault es un documento que contiene la descripción de las actividades que deben seguirse para la realización del proceso de lavado en seco.

El manual es la herramienta más eficiente para transmitir información a un operario, permite que este aplique sus conocimientos de una forma correcta, además facilita la identificación de puestos de trabajo lo que promueve la participación.

En el manual se encuentra registrada y lista la información sin ninguna distorsión y de una manera didáctica y amigable para quien lo lee, de esta forma no solo se le proporciona al operario la realización de sus actividades si no también se facilita las evaluaciones, los labores de auditoria, y su control interno.

2. Objetivos:

2.1 Objetivo general:

- Servir de guía para la correcta ejecución del proceso de lavado, con el fin de realizar la operación en el tiempo estipulado de 16 minutos, y así optimizar el proceso.

2.2 Objetivos específicos:

- Reducir el uso de insumos.

- Generar un trabajo estandarizado por parte de los operarios y asegurar la calidad del proceso.
- Ayudar a capacitar a nuevos operarios
- Facilitar los labores de control y auditoria
- Proporcionar información documentada para la empresa
- Evitar percances y confusiones dentro del proceso

3. Áreas de aplicación

Se lo aplica en el área de lavado de la corporación AYASA S.A en el concesionario Renault Eloy Alfaro y José Queri, una vez implementado y demostrado su eficiencia la organización lo implementará en todos sus concesionarios de la ciudad de Quito.

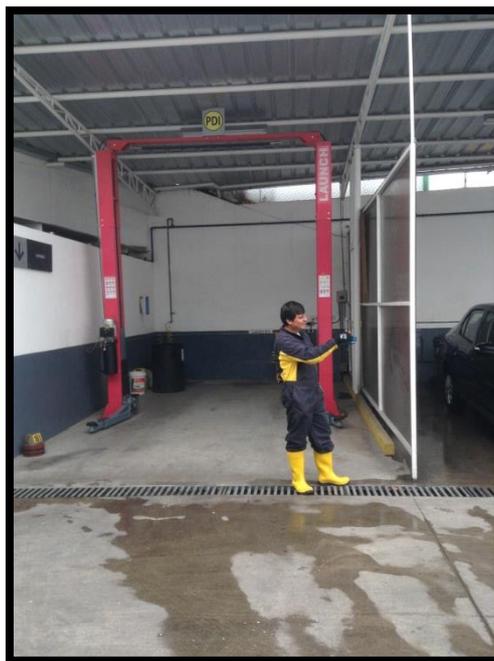


Figura 42. Área de lavado Concesionario Renault Eloy Alfaro

4. Marco metodológico

La metodología utilizada para el desarrollo de este manual de procedimientos se basó en dos pilares importantes, investigación documentada y trabajo de campo.

La investigación documentada permitió definir la situación actual, con lo que se observó todos los problemas principales y sus consecuentes dentro del proceso de lavado. En esta técnica se revisó documentos confidenciales del concesionario Renault, lo cual permitió el desarrollo de objetivos, metas y estrategias con las que se desarrolló este manual

El trabajo de campo es una técnica que consiste en ir presencialmente al lugar donde se desenvuelve todo, en esta parte se realizó el levantamiento de información requerida, se observó atentamente el proceso en general, cada actividad específicamente, a los operarios, el uso de insumos y materiales, se anotó todo lo que se consideró relevante para la mejora del proceso.

5. Mapa de procesos

El mapa de procesos es la representación gráfica de estructura de los procesos que conforman el sistema de gestión del concesionario Renault Eloy Alfaro y José Queri, se clasifican en tres tipos de procesos

Procesos Estratégicos: son aquellos que analizan las necesidades y condiciones externas.

Procesos Fundamentales: son los procesos que añaden valor al producto o servicio.

En este punto es donde entra el proceso de lavado en seco, ya que es un proceso que contribuye al cumplimiento de la misión de Renault, además los procesos fundamentales están relacionados directamente con el cliente y sus requerimientos, se considera dentro de la organización que el proceso de lavado es uno de los valores agregados más importantes al cliente, se considera de alta importancia para cumplir con sus expectativas de dejar su vehículo en el concesionario Renault.

Procesos de Soporte: son los procesos que deben proveer y ayudar con todos los recursos necesarios para todos los procesos dentro de la organización.

