



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PAÉZ

**PROPUESTA DE ESTRATEGIAS DE
MEJORAS EN LA LÍNEA DE ENSAMBLE
DE MÓDULO DE SUSPENSIÓN TRASERO
DEL MODELO W2 EN LA EMPRESA FCA
VENEZUELA**

Autora: Noguera Arianna

CI. 25677462



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INDUSTRIAL

**PROPUESTA DE ESTRATEGIAS DE MEJORAS EN LA LINEA DE ENSAMBLE DE
MODULO DE SUSPENSIÓN TRASERO PARA EL MODELO W2 EN LA EMPRESA
FCA VENEZUELA**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO INDUSTRIAL**

Tutor: Ing. Cuadrado Manuel

Autora: Noguera Arianna

CI 25677462

San Diego, Marzo 2018



FI-I-015-2018-1

Valencia, 25 de Enero de 2018.

Ciudadana:
Noguera Arianna
C.I: 25.677.462
Presente.-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 1-2018 de fecha 25/01/2018 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado "PROPUESTA DE ESTRATEGIAS DE MEJORAS EN LA LÍNEA DE ENSAMBLE DE MÓDULOS DE SUSPENSIÓN TRASERO PARA EL MODELO W2 EN LA EMPRESA FCA DE VENEZUELA" Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial.

Se ratifica la designación del Ing. Manuel Cuadrado, C.I. 7.067.357 y la Ing. Alicia Yanez de Pizzella, C.I. 4.598.880 como Tutores Académicos que lo asesorarán en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,


Prof. Zulay Salcedo
Decana de la Facultad de Ingeniería



c. c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INDUSTRIAL

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero Manuel Cuadrado, portador de la cédula de identidad N° V – 7.067.357, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por la ciudadana Arianna Noguera Lauretta, portadora de la cédula de identidad N° V-25677462, titulado, **PROPUESTA DE ESTRATEGIAS DE MEJORAS EN LA LINEA DE ENSAMBLE DE MÓDULO DE SUSPENSIÓN TRASERO PARA EL MODELO W2 EN LA EMPRESA FCA DE VENEZUELA**, Presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Industrial, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

San diego, a los 15 del mes de marzo del año 2018



Ing. Cuadrado Manuel
CI. V- 7.067.357

AGRADECIMIENTOS

Primordialmente le agradezco a Dios ante todas las cosas, por darme salud y fortaleza durante toda esta maravillosa etapa de mi vida, Le agradezco el haber puesto en mi camino a personas que fueron importantes en este periodo siendo un pilar primordial mi familia y le agradezco a mi mamá, mi papá y hermanos que constantemente a pesar de distancias, obstáculos y dificultades estuvieron siempre presentes para que uno de sus soportes no se derrumbara durante su travesía. Cada vez que mi familia se ausentaba tenía un as bajo la manga representada como amigas, cada una distinta pero con un mismo fin y Agradezco el tenerlas en mi vida porque a pesar de tantos malos momentos que cuando todo se tornaba oscuro y pensaba en rendirme ellas supieron como desplazarlo y llenarlo con recuerdos de locura y alegría. Agradezco también el haber tenido la enorme oportunidad de tener a profesores admirables en mi carrera como lo es Manuel Cuadrado, José Manuel Sánchez y Lina Ponce que tanto como de manera personal como profesional me dejaron conocimientos para crecer en esta tan esplendida etapa y llevarlos conmigo el resto de la vida. Agradezco también a las personas de FCA de Venezuela que me ayudaron con sus conocimientos y motivación a superar este reto y a Ronald Requiza, Rafael Mendoza, Tania Zambrano, Juan Pedro Barrera por estar siempre presente de manera incondicional.

EDICATORIA

Este reto que me propuse en la vida primordialmente fue por mí pero mi dedicatoria va dirigida a mi mamá Silvana Laurretta, mi hermana Alejandra Noguera a mi cuñado Fernando Sánchez y a mi sobrina María Fernanda, los cuales soy lo que soy gracias a ellos, esta lucha que decidí proponerme para superarme como persona es una enseñanza que día a día le quedara presente a mi sobrina y me vea como un ejemplo a seguir, para que sepa que todo en la vida se puede si uno se lo propone y que para ver un cambio en el mundo debemos empezar por uno mismo. No obstante, quiero compartir que esta dedicatoria va también hacia estas personas muy cercanas a mí que de cada una me llevo una enseñanza de vida como lo son: mi tutor Manuel Cuadrado que a pesar de altos y bajos siempre supo sacar ese potencial que yo no veía en mí y este trabajo es gracias a la profesora Lina Ponce que no podía ser la mejor persona para calmar, orientar y alegrar con su peculiaridad, A Marielis Durán, Franyelis Escalona, Scarly López y María Parravano por ser el grupo que escogí para ser mi fuerza contra el mundo. Le dedico esto también a mis nonnos que en paz descansan, aunque no estén conmigo quiero compartir este logro y que lo celebren por todo lo alto con orgullo de que una de sus nietas mayores de su generación sigue creciendo en alma y cuerpo.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pp.
AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA.....	v
INDICE DE CUADRO.....	ix
INDICE DE FIGURAS.....	xi
INDICE DE GRAFICOS.....	xii
INDICE DE TABLAS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO

I. EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.2 Formulación del Problema.....	7
1.3 Objetivos de la Investigación.....	7
1.3.1 Objetivo General.....	7
1.3.2 Objetivos Específicos.....	7
1.4 Justificación de la Investigación.....	8
1.5 Alcance.....	8

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación.....	10
2.2 Bases Teóricas.....	12
2.2.1 WCM.....	12
2.2.2 Pilares WCM.....	14
2.2.3 Organización de puesto de trabajo.....	16
2.2.4 Paso 1 Limpieza Inicial.....	19
2.2.5 Paso 2 Reorganización del proceso.....	20
2.2.6 Ingeniería de Métodos.....	25
2.2.7 Línea de Producción.....	28
2.2.8 Diagrama de Causa-Efecto.....	29
2.2.9 Tormenta de Ideas.....	29
2.2.10 Diagrama del proceso.....	30
2.2.11 Productividad.....	30

2.3 Definición de Términos Básicos.....	31
---	----

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de investigación.....	33
3.2 Diseño de Investigación.....	34
3.3 Nivel de la Investigación.....	34
3.4 Población y Muestra.....	35
3.4.1 Población.....	35
3.4.2 Muestra.....	36
3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	36
3.5.1 Técnicas.....	37
3.5.2 Instrumentos.....	38
3.6 Técnicas de Análisis y Presentación de la información.....	39
3.7 Fases Metodológicas.....	40

IV. RESULTADOS

4.1 Fase I: Diagnostico de la situación actual del proceso.....	42
4.1.1 descripción del área de módulos de suspensión.....	42
4.2 Fase II: Identificación de las causas que generan baja productividad.....	59
4.2.1 Aplicación de una tormenta de ideas.....	59
4.2.2 Integración y análisis de las causas	60
4.3 Fase III: Diseñar las estrategias de mejoras a través de la metodología WCM para reducir o eliminar factores que afectan la productividad.....	65
4.4.1 PROPUESTA 1. Zona dorada.....	65
4.4.2 PROPUESTA 2. Racks de tornillería y herramientas.....	73
4.3.3 PROPUESTA 3. Redistribución de operaciones.....	75
4.3.4 PROPUESTA 4. Etiquetas de identificación	79
4.3.5 PROPUESTA 5. Ayudas visuales.....	81
4.3.6 PROPUESTA 6. Dispositivo para el traslado del material.....	87
4.3.7 PROPUESTA 7. Impartir charlas de seguridad.....	91
4.3.8 Resumen de tiempos luego de las mejoras.....	92
4.4 Fase IV. Evaluar económicamente de la propuesta.....	96

CONCLUSIONES	99
RECOMENDACIONES	100
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	1

INDICE DE CUADROS

CUADRO	Pp.
1 Tiempos TACK estimados.....	46
2 Tormenta de ideas.....	59
3 Grupo Nominal.....	62
4 Repeticiones de las causas.....	62
5 Zona dorada.....	68
6 Tiempo de NVAA.....	74
7 Diferencia de tiempo del antes y después.....	75
8 Operaciones de las estaciones WR-01 y WR-02.....	77
9 Resumen de los tiempos después de las mejoras.....	95
10 Resumen del antes y después de las mejoras con su ahorro.....	95
11 Aumento de la productividad en porcentaje.....	98

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	Pp.
1 Plan de Producción.....	6
2 Costo Adicional.....	7
3 Templo del WCM y sus 10 Pilares Fundamentales.....	13
4 Los 7 Pasos del WO.....	17
5 Herramientas de los 7 Pasos.....	18
6 Niveles de Movimiento.....	21
7 Tipos de Actividades de NO Valor Agregado.....	23
8 Diagrama de Spaghetti.....	24