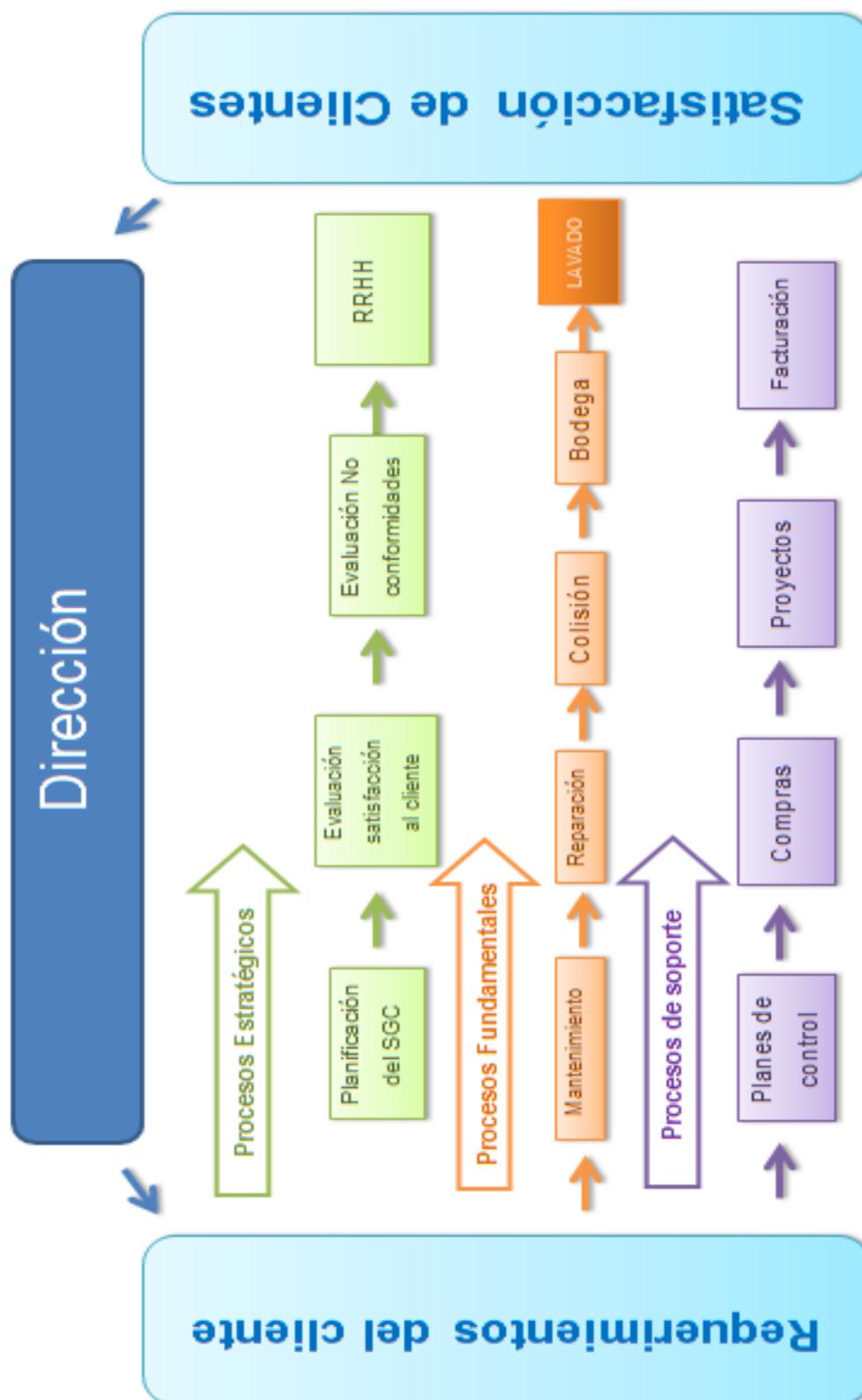


Figura 43. Mapa de procesos

Hoja de operaciones

La presente hoja de operaciones es el instructivo de realización del proceso de lavado, esta es bien detallada y dinámica para poder facilitar el entendimiento al operario, y a cualquier miembro de la organización que la lea con el fin de agilizar los procesos de auditorías y control.

La hoja de operaciones del proceso de lavado cuenta con datos como la fecha de emisión, el modelo del auto que se realiza, y el nombre del operario que realiza la operación, todo esto con el fin de tener información documentada y poder hacer estudios de mejora y calidad en un futuro.

Desglosa las actividades que se deben realizar, con una fotografía que permite guiar al operario en su forma de realizarla y los tiempos meta estipulados, esto se realiza con el fin de asegurar la calidad del acabado final, y controlar la variabilidad de los tiempos de realización dentro del proceso de lavado.

Permite observar los materiales y las herramientas necesarias para la realización de la operación, con esto se evitan demoras por ir a buscar un material o herramienta específica durante la realización de la actividad.

El operario observa los EPP o equipos de protección personal que requiere para el proceso, así se asegura la seguridad y salud ocupacional del talento humano que ejerce en esta área.

Se observa donde realizar la inspección de qué manera se la realiza y en que frecuencia.

Finalmente se muestran figuras básicas de un diagrama de flujo, con el fin de indicar lo que se realiza revisión, operación o inspección.

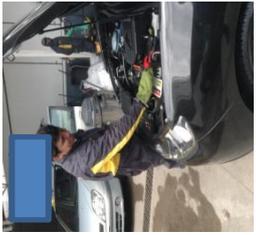
		Hoja de procesos		Formato elaborado por: Álvaro Acosta 05/06/17		
		Proceso de lavado en seco		Operario:		
Emitida:		Modelo:		Objetivo:		
Proceso de lavado en seco		Nro.		Actividad		
				1	Entrada del auto al área de lavado	0:40
				2	Limpieza de carrocería	3:50
				3	Revisión de latas	0:14
				4	Cambio de operación	0:16
				5	Limpieza de Motor	2:20
				6	Limpieza de Interiores	8:00
				7	Salida del auto	0:40
Herramientas y Equipos						
Pañitos microfibras Franelas Baldes Productos 3D Ultra-protectant Waterless Wash n wash Shampoo Dispensadores Hidrolavadora Agua Aspiradora						
Equipos de protección personal						
    						
Inspección de calidad		Modo de inspección		Frecuencia		
Auto sin residuos en la carrocería		Visual		100%		
Auto sin residuos en los interiores		Visual		100%		
						
Operación		Transporte		Inspección Decisión		

Figura 44. Hoja de procesos general

		Hoja de procesos Proceso de lavado en seco		Formato y elaborado por: Álvaro Acosta		05/06/17			
				Emitida:		Operario:			
Modelo:		Entrada del auto al área de lavado		Objetivo:		Tiempo			
 <p>1</p>		 <p>2</p>		1		Revisar las condiciones del auto a la salida del taller		0:15	
 <p>3</p>		 <p>4</p>		2		Mover el vehículo al área de lavado		0:16	
				3		Salir del vehículo		0:04	
				4		Dejar las llaves en el anaque		0:05	
						Tiempo TOTAL		0:40	
						Herramientas y Equipos			
						Ninguno			
						Equipos de protección personal		    	
						   		Operación Transporte Inspección Decisión	
						Inspección de calidad Auto sin desperfectos en carrocería Auto sin residuos del taller en interiores		Modo de inspección Visual Visual	
						Frecuencia 100% 100%			

Figura 45. Hoja de proceso entrada del auto al proceso de lavado

	Hoja de procesos		Formato elaborado por: Álvaro Acosta 05/06/17		
	Proceso de lavado en seco		Operario:		
Emitida:	Modelo:		Objetivo:		
<p style="text-align: center;">Limpieza de carrocería</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>1</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>2</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>3</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>4</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>5</p> </div> </div>		Nro.	Actividad	Tiempo	
		1	1	Limpieza de latas	1:40
		2	2	Limpieza de faros	0:35
		3	3	Limpieza de vidrios	0:20
		4	4	Limpieza retrovisores	0:15
		5	5	Limpieza de neumaticos	1:00
		Tiempo TOTAL			3:50
Herramientas y Equipos					
Pañitos microfibras Franelas Baldes Productos 3D					
Waterless Wash n wash Shampoo Dispensadores					
Hidrolavadora Agua					
Equipos de protección personal					
					
Inspección de calidad		Modo de inspección		Frecuencia	
Carrocería limpia		Visual		100%	
Aros y neumaticos limpios		Visual		100%	
				Operación Transporte Inspección Decisión	

Figura 46. Hoja de proceso limpieza de carrocería

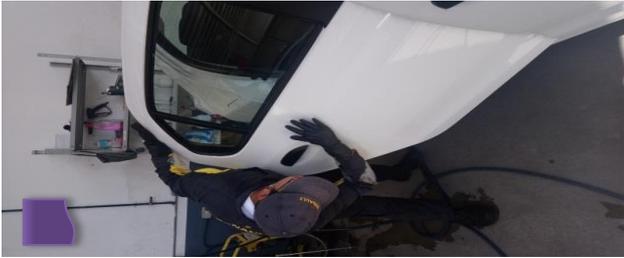
 RENAULT	Hoja de procesos		Formato elaborado por: Álvaro Acosta 05/06/17		
	Proceso de lavado en seco		Hoja 4	Operario:	
	Emitida: Modelo:			Objetivo:	
	Revisión de carrocería		Nro.	Actividad	Tiempo
 1  2  3		1	Revisar la carrocería del vehículo	0:10	
		2	Si es necesario remover impurezas de la carrocería mientras se hace la revisión	0:00	
		3	Revisar aros del vehículo	0:04	
		Tiempo TOTAL 0:14			
		Herramientas y Equipos			
		Pañitos microfibras Franelas			
		Equipos de protección personal			
		    			
		 Operación  Transporte  Inspección  Decisión			
Inspección de calidad		Modo de inspección		Frecuencia	
Auto sin residuos en la carrocería		Visual		100%	
Aros y Neumaticos sin residuos		Visual		100%	

Figura 47. Hoja de proceso revisión de carrocería

	Hoja de procesos		Formato elaborado por: Álvaro Acosta 05/06/17	
	Proceso de lavado en seco		Operario:	
Emitida:	Modelo:	Objetivo:		
Limpieza de motor		Actividad		
		Tiempo		
 1	 2	 3	1	Abrir el capot del vehiculo 0:04
 4	 5		2	Humedecer una franela en agua LIMPIA 0:02
			3	Realizar la limpieza del motor solo con la franela 1:20
			4	Secar la humedad con pañito microfibra 0:50
			5	Cerrar el capot 0:04
		Tiempo TOTAL 2:20		
Herramientas y Equipos				
Pañitos microfibras Franelas Baldes Agua				
Equipos de protección personal				
				