9 Zona Dorada.....	25
10 Diagrama de Causa-Efecto.....	30
11 Diagrama de bloque.....	42
12 Ubicación del área.....	44
13 Layout del área.....	45
14 SWI.....	47
15 Cuadro de operacionesWR-01.....	48
16 Cuadro de operacionesWR-02.....	49
17 Cuadro de operacionesWR-03.....	50
18 Cuadro de operacionesWR-04.....	51
19 Diagrama de recorrido WR-01.....	52
20 Diagrama de recorrido WR-02.....	53
21 Diagrama de recorrido WR-03.....	53
22 Diagrama de recorrido WR-04.....	54
23 Diagrama del proceso.....	57
24 Diagrama de causa y efecto.....	60
25 Herramienta 5 por que's.....	61
26 Medidas de la estación WR-03.....	66
27 Diseños de Racks.....	67
28 Diseño de la zona dorada.....	72
29 Diseño de los racks de tornillería.....	74
30 Cambio de las SWI.....	78
31 Identificaciones para el área.....	79
32 Ayudas visuales para el área.....	81
33 Formato MURI.....	87
34 Ubicación de las juntas homocinéticas.....	90
35 Búsqueda de las juntas homocinéticas.....	90
36 Formato MUDA.....	93
37 Volumen de Producción.....	96
38 cálculo del costo y beneficio.....	97

INDICE DE GRAFICOS

GRAFICO	Pp.
1 Cuello de botella.....	46
2 Resumen de los tiempos actuales.....	56
3 Diagrama de Pareto.....	64
4 Ahorro de las Actividades de no valor agregado.....	73
5 Tiempos entre estaciones.....	76
6 Tiempos después de la propuesta de operaciones de valor agregado.....	78

INDICE DE TABLAS

TABLA	Pp.
1 Representación del cuello de botella.....	46
2 Resumen del tiempo actual.....	55
3 Causas influyentes.....	63
4 Distancias de recorridos.....	72
5 Tiempo de operaciones de Valor agregado.....	75
6 Tiempos nuevos de las operaciones de valor agregado.....	78



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PAÉZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROPUESTA DE ESTRATEGIAS DE MEJORAS EN LA LÍNEA DE ENSAMBLE DE MÓDULO DE SUSPENSIÓN TRASERO PARA EL MODELO W2 EN LA EMPRESA FCA VENEZUELA

Autora: Noguera Arianna
Tutor: Ing. Cuadrado Manuel
Fecha: Marzo, 2018

RESUMEN

La presente investigación tiene como propósito realizar una propuesta de estrategias de mejoras en la línea de ensamble de módulo de suspensión trasero del modelo W2, en la empresa FCA Venezuela, dicha empresa del sector automotriz dedicada al ensamble de vehículos se fundamenta en la filosofía de manufactura de clase mundial. Se llevó a cabo un diagnóstico de la situación actual identificando las operaciones críticas que no generen valor al proceso, utilizando técnicas como tormenta de ideas, causa y efecto, diagrama de Pareto y los 5 WHY para determinar las posibles causas que originan el problema para así con su análisis proponer las propuestas de estrategias de mejoras como la zona dorada, análisis Muri, ayudas visuales, identificación del área, un rack de materiales y una distribución de las operaciones entre las estaciones reduciendo las actividades de no valor agregado en un 94%, la reducción de los tiempos en un 41% y un aumento en la productividad de un 67%. Finalmente un análisis de costo beneficio de la mejora. La investigación es de tipo proyecto factible, diseño de investigación de campo, documental con nivel descriptivo, con metodología cuantitativa, se aplicará la revisión documental, observación directa, recolección de datos.

Descriptor: Productividad, mejora continua, análisis MURA, MUDA y MURI.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las empresas automotrices presentan la necesidad de eliminar los factores generadores de improductividad, altos costos, largos ciclo, costosas y largas esperas, desaprovechamiento de recursos, pérdida de clientes y todo lo que afecte la calidad, ya que El incesante aumento de la producción de bienes y servicios genera la necesidad de buscar mejoras que permitan a las empresas mantenerse actualizadas en un medio altamente competitivo en relación a nuevos métodos y tecnologías. La empresa FCA de Venezuela desde el 2009 adopto una metodología llamada Manufactura de Clase Mundial (WCM), utilizando sus herramientas para mejorar continuamente sus procesos buscando satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes, fabricando productos de alta calidad al menor costo. Es por esto, que el pilar WO (puestos de trabajo) es el más resaltado de los 11 pilares fundamentales de esta metodología para ser tomado en el presente trabajo de grado, donde se estudiara y analizara la situación actual del área de módulo de suspensión trasero en la empresa FCA de Venezuela. Para poder determinar las posibles causas que generan una baja productividad en el proceso e identificando los procedimientos en los que se pueda trabajar de manera tal que se logre la mejora, Trayendo beneficios para la empresa.

Para llevar a cabo lo antes expuesto, se desarrollará este presente trabajo de grado en cuatro capítulos.

Capítulo I, Contextualización de problema, donde se describe de manera amplia la situación objetivo de estudio, ubicada en un contexto que permita comprender su origen y relaciones.

Capítulo II, Marco teórico, que puede ser definido como el compendio de una serie de elementos conceptuales que sirven de base a la indagación por realizar.

Capítulo III, Marco Metodológico, en donde se especifica la metodología del proyecto incluye el tipo o tipos de investigación, las técnicas y procedimientos que son

utilizados para llevar a cabo la indagación, es el cómo se realizara el estudio para responder al problema planteado.

Capítulo IV, En este capítulo se muestran los análisis individuales con relación a las propuestas desarrolladas para el aumento de la productividad en el área de módulo de suspensión trasero y con los resultados arrojados se elaboró conclusiones, recomendaciones y referencias bibliográficas.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

En la historia se ha producido cambios importantes en el uso extensivo al uso intensivo de los recursos humanos, materia prima y de capital, lo que significa su utilización más productiva. Para ello el desarrollo tecnológico no ha disminuido; ha continuado y en muchas esferas se ha acelerado, modificando a través de metodologías, herramientas industriales o reglas que permitan elevar valores de productividad; garantizando, la supervivencia de la empresa, la seguridad de las instalaciones, el bienestar del personal y los estándares de calidad establecidos. A nivel mundial, se vive un entorno dinámico y cambiante, lo que exige que las organizaciones busquen lograr altos niveles de excelencia e innovación que les permitan ingresar y mantenerse con éxito en los mercados internacionales.

El crecimiento latente de la competencia dentro de la industria automotriz, ha llevado que las empresas que la conforman, se orienten hoy a romper paradigmas cuyo enfoque es sobre la medición y sobre beneficio, entendiéndose no solo como reducción de costos sino también optimizar los procesos y mejora de calidad. Es por esto que la metodología WorldClassManufacturing (WCM) o Manufactura de Clase Mundial es una herramienta que a través de la implementación de una serie de procesos y sistemas definidos, basado en la eliminación de todo tipo de pérdidas y desperdicios, permite gestionar los procesos de manera eficiente, integrando todos los aspectos de la organización como la calidad, la seguridad, el ahorro de energía, la innovación, la fiabilidad de entrega y ambientales donde aplicando la mejora continua ocurre el aumento del rendimiento, el margen de negocios y promueve un futuro crecimiento para llevar a la empresa a ser una compañía de Clase Mundial.

Las empresas automotrices buscan alcanzar sus objetivos a corto y largo plazo en cuanto a productividad se refiere, por lo cual han implementado durante años, modelos de procesos o sistemas operativos, los cuales consisten básicamente

enpromover un proceso de producción participativo, flexible, dinámico y autosuficiente, permitiendo alcanzar resultados de clase mundial; dichos objetivos fueron tomados del sistema COS (Chrysler OperationSystem) de Chrysler Venezuela, tan solo como ejemplo, debido a que la mayor parte de las ensambladoras buscan sistemas similares a los mencionados anteriormente.El WCM se introdujo tras la declaración de bancarrota en abril del 2009 Chrysler LLC, se anunció un plan de alianza estratégica con la ensambladora italiana Fiat, constituyendo lo que sería la nueva corporación “FCA Venezuela”. A través de ello ambas compañías recogerían la experiencia de la red de distribución de la otra, optimizando sus respectivas experiencias de producción y suministro a nivel global.

FCA Venezuela es una empresa competitiva en el sector automotriz que busca hacer uso eficiente de los recursos disponibles con el objetivo de eliminar las ineficiencias en los procesos combatiendo las perdidas y desperdicios que se presentan en toda la planta.El departamento de TCF, cuyas siglas significan “Tapicería, Chasis y Final” es el encargado de la tercera y última etapa del proceso de manufactura. La primera actividad en el departamento de es realizada por el área de tapicería, allí se comienza el proceso de vestidura del vehículo y en esta misma área se realizan pruebas eléctricas a los componentes instalados, las unidades que resulten “OK” de las pruebas realizadas, siguen hacia la Línea de Chasis, en donde se cuelgan en un Conveyor aéreo para la instalación de tuberías de freno, sistema de suspensión y transmisión, motor, fascia trasera y cauchos.

La unidad descarga en la estación de FEM (FrontEnd Module, modulo delantero) donde se lleva a cabo la instalación de la parte frontal del vehículo, que comprende el radiador, electro-ventilador, envases de refrigerante y otros accesorios, La unidad continua su recorrido por la línea de chasis a través de un Conveyor terrestre completando su ensamblaje, donde además se le surten todos los fluidos necesarios para su funcionamiento hasta llegar a la estación de encendido, donde se programa la unidad con un equipo “Start Can” y se procede a encender la unidad.