Inspección de calidad		Modo de inspección		
Motor limpio		Visual		
Motor sin residuos de Agua		Visual		
		Frecuencia		
		100%		
		100%		
				
		Operación		
		Transporte		
		Inspección		
		Decisión		

Figura 49. Hoja de proceso limpieza de motor

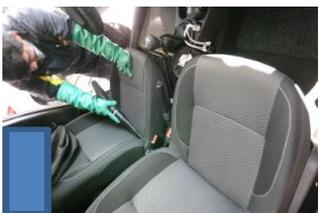
	Hoja de procesos		Formato elaborado por: Álvaro Acosta 05/06/17		
	Proceso de lavado en seco		Hoja 1	Operario:	
	Emitida: Modelo:			Objetivo:	
Limpieza de interiores			Nro.	Actividad	Tiempo
1			1	Abrir todas las puertas del vehículo	0:10
2			2	Limpieza del tablero	1:40
3			3	Limpieza del techo	2:10
4			4	Limpieza de laterales de puertas	1:10
5			5	Aspirada de suelo, asientos y cajuela	2:40
6			6	Cerrar puertas del vehículo	0:10
			7	Tiempo TOTAL	8:00
Herramientas y Equipos					
Paños microfibras Fanelas Productos 3D Ultraprotectant Dispensadores Aspiradora					
Equipos de protección personal					
    					
Inspección de calidad		Modo de inspección		Frecuencia	
Auto sin residuos en los interiores		Visual		100%	
Auto sin residuos en la cajuela		Visual		100%	
		 Operación		 Transporte	
		 Inspección		 Decisión	

Figura 50. Hoja de proceso limpieza de interiores

4.8.4 Evaluación y control (indicadores)

La evaluación y control se realiza ya que es la única manera de garantizar con el correcto cumplimiento del proceso, es una guía de verificación para que el operario este consciente de todos los parámetros que debe cumplir antes de dejar el carro en la zona de entrega.

Esta evaluación y control ayuda también a las auditorías por parte de otros miembros de la organización, estos elementos ayudan a tener evidencia del desempeño en el área de lavado ya que se tiene la información documentada del proceso.

Se realiza un check list con los parámetros que se deben cumplir en el proceso de lavado en seco, lo que permite la verificación del correcto desenvolvimiento del operario y se asegura la calidad.

Y finalmente se realiza una hoja que se la denomina "Indicadores", esta herramienta permite la medición de la productividad del proceso y permite enfocarse en las mejoras, dicha hoja abarca, el nombre del indicador para identificar qué aspecto se está tratando, la unidad en la que se lo está midiendo, la fórmula de obtención, la frecuencia con la que se debe realizar la medición y la meta que está estipulada como un trabajo óptimo.

Tabla 40.
Check List

 RENAULT		Check List		
		Proceso de lavado en seco		Emitida
Modelo				Hoja Nro.
Parametro		Cumplimiento del parametro		Observaciones
El auto entra en perfectas condiciones al area de lavado		SI	NO	
Se realiza la limpieza de carroceria SIN AGUA		SI	NO	
Se realiza la revisión de carroceria estipulada		SI	NO	
Se realiza el Set up sin arrojar el agua a los desagues		SI	NO	
Se hace la limpieza de motor SIN AGUA		SI	NO	
Se realiza la limpieza de interiores sin inconvenientes		SI	NO	
El auto se entrega en perfectas condiciones		SI	NO	
El auto se entrega a tiempo al cliente o PDI		SI	NO	
Se realiza las inspecciones necesarias		SI	NO	
Se realiza el proceso en 16 min		SI	NO	
Los operarios entran a las 8:00 am		SI	NO	
Los operarios van al almuerzo en 1 hora		SI	NO	
Los operarios salen a las 5:30 pm		SI	NO	
Se utilizan los EPP		SI	NO	
Los operarios salen del proceso ilesos		SI	NO	
Se cumple con la demanda requerida diaria		SI	NO	
NOMBRE DEL OPERARIO		FIRMA		
Revisado por		Recibido por		
Cl:		Cl:		
Firma:		Firma:		
Fecha:		Fecha:		
Formato elaborado por: Álvaro Acosta		05/06/17		

Tabla 41.
Indicadores

 RENAULT	Indicadores				
	Proceso de lavado en seco			Emitida	
	Formato elaborado por: Álvaro Acosta 05/06/17			Hoja Nro.	
Nombre del indicador	Unidad	Fórmula	Frecuencia	Meta	Cumplimiento
Calidad del proceso	Porcentaje	Encuestas de clientes satisfechos/ Total de encuestas	Semanal	95%	
Productividad del proceso	Porcentaje	Demanda cumplida/Demanda requerida	Semanal	98%	
Tiempo de proceso	Tiempo	Tiempo estipulado en el manual del proceso	Semanal	Promedio 16 min/Vehículo	
Seguridad y salud	Numero	Accidentes o incidentes laborales	Semanal	0	
Uso de insumos	Numero	Cantidad de producto utilizada	Semanal	200 onzas	
Entrega a tiempo	Porcentaje	Encuestas de clientes que recibieron a tiempo/ Total de encuestas	Semanal	98%	

4.8.5 Capacitaciones

Se realiza una capacitación a los operarios coordinando con la empresa 3D para aumentar la productividad del personal e indicar la manera correcta del uso de los productos de la empresa 3D, así mismo estipular cantidades de insumos requeridas para cada actividad, tiempos y normas de seguridad y salud.

5. Capítulo V. Análisis Costo Beneficio

El análisis que se va a realizar determinará si el proyecto traerá beneficios a la organización y definirá si es positivo o no implementarlo, para ello se comenzará con un análisis financiero que es el que permite demostrar la rentabilidad de un proyecto, se utilizan herramientas financieras para demostrarlo.

La metodología principal es obtener la tasa interna de retorno (TIR) y el valor actual neto (VAN).

Se realizó una tabla comparativa con los costos del proceso de lavado tradicional vs los costos del proceso de lavado en seco con el fin de obtener el ahorro productivo que la propuesta genera.

Tabla 43.
Ahorro productivo.

Propuesta de optimización del proceso de lavado			
Proceso de lavado tradicional		Proceso de lavado en seco	
Jabón para vehículos	61,10	Waterless	74,995
Brillo de neumaticos	59,20	Ultraprotect	72,95
Brillo de tablero	34,20	Wash an was	62,2
Limpia vidrios	31,51	Microfibras	20
Implementos de lavado	19,44	Fanelas	25
Consumo de agua	398,00	Consumo de agua	79,6
Consumo de luz	74,35	Consumo de luz	14,87
Total Mensual	677,80	Total mensual	349,615
Ahorro productivo mensual 328,19			

Para este proyecto se toma en cuenta las inversiones que la propuesta demanda, en lo que es materiales y equipos, los salarios de los operarios y los uniformes de los mismos.

Estos valores se los considera como costos adicionales.

Tabla 44.
Costos adicionales

SUELDOS Y SALARIOS			
Descripción	V. Unitario	Cantidad	V. Total
Mano de Obra	\$ 390,00	3	\$ 1.170,00
MAQUINARIA Y EQUIPOS			
Descripción	V. Unitario	Cantidad	V. Total
Dispensadores	\$ 12,14	60	\$ 728,40
Bomba de agua	\$ 111,59	1	\$ 111,59
Aspiradora industrial	\$ 320,00	1	\$ 320,00
			\$ 431,59
UNIFORMES			
Descripción	V. Unitario	Cantidad	V. Total
Oberol de trabajo	\$ 45,00	3	\$ 135,00
Guantes plásticos	\$ 1,85	3	\$ 5,55
Gafas	\$ 3,30	3	\$ 9,90
Botas de caucho	\$ 15,00	3	\$ 45,00
Orejeras	\$ 20,00	3	\$ 60,00
			\$ 255,45

5.1 Flujo del proyecto

Se define el flujo mensual libre del proyecto, que es la sumatoria del flujo de inversión y el flujo de operación, este flujo de operación es la suma del flujo de beneficios de producción (ahorros productivos) y el flujo de costos de producción (costos adicionales).

Se obtiene el TMAR o tasa mínima aceptable de rendimiento, este porcentual depende de la inflación, la tasa activa y el riesgo país, esta tasa es utilizada para obtener el (VAN), además con el flujo libre del proyecto también se obtiene el (TIR).

Tabla 46.
Resultados financieros

TMAR	6,83%
Inflación	0,83%
Riesgo País	6,75
Tasa Activa	10,21%
TIR	60%
VAN	\$ 711,71

Se puede observar que la tasa mínima aceptable de rendimiento es de un 6.83%, la tasa interna de retorno (TIR) es de un 60% lo que afirma que el proyecto rentable, se obtiene un valor actual neto (VAN) de \$ 711.11 lo que comprueba que el proyecto es más que fiable y productivo.

5.2 Análisis de metas financieras.

En la situación actual del proyecto se definieron metas a cumplir, tanto en tiempos, insumos, calidad y finanzas.

En cuanto al ámbito financiero con la propuesta de mejora se logra reducir los costos del proceso de lavado de una forma bastante notoria, pese a que la meta se planteó a un valor óptimo muy difícil de alcanzar, se logró cumplir con el objetivo ya que el porcentual de cumplimiento es bastante aceptable.

Tabla 47.
Cumplimiento de metas

LAVADO EN SECO POR VEHÍCULO LIVIANO		
INSUMO	CANTIDAD	COSTO
Waterless	1 onza	\$0,24
Ultra protectant	2 onzas	\$0,41
microfibra	2	\$0,40
mano de obra	1 Lavador	\$2,62
TOTAL		\$3,67
Meta		\$ 3,43
Costo Proceso de lavado tradicional		\$ 4,56
Cumplimiento de la meta		79,76%

6. Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones

El proceso de lavado es considerado crítico en el concesionario Renault Eloy Alfaro y José Queri, al analizarlo se observó que es la operación donde se generan las demoras para la entrega de los vehículos a los clientes.