Anteriormente la empresa C.A DANAVEN tenía contrato de desarrollo y ensamble de partes de los módulos de suspensión delantero y trasero del modelo W2 donde FCA consignaba el material productivo y ellos realizaban las labores de ensamble sin embargo por motivos de un considerable incremento de los costos operativos por parte de DANAVEN, la empresa FCA opta por realizar un estudio de rentabilidad y factibilidad económica para hacer el sub-ensamble de dichos módulos en planta siendo el mismo positivo. El área de módulos de suspensión delantero y trasero del modelo W2 es ubicada en el área de TCF cercana a la línea de CHASIS y a la línea de motores, donde debe ser suministrado el material, ella consta de seis estaciones ubicadas de forma intercalada, tres de módulo trasero y tres de módulo delantero más dos alineadoras que se encargan de una pre-alineación de los dos datos más importantes, la inclinación del caucho y el ángulo que tiene el amortiguador con respecto al carro.

El área de MÓDULO programa su arranque de ensamble con un día de ventaja en relación a las demás áreas debido a su forma de trabajo actual está haciendo que no pueda alimentar a la línea que le sigue debido a que no saca el material a tiempo para satisfacer lo que el resto de la línea de ensamble necesita ya que existe una variedad de factores que afectan el proceso productivo en dicha zona entre los posibles se pueden mencionar actividades que no agregan valor, como los recorridos en exceso para la búsqueda del material productivo, también el despilfarro de tiempo, operaciones disergonómicas y la falta de entrenamiento que ocasiona errores humanos, trayendo como consecuencia que las líneas no arranquen de manera simultáneas porque no se obtienen las unidades suficientes para abastecer la producción planificada.

En la Figura 1, Se observa el plan de producción por área y la producción real que posee el área de chasis con respecto a la producción del área de módulo de suspensión, ya que esta, alimenta a chasis.

Generando una fase de la cadena de producción más lenta que otras, que ralentiza el proceso de producción global reflejándose en los costos. El tener las líneas

trabajando sin simultaneidad exige un costo adicional por efecto de un pre-arranque en el área de módulos trayendo como consecuencia costos de producción, costo de manejo de materiales y mantenimiento reflejándose como un costo total que se genera semanalmente. Esto puede deberse a que no se ha implementado la metodología WCM en el lugar, afectando negativamente la utilización de los recursos u oportunidades. Por lo que la gerencia considera de gran importancia que, de no mejorar, el departamento entra en un punto de desequilibrio afectando la producción.

Figura 1: Plan de Producción.

Fuente: Empresa FCA de Venezuela (2017).

En la figura 2, se logra visualizar el costo adicional que arroja el pre-arranque generado debido a que las líneas de producción no arrancan al mismo tiempo porque el área de módulo no logra abastecer a chasis de acuerdo al plan de producción por



día, y es por esto que se propone estrategias de mejoras en el área de módulo de suspensión trasero que es el causante de este costo adicional.

COSTO ADICIONAL POR UN PRE-ARRANQUE EN EL AREA DE MODULOS				
MODULO	MANO DE OBRA	COSTO UNITARIO(Hr-HB)	Hr de TRAB/DIA	COSTO TOTAL
PRODUCCION	11	1,240.57	8	\$ 109,170.16
MANEJO DE MATERIALES	2	1,240.57		\$ 19,849.12
MANTENIMIENTO	4	1,295.74		\$ 41,469.81

COSTO POR 3 MESES

\$ 2,045,797.07

Figura 2: Costo Adicional por Pre-Arranque.

Fuente: Empresa FCA de Venezuela (2017).

1.2 Formulación del Problema

¿Cómo se puede incrementar la productividad mediante las estrategias de mejoras en la línea de ensamble de módulo de suspensión trasero para el modelo W2 aplicando la metodología WCM en la empresa FCA Venezuela?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

-Proponer estrategias de mejoras en la línea de ensamble de módulo de suspensión trasero del modelo W2 mediante la aplicación de la metodología WCM en la empresa FCA Venezuela con el fin de incrementar la productividad

1.3.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual del proceso de ensamble del módulo trasero del modelo W2.

- Identificar las causas que generan baja productividad en el proceso de ensamble de modulo trasero del modelo W2.

-Diseñar las estrategias de mejoras a través de la metodología WCM para reducir o eliminar factores que afectan la productividad.

-Evaluar económicamente la propuesta a través de la relación beneficio- costo.

1.4 Justificación de la Investigación

En la actualidad es de aplicación mundial las técnicas de ingeniería de métodos y mejoras continuas para hacer frente de manera eficaz y ordenada a cualquier cambio presente en las organizaciones, permitiendo alcanzar los niveles de producción planificados en la organización.

FCA VENEZUELA L.L.C es una exitosa empresa ensambladora automotriz reconocida a nivel mundial, caracterizada por adaptar la mejora continua a sus proceso productivo; con la finalidad de ser una empresa de clase mundial; surge de esta manera la oportunidad de implementar este proyecto respondiendo a la necesidad planteada por la gerencia de TCF para indicar y eliminar las posibles causas que generan la baja de productividad en el área de módulo de suspensión delantero y trasero del modelo Gran Cherokee pudiendo reflejarse como una parada de producción en el área de chasis, es por esto que se pretende brindar soluciones a las necesidades presentes en la línea de producción, permitiendo la mejor utilización de los recursos y la posibilidad de realizar cambios que mejoren el tiempo estándar actual en el proceso teniendo en cuenta la importancia de las medidas que puedan mejorar la productividad y minimizar los costos para que la empresa se mantenga como líder en el mercado automotriz.

1.5 Alcance

La empresa consta de diversas áreas para llevar a cabo su proceso productivo, de los cuales el estudio se realizara en el departamento TCF en el área de módulos de suspensión del modelo Grand cherokee que consta de 12 estaciones en su totalidad, de las cuales 6 estaciones pertenecen al módulo trasero el cual presenta mayor cantidad de problemas tales como altos niveles de caminatas, actividades irregulares, operaciones disergonomicas, material disperso, bajos niveles de producción porque están por debajo del requerido por la línea principal, afectando la productividad del área.

Dicho trabajo abarca el diagnóstico, análisis y propuesta de mejoras en el método de trabajo, disposición y manejo de materiales o equipos, labores disergonomicas y

todas aquellas causantes de la baja productividad, implementando la metodología WCM haciendo énfasis en el pilar WO.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Kerlinger(1990) dice “que el marco referencial es un cuerpo de ideas explicativas coherentes, viables, conceptuales y exhaustivas, armadas lógicamente y sistemáticamente para proporcionar una explicación envolvente pero limitada, acerca de las causas que expliquen la fórmula del problema de la investigación.” (p. 9).

2.1 Antecedentes

Arias (2006) explica: “Los antecedentes reflejan los avances y el estado actual del conocimiento en un área determinada y sirven de modelo o ejemplo para futuras investigaciones.” (p. 94)

Por último, Araque, D., Y Carrillo, O. (2014), realizó un trabajo de grado titulado **“Plan de mejoras para reducir los tiempos de producción en el área de línea final, bloque 3, en la empresa Chrysler de Venezuela LLC, C.A”** presentado para optar por el título de pregrado en ingeniería industrial, en la universidad José Antonio Páez. Con el propósito de realizar una mejora para reducir los tiempos de producción en el área de línea final, bloque 3, en la empresa Chrysler de Venezuela L.L.C, esta empresa del sector automotriz dedicada al ensamble de vehículos se fundamenta en la filosofía de manufactura de clase mundial. Donde se llevó un diagnóstico de la situación actual identificando las operaciones críticas que no generan valor al proceso, utilizando técnicas y análisis de las causas que origina el problema para luego proponer un plan de mejoras que conlleve a reducir el elevado nivel de desperdicio y finalmente un análisis de costo beneficio de la mejora.

El aporte de esta investigación se centró en las herramientas a utilizar para las estrategias de mejoras en el área de trabajo asignado, a nivel académico, también en la aplicación de la metodología en general y el diseño de investigación de campo, documental con un nivel descriptivo, con metodología cuantitativa.

Arraiz, B., y Susan, N. (2012) realizó un trabajo especial de grado titulado **“Estrategias gerenciales de manufactura de clase mundial(WCM)en el área de logística”** “presentado para optar al título de magíster en administración de empresas.

En la Universidad de Carabobo. La investigación realizada evalúa al área de logística de las empresas automotrices, cuyo objetivo general es el diseño de estrategias gerenciales para la adaptación de la Manufactura de Clase Mundial en el Pilar de Logística.

Dicha estrategia va en pro de mejorar la eficiencia de las operaciones, incrementar su rentabilidad y mejorar el servicio final al consumidor. Es por ello que la experiencia adquirida en el análisis del ciclo de fabricación de las mejores empresas ha dado lugar a varios conceptos claves del WCM propuesto por H. Yamashina, como son: la calidad total, mantenimiento productivo total, justo a tiempo y organización del lugar de trabajo.

El WCM junto con sus conceptos claves, busca la mejora de la utilización de la maquinaria, los materiales, la fuerza laboral y los métodos de producción mediante la aplicación de sugerencias e ideas aportadas por los miembros de equipo, se concentra en la mejora en lugar de perseguir problemas cotidianos.

Es por ello que la excelencia de la manufactura depende de: conocer el cliente, negociar eficientemente con los proveedores, reducir los errores en producción y saber automatizar los procesos.