Al realizar el levantamiento de información en el área de lavado se pudo observar que los operarios no tienen estipulado un tiempo total en el que deben realizar la actividad, la desorganización y la falta de trabajo estandarizado generan una alta variabilidad en las actividades dentro del proceso de lavado.

Para analizar las oportunidades de mejora, se realizó el levantamiento de información de la situación actual, y se encontraron los problemas principales que son la variabilidad en tiempos y el excesivo consumo de agua en el proceso de lavado, y además se encontraron los problemas consecuentes de estos principales.

Se propuso la implementación de un nuevo proceso de lavado en seco y se realizó un manual de procedimientos que cuenta con varios elementos como hojas de operaciones y de indicadores.

Las acciones propuestas reducirían el tiempo de realización del proceso de lavado de 24 a 16 minutos, controlaría la variabilidad de las actividades, reduciría el consumo de agua en un 90%, y eliminaría pagos extras a los operarios puesto a que se aumenta la productividad de estos y se logra cumplir con la demanda requerida en el tiempo estipulado.

El análisis costo beneficio indica que la tasa interna de retorno (TIR) es de un 60% y se obtiene un valor actual neto (VAN) de \$ 711.11 anual, lo que comprueba la rentabilidad del proyecto.

Con la propuesta de optimización, de las metas plateadas por la organización para el proceso de lavado en cuanto tiempo de realización de las operaciones se logra un 100% de cumplimiento, mientras que para el costo por vehículo se alcanza la meta en un 79.76% lo que es considerado como satisfactorio.

6.2 Recomendaciones

Implementar la propuesta de optimización del proceso de lavado con todo lo que esta demanda, evaluar los resultados y analizar los beneficios a futuro.

Revisar y mejorar los procedimientos en el área de lavado, el mantenimiento de las herramientas y equipos de trabajo generan paras y tiempos muertos en el proceso lo que aumenta la variabilidad.

Incentivar al personal del área de lavado, recordándoles lo importantes que son para la organización y para el cumplimiento de la misión y visión de la empresa, ya que parte de los problemas de productividad generados en esta área es la falta de ánimo con la que los operarios se desenvuelven.

En caso de que la organización implemente la propuesta, se recomienda seguir los pasos que se han estipulado, es fundamental que la organización se comprometa con el cumplimiento del manual de procedimientos, que realice el seguimiento y plan de auditoria acordados, además de llevar acabo las capacitaciones que ya cuentan con fecha y tema.

Implementar un sistema de control ambiental y de seguridad y salud ocupacional para las sustancias químicas con las que se trabaja no solo en el proceso de lavado sino a nivel de todo el concesionario, con el fin de comprometerse más con la sociedad y el ambiente

REFERENCIAS

- AITECO. (s.f.). *Que es un diagrama de flujo-Gestión de Procesos*. Recuperado el 11 de abril de 2017, de <https://www.aiteco.com/que-es-un-diagrama-de-flujo/>
- Aula Facil. (s.f.). *Coeficiente de correlación lineal*. Recuperado el 05 de abril de 2017, de <http://www.aulafacil.com/cursos/l11224/ciencia/estadisticas/estadisticas/coeficiente-de-correlacion-lineal>
- Belt, G. (2016). *Control estadístico de procesos*. Mexico: Alfaomega.
- Definicion. (s.f.). *Definición de Taylorismo*. Recuperado el 12 de abril de 2017, de <http://definicion.de/taylorismo/>
- El comercio. (s.f.). *AYASA: medio siglo de anécdotas*. Recuperado el 16 de marzo de 2017, de <http://www.elcomercio.com/deportes/carburando-ayasa-anecdota-industria-automotriz.html>
- Gestiopolis. (s.f.). *Diagrama de Pareto*. Recuperado el 12 de abril de 2017, de <https://www.gestiopolis.com/diagrama-de-pareto/>
- Gonzalez, C. (s.f.). *Estudio de tiempo*. Recuperado el 30 de abril de 2017, de <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/714/1/INFORME%20DE%20PRACTICA%20CAROLINA%20GONZALEZ%20ARROYA%20VE.pdf>
- Industrias. (s.f.). *Formato de evaluación 5' S*. Recuperado el 25 de abril de 2017, de <http://www.industrias.ec/archivos/file/SEMINARIOS/SEPTIEMBRE/SUPERVISORES/5%20s%20-%20formato%20evaluacion.pdf>
- Ingeniería de operaciones. (s.f.). *Programación de las operaciones*. Recuperado el 27 de abril de 2017, de <http://pert-cpm-operaciones.blogspot.com/2010/12/secuenciacion.html>
- Ingeniería Industrial. (s.f.). *5S*. Recuperado el 30 de abril de 2017, de <http://apunteingenieriaindustrial.blogspot.com/2011/06/5-s-de-la-calidad.html>