Mediante estas conclusiones, conllevan al presente informe, a utilizar el WCM, como una completa Reestructuración de la organización, de las relaciones entre empleados, gerentes todos los actores que intervienen en la cadena de suministro, ya que las compañías que adoptaron dicha filosofía dieron un rápido vuelco en su productividad y pronto fueron capaces de:

1. Disminuir tiempos de entrega.
2. Aumentar el volumen de ventas con tan sólo la mitad del espacio.
3. Vaciar los almacenes y aprovecharlos en la fabricación.
4. Automatizar el control de inventario.
5. Reemplazar sistemas computarizados costosos.
6. Actualizar los equipos existentes para mejorar las capacidades de producción.

Este trabajo se tomará en cuenta de acuerdo a los conocimientos que se adquieran de la metodología WCM para un aumento en la productividad.

Asimismo, Espejo, L. (2012), realizo un trabajo de grado titulado **“Aplicación de herramientas y técnicas de mejora de la productividad en una planta de fabricación de artículos de escritura, Barcelona, provincia de Catalunya”**, presentado para optar al título de pregrado en ingeniería técnica industrial, mención mecánica, en la universidad politécnica de Catalunya. En el mismo, se planteó como objetivo general, proponer la aplicación de herramientas y técnicas de mejora de la productividad, para flexibilizarla, disminuir los despilfarros, disminuir los stocks, y disminuir los espacios, implementando herramientas de mejoras y métodos de aplicación.

Este trabajo aportara un apoyo a la investigación que se pretende realizar, haciendo grandes aportes en la parte conceptual referente a las técnicas y métodos a utilizar para el incremento de la productividad en el área de módulo de suspensión trasero.

2.2 Bases teóricas

Respecto a las bases teóricas Arias (2006) dice: “Comprenden un conjunto de conceptos y proposiciones que conforman un punto de vista o enfoque, dirigido a explicar el problema planteado.” (p. 95)

2.2.1 WCM (WorldClassManufacturing)

Según Yamashina(2008). Es una herramienta que se utiliza para visualizar las perdidas y los desperdicios ofreciendo una fuerte orientación en la eficacia de su reducción. La manufactura de clase mundial no solo supone un mejoramiento de la calidad de los productos, sino además una completa reestructuración de las relaciones entre empleados, gerentes y los procesos de producción.

En la Figura 3, se muestran los 10 pilares fundamentales dentro del WCM, donde se explicará a continuación el origen de dicha metodología y sus pilares. El WCM nacido como un modelo de origen japonés basándose en la eliminación de todo tipo de pérdidas y derroches. Para promover la mejora continua en los procesos

de producción y logística y se ha ido modernizando consolidándose como un sistema integrado de gestión para promover los procesos de manera eficiente y la total competitividad de las empresas. Se integra en una plataforma de 10 pilares técnicos y 10 pilares gerenciales, cada uno desarrollado en siete pasos. El cumplimiento de estos 10 pilares convierte a FCA de Venezuela en una empresa de clase mundial, aumentando la calidad del producto, la calidad de vida de sus trabajadores y por ende la productividad de la empresa.

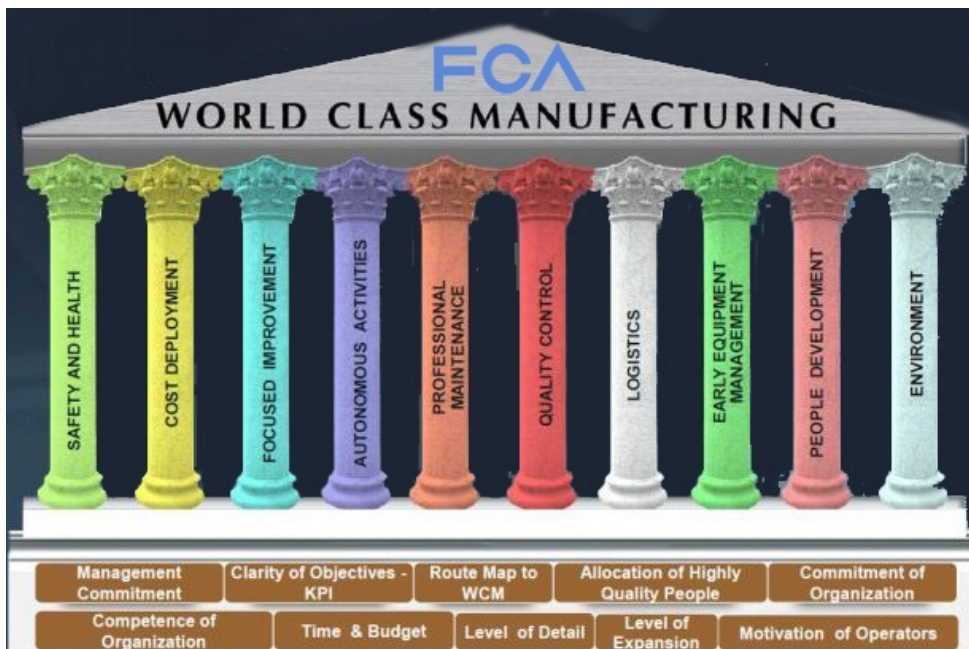


Figura 3: Templo del WCM y sus 10 Pilares fundamentales.

Fuente: Empresa FCA de Venezuela (2017)

En este sentido, afirma Díaz (2011), que el WCM se implementa “con el objetivo de mantener los mas altos estándares que busca incrementar cero averías, cero derroches, cero errores de calidad, y en especial, cero accidentes” (p.1), de estos pilares se basan en la medición, documentación, comunicación e involucramiento por parte del conjunto de los trabajadores de la organización, y cada uno de ellos comprende un conjunto de funciones y utilidades.

2.2.2. Pilares WCM. Según Yamashina (2008).

Seguridad. Tiene como finalidad satisfacer las exigencias de los encargados, asegurando la mejora continua de la seguridad en el puesto de trabajo; buscando la reducción drástica del número de los accidentes, el desarrollo de la cultura de prevención en lo concerniente a seguridad, el mejoramiento constante de la ergonomía del puesto de trabajo y el desarrollo de las competencias profesionales específicas: logrando la mejora del entorno laboral y la eliminación de las condiciones para potenciales incidentes e infortunios.

Mejora Enfocada. Tiene como objetivo, eliminar las principales causas de perdida identificadas precedentemente mediante el despliegue de costos o costDeployment, evitando dirigir esfuerzos y recursos hacia problemáticas no prioritarias: para lograr reducir drásticamente las perdidas más importantes presentes en el sistema productivo de fábrica, eliminando las ineficiencias de los procesos y las actividades sin valor agregado, con el objetivo de aumentar la competitividad del costo del producto y adicionalmente desarrollar las competencias profesionales específicas de resolución de problemas.

Despliegue de costos. Este pilar representa un método que innova los sistemas de administración y control de las empresas, identificando y atacando las causas de las perdidas y desperdicios en el sistema, introduciendo una estrecha unión entre la selección de las áreas a mejorar y el desempeño de los resultados de mejoras obtenidos aplicando en cada uno de los pilares del WCM indicadores.

Control de calidad. Implementado en función de atacar, la insatisfacción de los clientes, la adquisición de productos defectuosos por parte de los clientes y cuando, los costes de descartes y reelaboraciones son elevados; teniendo como finalidad: asegurar productos de calidad para los clientes minimizando los costes.

Logística y servicio al cliente. Su propósito es construir un flujo de materiales sincronizado con la producción, entregando los materiales justo a tiempo, en las cantidades requeridas y en el lugar solicitado con la cantidad especificada evitando el

exceso de manejo de materiales e identificando las ubicaciones de los materiales para evitar errores de entrega.

Administración temprana del equipo. La idea principal del pilar es buscar la gestión preventiva de equipos confiables y de fácil mantenimiento, accesibles, limpios, considerando todo el conocimiento adquirido eliminando todos los puntos potenciales de accidentes en el equipo y garantizando la calidad de las piezas piloto que salen de la maquina adquirida.

Desarrollo Personal. Consiste en trabajar con el desarrollo de las personas y la mejora continua de nuestras competencias, en función de respaldar de manera específica las competencias necesarias para el desarrollo de las otras metodologías y de los proyectos de mejora, el pilar busca la aplicación del Quality control o control de calidad para el buen control del proceso por parte de los encargados, el cual mejora la calidad, las buenas competencias de mantenimiento. La eficiencia y la aplicación del mantenimiento autónomo.

Medio Ambiente. Su finalidad es la de satisfacer las exigencias de los encargados y de la sociedad civil, asegurando una gestión ambiental correcta, mediante las auditorías internas periódicas sobre el impacto de la fábrica hacia el ambiente, la identificación y prevención de los riesgos, la aplicación de las normativas ISO 14000, las mejoras técnicas sobre las instalaciones, la formación, enseñanza y control.

Mantenimiento Profesional. El objetivo principal es trabajar pensando en el mantenimiento planificado, es decir, reducir fallas, aumentar la eficiencia de las maquinas e interactuar con el departamento encargado para eliminar fuentes de contaminación e identificar y reportar en SAP paradas debido a máquinas y equipos.