- Ingenieriaindustrial. (s.f.). *ESTUDIO DE TIEMPOS*. Recuperado el 06 de abril de 2017, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/>
- Ingenieriaindustrial. (s.f.). *KAIZEN: Mejora continua*. Recuperado el 05 de marzo de 2017, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-y-control-de-calidad/kaizen-mejora-continua/>
- Ingenieriaindustrialonline. (s.f.). *Siete herramientas de la calidad*. Recuperado el 27 de abril de 2017, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/mapas-del-flujo-de-valor-vsm/>
- Inventarios. (s.f.). *Los inventarios de materia prima y producto terminado*. Recuperado el 22 de abril de 2017, de <http://inventarios.org/2009/07/31/los-inventarios-de-materia-prima-y-producto-terminado/>
- Medina, A. (2005). *Gestión por procesos y creación de valor público*. Santo Domingo: Búho.
- Misión, visión y Valores. (s.f.). Recuperado el 28 de abril de 2017, de <https://www.nissan.com.ec/corporativo/a-a-corporativo.html>
- Monografias.com. (s.f.). *Desviación estandar*. Recuperado el 15 de abril de 2017, de <http://www.monografias.com/trabajos89/desviacion-estandar/desviacion-estandar.shtml>
- Mtmingenieros. (s.f.). *¿Qué es Takt Time?* Recuperado el 09 de marzo de 2017, de <http://mtmingenieros.com/knowledge/que-es-takt-time/>
- Oszielmedina. (s.f.). *Variabilidad*. Recuperado el 25 de abril de 2017, de <http://oszielmedina.blogspot.es/1273527350/>
- Renault. (s.f.). *Cartera de productos*. Recuperado el 09 de abril de 2017, de <https://renault.ec/range.html>
- Renault. (s.f.). *Historia de la organización*. Recuperado el 19 de abril de 2017, de <https://www.renault.ec/descubre/historia.html>
- Romero, A. (2016). *Los cuellos de botella*. Recuperado el 04 de abril de 2017, de <http://www.angelantonioromero.com/los-cuellos-de-botella/>

SSWM. (s.f.). *Análisis con el Arbol de Problemas*. Recuperado el 16 de abril de 2017, de <http://www.sswm.info/es/category/step-gass-en-al/gass-en-castellano/gesti%C3%B3n-de-agua-y-saneamiento-sostenible-en-am%C3%A9rica-la-8>

Toyota. (s.f.). *Optimización*. Recuperado el 12 de abril de 2017, de <http://www.toyota.com.ar/>

UPS. (s.f.). *Identificador no válido*. Recuperado el 18 de abril de 2017, de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1618> Mapa De procesos

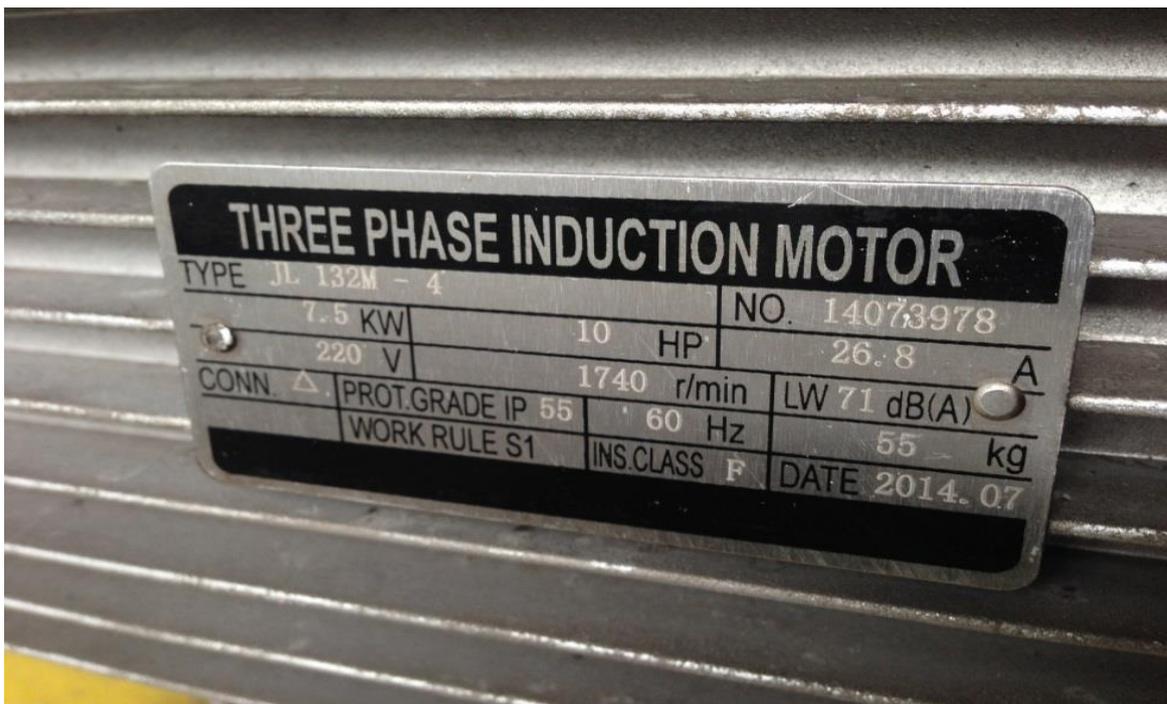
Villegas, M. (2013). *Manual de procesos y procedimientos*. Quito: Girón.