Actividades Autónomas. Estepilar es el más importante a objeto de este trabajo por lo cual, se profundizara mucho más que los anteriores, dado que es el que contiene las directrices para desarrollar la investigación. Precisando, este pilarse encarga de mejorar la disponibilidad de los medios de trabajo y la calidad de los productos, a través de la implicación de los encargados de la producción,

asignándoles mayores responsabilidades en la gestión y mantenimiento de la maquinaria y de las herramientas, realizando los controles respectivos, la lubricación, la localización inmediata de anomalías la sustitución de algunos componentes o pequeñas reparaciones.

Hay dos tipos de actividades autónomas: una se enfoca sobre las instalaciones o bien sobre las áreas con intensidad de máquinas; la otra sobre el trabajo o bien sobre las áreas con actividades manuales intensivas. Donde la actividad inherente hacia las instalaciones constituye el pilar Mantenimiento autónomo y aquella inherente al trabajo constituye el pilar de Organización del lugar de trabajo.

Mantenimiento Autónomo. Se encarga de buscar siempre mejorar la eficiencia de los equipos identificando fuentes de contaminación y conservando limpios los equipos, definiendo ciclos eficaces de inspección y limpieza de los equipos.

2.2.3 Organización de puestos de trabajo (WO).

Esta constituido de un conjunto de criterios técnicos, de métodos y de instrumentos dirigidos a crear un lugar de trabajo ideal para obtener la mejoría de la calidad, la máxima seguridad y el valor máximo. Ello significa realizar acciones de restablecimiento y de mejoramiento continuo con el objetivo de garantizar la ergonomía y la seguridad del puesto de trabajo, de asegurar la calidad del producto mediante un proceso robusto y de mejorar la productividad del trabajo.

El restablecimiento y mantenimiento de las condiciones de orden y limpieza en el área de trabajo, el cuidado en el adiestramiento de los operadores, el mejoramiento de las condiciones ergonómicas, el posicionamiento del material a un lado de la línea y la definición de las condiciones de abastecimiento a modo de garantizar el principio del mínimo movimiento del material: son criterios principales del pilar técnico del WO.

El objetivo que se busca con este pilar es la creación de un estándar del lugar de trabajo que garantice la seguridad del lugar y el bienestar del personal, la calidad de las operaciones ejecutadas y el máximo valor del trabajo. Esto se realizara a través del involucramiento de los operadores, a nivel de equipo e individualmente. Este pilar

proveerá la capacitación a los operadores de las competencias y de las capacidades para realizar el mejoramiento continuo del micro-proceso de trabajo y de los resultados del trabajo del cual son responsables, a través de la aplicación de los métodos y las técnicas más apropiadas para mejorar:

- Los movimientos de materiales
- La ergonomía y seguridad del puesto de trabajo (eliminación de MURI)
- La calidad del producto a través de las operaciones, ciclos de trabajo y secuencia robusta a prueba de error.
- la simplificación y la productividad del proceso a través de la eliminación de la actividad que produce desperdicios o que no agrega valor (MUDA) y de las actividades irregulares (MURA).



Figura 4: Los 7 pasos del WO

Fuente: Empresa FCA de Venezuela (2017).

En la figura 4, se puede detallar que El pilar WO considera como necesidad de implementar la logística de la ruta de los siete pasos para alcanzar estándares en las estaciones de trabajo con el involucramiento de los trabajadores, en busca de la

mejora continúa a través de los más altos principios de la seguridad, la calidad y la productividad.

El resultado que se espera de las actividades a desarrollar a través del pilar WO puede reflejarse en un mejoramiento consistente de la ergonomía y una reducción sustancial de los movimientos de los materiales. Utilizando técnicas e instrumentos muy simples que se encuentran en esta metodología siguiendo estos criterios:

- Restableciendo las condiciones de base del puesto en términos de orden y limpieza en el puesto de trabajo.
- Definir las condiciones utilizadas en los puestos y los métodos aplicables.
- Estandarizar las modalidades de abastecimiento, la colocación del material al lado de la línea, los movimientos de las operaciones, el procedimiento y las secuencias de trabajo para eliminar variabilidad de la calidad y de mejorar los ciclos de trabajo



Figura 5: Herramientas de los 7 pasos.

Fuente: Empresa FCA de Venezuela (2017).

En la figura 5, se puede explicar cada paso con sus herramientas, los primeros tres pasos tendrán el objetivo de generar un cambio en la organización del lugar de trabajo, pasando de condiciones de desorden, deterioro, suciedad, peligrosidad potencial, fatiga debido a las posiciones incorrectas o a movimientos inútiles; a

condiciones de limpieza, seguridad, eficiencia de los ciclos de trabajo, mejoramiento de la calidad del producto. La aplicación de los pasos 1 a 3 es la llave para poder determinar las condiciones básicas de la organización del lugar de trabajo.

El cuarto paso tiene como finalidad llegar a generar un cambio en las personas; en efecto el control ejecutado directamente por los operadores produce la comprensión y la toma de responsabilidad hacia qué cosa y como controlarlo. Los operadores asumen gradualmente la capacidad de realizar en autonomía las actividades de mantenimiento de las condiciones base del lugar de trabajo y mejoramiento cualitativo con la intención de resolver los principales problemas que se generan en los puestos. Luego los pasos que van del quinto al séptimo tendrán el objetivo de determinar un cambio duradero en la gestión de la actividad de los operadores a través de la medición a régimen del nuevo sistema de organización del puesto de trabajo.

2.2.4 Paso 1 limpieza inicial.

Donde se requiere una inspección exacta del área de trabajo (incluyendo todas las estaciones de trabajo, herramientas, soportes, materiales, entre otros) para detectar y remover suciedad y materiales inútiles que podrían generar condiciones inseguras.

5'S. Es una herramienta que representara los principios básicos del cuidado y la organización de los espacios de trabajo. Las 5's son las iniciales en japonés (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke) que expresaran los conceptos del método. Donde ayudara al personal a hacer el hábito de mantener el lugar de trabajo limpio y ordenado y realizando pequeñas y frecuentes acciones de mejora. Se utilizara como base para entender los problemas complejos; sin embargo para los problemas complejos se utilizaran otros tipos de herramientas de análisis más sofisticadas que permitirán correlacionar los diversos factores causales de una manera más efectiva como el análisis ergonómico de los lugares de trabajo y los estudios de las operaciones que no agregan valor.

La tarjeta AM/WO. Es una etiqueta que se fija sobre el lugar (dispositivos, estantes, contenedores, etc.) en correspondencia con los puntos críticos localizados y servirá

para señalar problemas, dar indicaciones para restablecer una condición inicial, proveerá sugerencias para mejorar.

2.2.5 Paso 2 reorganizaciones del proceso.

Se buscará con el ordenamiento del proceso el orden en el lugar de trabajo con el fin de garantizar, calidad, normas, eficiencia y contramedidas seguras. Un desorden de la zona genera pérdidas de tiempo y accidentes laborales debido a búsquedas de material y herramientas. Además el desorden causa a menudo scrap y partes defectuosas. Es necesario organizar el material y herramientas para mejorar las condiciones de trabajo, aumentar la productividad, mejorar la calidad introduciendo dispositivos POKA YOKE, para prevenir que surjan errores, y con controles de calidad autónomos, para evitar transferir los defectos a los siguientes procesos.

Análisis y Eliminación de MURI, MURA, MUDA. Este análisis se enfocará en las operaciones de trabajo e identificar todos aquellos movimientos que pueden generar impactos negativos en la calidad, sobre los costos (porque constituyen desperdicios) y sobre la seguridad y el bienestar de las personas, sean porque son equivocados, porque son inútiles, sea porque son pesados o peligrosos.

MURI. Se entiende como el conjunto de operaciones difíciles o no naturales que producirán fatiga, generando riesgo a los trabajadores y reduciendo la productividad del trabajo. Una operación difícil o antinatural es una operación que determina fatiga: muscular en el caso de operarios que requieren fuerza; fatiga causada por una posición incorrecta, no natural; mental en el caso de operaciones que requieren atención; emocional en el caso de operaciones no agradables.

Para la eliminación de MURI es necesario primero seguir el análisis ergonómico del lugar de trabajo, clasificando los movimientos efectuados por las operaciones sobre la base de estándares codificados a nivel internacional, para definir después acciones correctivas a aplicar al ciclo de fabricación y a la organización del puesto de trabajo.

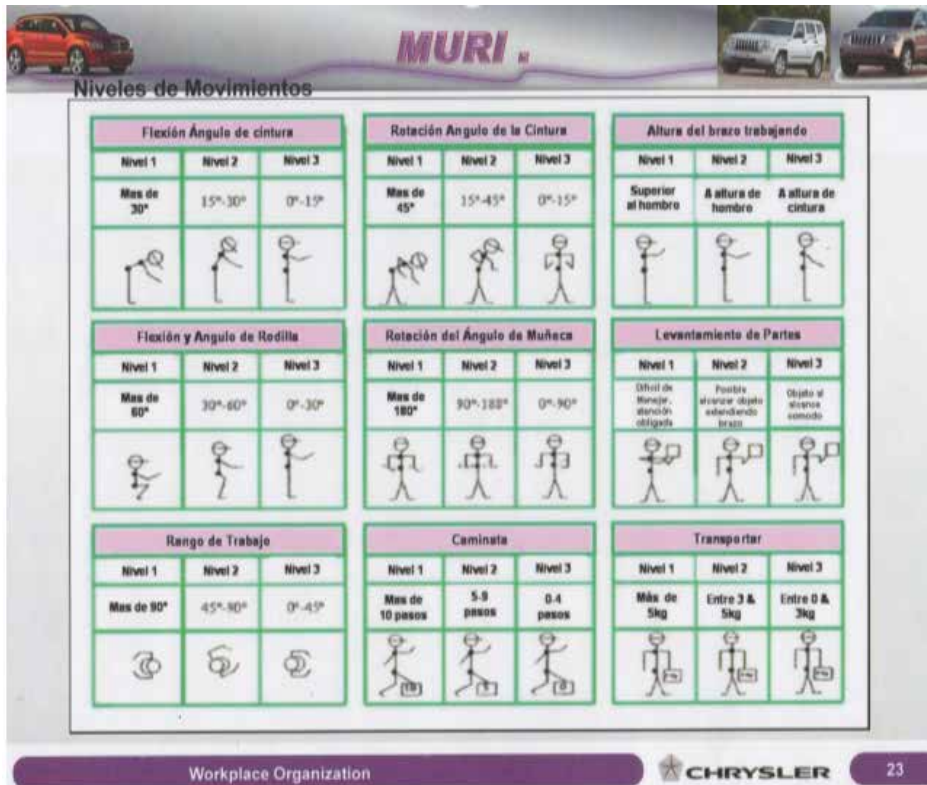


Figura 6: Niveles de Movimiento.

Fuente: Empresa FCA de Venezuela(2017).

En la figura 6, se describen todos aquellos movimientos que podría realizar el operario mientras hace una actividad, tomando en cuenta su ponderación con respecto al nivel de riesgo.

MURA. Se describirá como la operación irregular, es decir, las operaciones de un ciclo al siguiente, de un operador a otro, donde no son ejecutadas con la misma regularidad por los operadores, generándose un impacto negativo en la calidad. Ellos se pueden reconocer a través de la observación prolongada y pueden ser solucionadas por la introducción de operaciones estandarizadas.

El análisis de este caso tendrá la finalidad de identificar los factores que pueden impedir la ejecución regular del ciclo a fin de intervenir para restablecerlo estándares de trabajo. La figura precedente es en este caso explicativa del problema. Una de las

posibles causas principales de MURA está vinculada a la colocación incorrecta del material y de los dispositivos.

Criterios eficaces a los cuales atenerse para evitar el tener operaciones irregulares son los siguientes: La altura de las mesas de trabajo debe ser la misma; El material de trabajo tiene que ser simple para tomar, de reponer, de desplazar; Un movimiento tridimensional del material de trabajo debe ser simplificado partiéndolo en dos movimientos o mejor aún en un solo movimiento unidimensional; La distancia de transferencias del material debe ser la más corta y el movimiento del material tiene que ser lineal.

MUDA. Se definirá como cualquier elemento del proceso que no agregue valor al producto final o de actividad de valor no agregado NVAA, generando desperdicios y deben ser identificadas a través de la observación y ser eliminadas. El desperdicio se denotara como la cantidad de recursos utilizados en exceso respecto al requerimiento necesario para producir un valor constante de salida y es posible identificar siete tipos de desperdicios: por sobreproducción; debido al tiempo de espera; debido al transporte; debido a la elaboración real; debido a inventarios; por movimientos; debido a producción defectuosa.



Figura 7: Tipos de Actividades de No Valor Agregado.

Fuente: Empresa FCA de Venezuela(2017).

En la Figura 7, se podrá identificar los diferentes tipos de Actividades de no valor agregado para posteriormente poder analizar y descartar todas aquellas que no agreguen valor al producto final.

Diagrama de Recorrido o spaghetti. Según grupo Fiat (2013), el “spaghetti chart”, toma el nombre de la representación gráfica que se hace de los desplazamientos del operador durante la ejecución del ciclo. Para realizar un diagrama de spaghetti se reproduce el lay-out de la línea sobre una hoja de papel, evidenciando los recorridos que el operador efectúa durante todo el ciclo de trabajo.

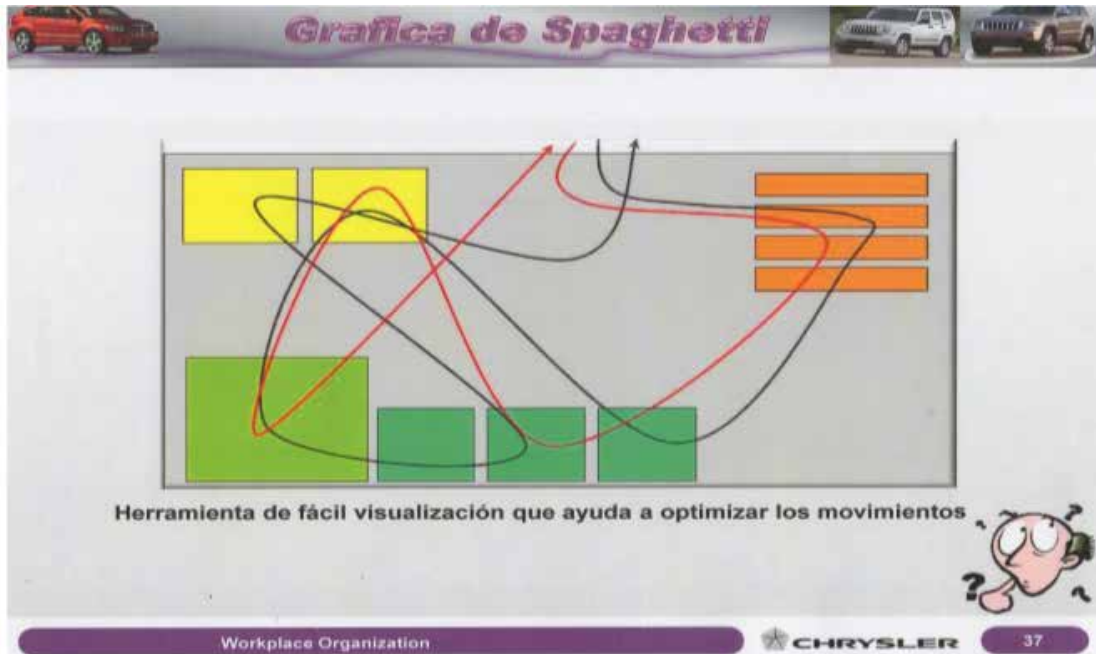


Figura 8: Diagrama de Spaghetti.

Fuente: Empresa FCA de Venezuela (2017).

En la Figura 8, se podrá identificar todos los pasos que requerirá el operario para el proceso de ensamblaje, evaluando si son los mínimos necesarios o se encontraran caminatas innecesarias.

El diagrama de recorrido. Es una herramienta que servirá para visualizar la movilización de personas o equipos en un área determinada mediante posibles flujos haciendo representación a los tallarines, Este método de la estadística se utilizara para realizar un seguimiento de enrutamiento a través de las fábricas con el propósito de entender y documentar el desperdicio que ocurre de forma recurrente. Muy probablemente las personas que están directamente relacionados con el proceso no se dan cuenta de los múltiples movimientos hasta que éste es documentado debidamente.

Zona Dorada. De acuerdo a Yamashina, bajo el enfoque de la logística interna se buscara reducir el trabajo en proceso, contribuyendo a la entrega de material bajo la filosofía de la zona dorada (zona de ergonomía para el trabajador) con un mínimo

manejo de material; es decir, se quieren mejoras para reducir el no valor agregado, el trabajo en proceso, reducir el uso de montacargas, entre otros, empleándose diversasherramientas, como las ya nombradas anteriormente conforme a la ingeniería industrial, todo ello posible con la aplicación del WCM.



Figura 9: Zona Dorada.

Fuente: Empresa FCA de Venezuela (2017).

En la figura 9, se evidenciará la zona dorada y el posicionamiento y criterios de los cuales se basará este enfoque.

2.2.6 Ingeniería de métodos

García (2005) define que “conjugar adecuadamente los recursos económicos, materiales y humanos origina incrementos de productividad”. Con base en la premisa de que en todo proceso siempre se encuentran mejores posibilidades de solución, puede efectuarse un análisis a fin de determinar en que medida se ajusta cada alternativa a los criterios elegidos y a las especificaciones originales, lo cual se logra a través de los lineamientos del estudio de métodos. (p.33).

Burgos (2012) define analíticamente como el “Estudio de los métodos, materiales, equipos y herramientas involucradas en una tarea particular”, (p. 198). Técnica encargada de incrementar la productividad con los mismos recursos u obtener lo mismo con menos recursos dentro de una organización, empleando para ello un estudio sistemático y crítico de las operaciones, procedimientos y métodos de trabajo.

La ingeniería de métodos buscara entrenar al operario a seguir el método normalizado, determinara por medio de mediciones muy precisas, el número de horas en las cuales un operario, trabajando con actividad normal, puede realizar el trabajo; por último, se establecerá en general un plan para compensación del trabajo, que estimule al operario a obtener o sobrepasar la actividad normal.