Wordpress. (s.f.). *Los 8 tipos de Muda o desperdicios*. Recuperado el 19 de abril de 2017, de <https://lahuja.wordpress.com/2015/05/31/los-8-tipos-de-muda-o-desperdicios/>

ANEXOS

ANEXO 1. Especificaciones hidrolavadora

El consumo de energía se lo obtuvo con un cálculo de la hidrolavadora, ya que es la única herramienta utilizada en el proceso de lavado que genera consumo de luz.



ANEXO 2. Cálculo del consumo de energía

CÁLCULO CONSUMO HIDROLAVADORA			
Descripción	10 HP	220 V	
1HP = 736 Watt			
10HP = 7360 Watt			CONSUMO POR HORA
			7360 Watt / 1000 = 7.36
1 kW = 1.000 Watt			
			CONSUMO POR DÍA (5.5 HORAS) KW
			40,48
			CONSUMO POR MES (23 DÍAS) KW
			931,04
			CONSUMO EN \$ MENSUAL (PROMEDIO 6 MESES)
			\$74,35
			CONSUMO EN KW POR VEHICULO
			2,57 KW/H

ANEXO 5. Hallazgos

		ESTABLECER CONTRAMEDIDAS					FECHA: 2014-03-06	CÓDIGO: F-00-AQ-24-02
ORIGEN	HALLAZGO	PLAN DE ACCIÓN	TIPO DE ACCIÓN	RESPONSABLE	FECHA DE CIERRE	% AVANCE	STATUS	
FORMULA E	Consumo de 60 - 100 litros de agua promedio con hidrolavadora.	Buscar un producto que cumpla las expectativas del proyecto lavado en seco	Oportunidad de Mejora	Equipo FORMULA E	04/04/2016	100	Completo	
FORMULA E		Implementar el uso de un producto de lavado y encerado en seco.	Oportunidad de Mejora	Equipo FORMULA E	15/10/2016	0	Por Implementar	
FORMULA E	Excesivo ruido de hidrolavadora durante operación; consumo \$74.5 mensuales de luz de hidrolavadora.	Priorizar la utilización de hidrolavadora únicamente en casos de extrema suciedad (guardabarras, guardalodos)	Oportunidad de Mejora	Equipo FORMULA E	15/10/2016	0	Por Implementar	
FORMULA E	No existe posttratamiento del agua que se utiliza, es decir, 60 litros de agua se vuelven residuales; insumos no amigables con medio ambiente	Buscar un producto que sea 100% amigable con el medio ambiente. (biodegradable)	Correctiva	Equipo FORMULA E	04/04/2016	100	Completo	
FORMULA E	Elevado tiempo de proceso operativo de lavado (21 minutos).	Buscar métodos alternativos de proceso de lavado.	Oportunidad de Mejora	Equipo FORMULA E	29/04/2016	50	En Proceso	
FORMULA E		levantar proceso de lavado en bahías de trabajo mecánico.	Oportunidad de Mejora	Equipo FORMULA E	04/07/2016	0	Por Implementar	
FORMULA E		Estandarizar un método único para lavado en seco	Correctiva	Equipo FORMULA E	04/07/2016	0	Por Implementar	
FORMULA E		análisis de tiempos muertos en proceso de lavado	Correctiva	Equipo FORMULA E	29/04/2016	25	En Proceso	
FORMULA E	Mala utilización de las herramientas de trabajo	Aplicar 5's al .100% en las bahías de lavado.	Correctiva	Equipo FORMULA E	29/04/2016	50	En Proceso	
FORMULA E	Uso de varios insumos y materiales para la misma actividad; generando prematuro desgaste de paños limpiadores/secadores por uso de detergentes abrasivos	Buscar un producto que reemplace la mayoría de productos y reducir al mínimo cantidad de paños para la operación	Oportunidad de Mejora	Equipo FORMULA E	04/04/2016	100	Completo	
FORMULA E		Eliminar el uso de: shampoo, armoral (interiores), vileda (paño secador), esponja (paño para enjabonar)	Oportunidad de Mejora	Equipo FORMULA E	02/05/2016	0	Por Implementar	
FORMULA E	Costo elevado de reparación preventiva y correctiva de hidrolavadora	Medición comparativa de gastos de mantenimiento y reparación de hidrolavadora.	Preventiva	Equipo FORMULA E	31/08/2016	0	Por Implementar	
FORMULA E	Costo elevado de servicios básicos	Medición comparativa de gastos de servicios básicos en meses de implementación de lavado en seco	Preventiva	Equipo FORMULA E	31/08/2016	0	Por Implementar	

Formato base: F-00-AQ-10-03