Hoy en día la ingeniería de métodos implica trabajo de análisis en dos etapas de la historia de un producto, inicialmente el ingeniero de métodos está encargado de idear y preparar los centros de trabajo donde se fabricará el producto; en segundo lugar, continuamente estudiará una y otra vez cada centro de trabajo para hallar una mejor manera de elaborar el producto. Así mismo, la ingeniería de métodos implica la utilización de la capacidad tecnológica. Donde principalmente se buscara el mejoramiento de la productividad, por lo que es un proceso sin fin.

Herramientas de la Ingeniería de Métodos

Burgos (2012), define que “a lo largo del tiempo se han ido creando un sinnúmero de herramientas que ayuden a estudiar y mejorar los procesos por medio de la ingeniería de métodos, donde existen técnicas y estrategias aplicables a casi todas las situaciones que se pueden presentar en una empresa y en sus variadas modalidades, por consiguiente, el seleccionar las más idóneas ante una problemática representa un objetivo fundamental en la aplicación de la ingeniería de métodos”.

Por ende, esta amplia variedad de técnicas y herramientas que se desprenden de la ingeniería de métodos, denota la multiplicidad de funciones que la misma puede abarcar, según Correa, Gómez y Botero (2012), “resulta la idea de que la ingeniería de

métodos y tiempos es la base de muchas otras técnicas y disciplinas porque define las operaciones y proporciona información cuantificable sobre estas” (p.112). Pero debe aclararse que esta disciplina no solo sirve para mejorar centros de trabajo ya existentes, sino también es útil para diseñar nuevos centros.

Medición del trabajo. La búsqueda de un nuevo método se originara en la formulación de una serie de alternativas que constituyen posibles soluciones al problema planteado; pero entre ellas habrá una que con base en las variables seleccionadas, las restricciones impuestas y los criterios de evaluación escogidos, seamás ventajosa que las otras (para el momento) convirtiéndose en el método propuesto. El método propuesto deberá luego ser normalizado para finalmente proceder a medir su tiempo de ejecución.

Las técnicas de medición del trabajo pueden clasificarse en dos grupos:

De observación directa

Basadas en registros históricos

Entre las técnicas de observación directa tenemos: la estimación de tiempos, el cronometrado y el muestreo de trabajo; y entre las basadas en recopilaciones de datos históricos se encuentran: los tiempos de movimientos básicos sintéticos, los datos estandarizados de tiempo y las fórmulas de tiempo. La medición del trabajo tendrá la finalidad de determinar el tiempo estándar de ejecución de las actividades bajo estudio.

El estudio de tiempos. El estudio de tiempos Burgos (2012) lo define como “Una técnica para establecer un tiempo estándar para realizar una tarea dada” esta técnica se basa en la medición del contenido de trabajo del método prescrito, permitiendo las debidas tolerancias por fatiga, demoras inevitables y necesidades personales. El objetivo de estudio de tiempos no es determinar cuánto tarda un trabajo, sino cuanto debería tardar (p.198).

FCA de Venezuela realiza los estudios de tiempos para configurar el tiempo Tack, considerando el tiempo necesario para cada proceso de acuerdo a cada bloque de la línea de ensamblaje, luego se utiliza en el estudio del comportamiento de los

diferentes operadores con respecto al tiempo estimado para realizar sus labores, de esta manera se estimara el tiempo de actividades que no generan valor y las que si generan valor al producto final, estableciendo una distribución según el tipo de perdida. El formato utilizado para el estudio que se realiza en esta actividad en el departamento de T/C/F es mostrado en la figura.

2.2.7 Línea de Producción.

Burgos (2012) la define como “una línea de producción puede ser definida como una disposición de áreas de trabajo, donde los eventos consecutivos están colocados en forma inmediata y mutuamente adyacentes”. Donde continuamente el material se mueve continuamente y a una rata uniforme a través de una serie de operaciones balanceadas (p.160).

Línea de ensamblaje.Burgos (2012) la define como “una serie de estaciones de trabajo colocadas en forma sucesiva”. Donde en cada una de ellas se realizan trabajos sobre el producto, añadiendo partes o completando operaciones de ensamblaje (p.162). Estos largos procesos de armado de productos son complejos, en el caso de FCA de Venezuela, parte de un proceso sistemático de desensamble donde se tendrá como meta la desaturación de las estaciones por medio de la adición de mejoras a nivel de ergonomía y flujo de material.

Balance de Línea.Burgos (2012) El balance o balanceo de línea “Es una de las herramientas más importantes para el control de la producción, dado que de una línea de fabricación equilibrada depende de la optimización de ciertas variables que afectan la productividad de un proceso”. Para obtener balance, a flujo continuo y uniforme en una línea, se hará necesario que los tiempos de procesamiento en todas las estaciones de trabajo sean iguales. El balanceo perfecto raramente se logra, debido a que hay siempre algunas operaciones que consumen tiempo extra (o por lo menos una operación).

El departamento de T/C/F llevara a cabo la función de lograr el balance óptimo de su línea de ensamblaje haciendo este tipo de estudio constantemente ya que es de

suma importancia para la reducción de costos y de desperdicios obteniendo mayor eficiencia y calidad en el proceso.

2.2.8 Diagrama de Causa-Efecto.

Es una herramienta efectiva para estudiar procesos y situaciones para desarrollar un plan de recolección de datos mediante la representación una gráfica sencilla, creada por el profesor Kaoru Ishikawa en Tokio. Algunas veces es denominado diagrama de Ishikawa o diagrama Espina de Pescado por su parecido con el esqueleto de un pescado. Este instrumentose utilizara para identificar las posibles causas de un problema específico donde su desarrollo y uso es más efectivo después de que el proceso ha sido descrito y el problema esté bien definido.

2.2.9 Tormenta de Ideas

Michael Morgan, en su libro, *CreativeWorkforceInnovation*, define la tormenta de ideas como una reunión o dinámica de grupo que emplea un moderador y un procedimiento para favorecer la generación de ideas. Es muy importante a fin de estimular la libre imaginación, crear un ambiente que favorezca a la comunicación y la motivación de los miembros del grupo, de esta forma, conseguir una libre exposición de las ideas.

En la figura 10, se explica gráficamente las características del diagrama de causa y efecto. Tomando en cuenta el método de las 5M que representan: Maquina, Mano de obra, Materiales, Método, Medio Ambiente. Para identificar las posibles causas de un problema.

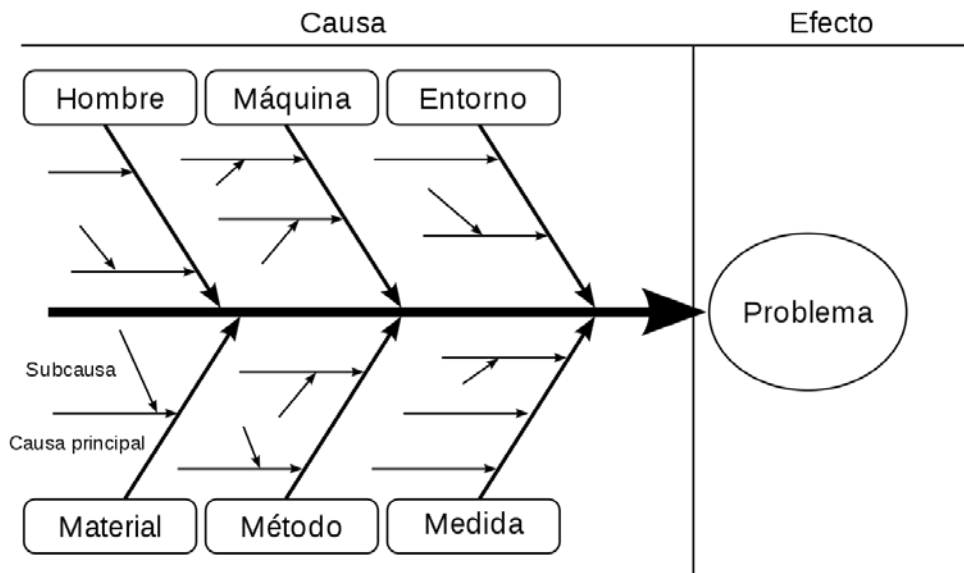


Figura 10: diagrama de causa- efecto

Fuente: libro de mejoramiento a la calidad (2012).

2.2.10 Diagrama del proceso

Según Burgos (2012) el diagrama de proceso es la representación gráfica del orden de todas las operaciones, transporte, inspecciones, demoras y almacenajes que tienen lugar durante el proceso y comprende información considerada necesaria para el análisis con son: tiempos, cantidades y distancias recorridas. El uso que aporta esta herramienta es la mejora de las actividades relacionadas con el manejo de materiales, la obtención de una mejor distribución en planta, hacer más eficiente el almacenaje, reducir tiempos que generan demora y poner en evidencia costos ocultos relacionados con el transporte, demora y almacenaje.

2.2.11 Productividad

Prokopenko (1989) atribuye que “la definición de la productividad es compleja y no refleja solamente un problema técnico y gerencial” (p.22). Es una cuestión que concierne a los órganos estatales, los sindicatos y otras instituciones sociales. Y cuanto más diferentes sean sus metas, más distintas serán sus definiciones de la productividad.

Aunque existen muchas definiciones diferentes de la productividad, el criterio más común para designar un modelo de productividad consiste en identificar los componentes del producto y del insumo correcto de acuerdo con las metas de desarrollo en largo, mediano y corto plazo de la empresa, el sector o el país.

Según Falconi (1992) “un producto o servicio de calidad es aquel que atiende perfectamente, de manera confiable, de manera accesible, de manera segura, y con la programación adecuada para las necesidades del cliente” (p.179).

Por lo que, para aumentar la productividad de una empresa se debe agregar el máximo de valor (máxima satisfacción de las necesidades de los clientes) al menor costo. No basta aumentar la cantidad producida, es necesario que el producto tenga valor, que satisfaga las necesidades de los clientes.

Burgos (2012) expresa que “el aumento de la productividad se refleja en costos más bajos y por lo tanto mas bajos precios; salarios mejores y mayores ingresos para las organizaciones”. Todo ello se traduce en un aumento del poder de compra de la moneda y en un mejoramiento continuo del nivel de vida.

Finalmente, si se canalizan debidamente los beneficios obtenidos del aumento de la productividad, se establece un ciclo de expansión constante; pero si los ingresos no se distribuyen en la forma apropiada o si la producción y las ventas no se amplían en la medida en que la productividad aumente, pueden resultar desniveles considerables y aumentar el desempleo.

2.3 Definición de términos Básicos

Bloque: Es un grupo de varias estaciones donde se ejecutan diversas actividades u operaciones. Cada bloque está a cargo un líder de grupo.

Calidad: Es una fijación mental del consumidor que asume conformidad con dicho producto o servicio y la capacidad del mismo para satisfacer sus necesidades.

Costo: Es el gasto económico que representa la fabricación de un producto o la prestación de un servicio.

Desaturación: Termino utilizado para referirse al tiempo de ocio, generante de perdida y que afecta la línea de producción.

Desperdicio: tipo particular de pérdida que ocurre en una producción.

Ergonomía: Estudio de las condiciones de adaptación de un lugar de trabajo.

Estándar: Especificación técnica o conjunto de criterios, que han sido aprobados por una organización y que sirve como patrón o modelo.

Estrategias: Series de acciones muy meditadas, encaminadas hacia un fin determinado.

Layout: Plano de la estructuración del área.

Módulo de suspensión: Le da estabilidad y altura al carro

NVA: Para FCA de Venezuela, es todo lo que no genera valor alguno al proceso productivo.

NVAA: Actividades que no le generan valor al proceso, pero que son necesarias, Como caminatas.

Perdidas: uso de cualquier recurso (mano de obra, materiales, equipo de producción, energía) al cual un costo está asociado, y que no agrega valor percibido por el cliente.

Retrabajo: se considera Retrabajo al trabajo que se hace a causa de no haber realizado el “trabajo” correctamente la primera vez, también se considera Retrabajo los cambios continuos que se hacen y el trabajo duplicado entre personas.

SOP: Cambio de material y se coloca el número de parte.

SWI: Hojas de proceso

Tiempo de valor agregado (VA): Es el tiempo que le agrega valor al producto final.

Tiempo Tack: Se refiere al tiempo necesario para complementar un ciclo de un proceso.

Totes: nombre que se le da a los contenedores en los que se coloca el material de tornillería.

TWTP: La forma de enseñar a las personas.

Scrap: material no conforme, material de desecho.

W2: Es el código que posee el modelo Grand Cherokee.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Este capítulo está referido a la metodología utilizada, haciendoreferencia a algunos autores que confirman lo señalado; de igual manera se da a conocer el nivel en el cual se ubicara la misma resaltando además lo correspondiente a población y muestra, indicando el modelo de muestra empleada.

En cuanto a metodología M. Tamayo (2003) señala “La metodología es un procedimiento general para lograr de una manera precisa el objetivo de la investigación” (p. 92).

Sobre la base de Zorrilla y Torres (1992), refieren que “La metodología representa la manera de organizar el proceso de la investigación, de controlar los resultados y de presentar posibles soluciones al problema que nos llevará a la toma de decisiones” (p. 65).

Teniendo en cuenta lo mencionado, el marco metodológico necesitara de un desarrollo coherente por parte del investigador, ya que en esta etapa se mostrara el camino más adecuado para conseguir los objetivos planteados; el conocimiento preciso del objeto de estudio, unido a una serie de técnicas e instrumentos aplicables al análisis arrojando conclusiones satisfactorias.

3.1 Tipos de la investigación

Arias (2006) señala: “En cuanto a los tipos de investigación, existen muchos modelos y diversas clasificaciones.” (p. 20)

Hurtado (2001) explica que el tipo de investigación proyectiva “consiste en la elaboración de una propuesta, un plan, un programa o un modelo, como solución a un problema o necesidad de tipo práctico, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento, los procesos explicativos o generadores involucrados y de las tendencias futuras, es decir, con base en los resultados de un proceso investigativo”.

La investigación es de tipo Proyectiva debido a que este trabajo intentara proponer soluciones a una situación determinada. Donde implica explorar, describir, explicar y proponer alternativas de cambio, mas no necesariamente ejecutar la propuesta. Siendo unproyctofactibledebido a que tiene como propósito el incremento de la productividad en el área de módulo de suspensión trasero en la empresa FCA de Venezuela.

3.2 Diseño de la investigación

Sabino(2002) explica que el diseño de la investigación tiene como objeto “proporcionar un modelo de verificación que permita contrastar hechos con teorías, y su forma es la de una estrategia o plan general que determina las operaciones necesarias para hacerlo”(p.63).

Por consiguiente, el presente estudio está enmarcado en el tipo de investigación de campo, de acuerdo con Sabino (2002) “Los diseños de campo son los que se refieren a los métodos a emplear cuando los datos de interés se recogen de forma directa de la realidad, mediante el trabajo concreto del investigador y su equipo”. (p.77). ya que los datos para desarrollarla se van a tomar de los trabajadores que son del área del Departamento de TCF, módulo de suspensión trasero de la empresa FCA de Venezuela.

3.3 Nivel de la investigación

La investigación es de tipo descriptiva y documental, se ubica en un estudio de campo a nivel descriptivo, ya que propone evaluar las actividades desarrolladas dentro del departamento de TCF, módulo de suspensión trasero en la empresa FCA de Venezuela.

Adicionalmente, para Tamayo (2003) la investigación descriptiva:

Comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, composición o procesos de los fenómenos. El enfoque que se hace sobre conclusiones es dominante, o como una persona, grupo o cosa, conduce a funciones en el presente. La investigación descriptiva trabaja sobre las realidades de los hechos y sus características fundamentales es de presentarnos una interpretación correcta. (p. 54).

Al mismo tiempo, el estudio que se hará está respaldado con la investigación documental, ya que se basará en documentos escritos cuyo objetivo fundamental es reforzar el tema a través de una indagación exhaustiva que directa o indirectamente aportan información concisa al desarrollo del tema en cuestión.

De acuerdo con Cázares, Christen, Jaramillo, Villaseñor y Zamudio (2000):

La investigación documental depende fundamentalmente de la información que se recoge o consulta en documentos, entendiéndose este término, en sentido amplio, como todo material de índole permanente, es decir, al que se puede acudir como fuente o referencia en cualquier momento o lugar, sin que se altere su naturaleza o sentido, para que aporte información o rinda cuentas de una realidad o acontecimiento. (p. 18).

3.4 Población y Muestra

3.4.1 Población

Arias (2006) señala: “La población es el conjunto de elementos con características comunes que son objeto de análisis y para los cuales serán válidas las conclusiones de la investigación.”(p. 98)

Morles (1994), indica que “la población o universo se refiere al conjunto para el cual serán válidas las conclusiones que se obtengan: a los elementos o unidades (personas, instituciones o cosas) involucradas en la investigación” (p. 17).

Hurtado y Toro (2001) definen que:

El conjunto de elementos representativos de una población, con los cuales se trabajara realmente en el proceso de la investigación, a ellos se observaran y aplicaran los distintos instrumentos, tomaremos sus datos y luego lo analizaremos y generalizaremos los resultados a toda una población (p 79).

El presente trabajo constara de una población de doscientos diez (210) trabajadores del Departamento de TCF, específicamente en el área de Modulo de Suspensión se encuentra siete (7) trabajadores de los cuales se desglosa en cinco (5) operarios, un (1) líder de grupo y un (1) supervisor.

3.4.2 Muestra

Hernández (2003), establece que “La muestra es definible como: subgrupo de la población en la que la elección de los elementos no depende de la probabilidad sino de las características de la investigación”. (p. 213)

La muestra, según Morles (1994), “Es un subconjunto representativo de un universo o población” (p. 54).

De acuerdo a lo antes definido, se podría complementar que la muestra es la selección de una parte de la población que se utilizara para la obtención de información general de la misma; en este caso se tomara en cuenta en esta investigación (5) operarios, un (1) líder de grupo, (1) supervisor.

3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos es el paso a seguir en el orden metodológico y resulta relevante en su importancia. Se describirán aquellas técnicas (el cómo se va a obtener la información) y los instrumentos (el con qué) a utilizar. Se recomienda, asimismo, el justificar las razones de su selección y la información que se pretende obtener.

De acuerdo con Hernández y coautores (2003),

La recolección de los datos implica tres actividades relacionadas entre sí: Seleccionar un instrumento o método de recolección de datos entre los disponibles en el área de estudio en la cual se inserte nuestra investigación, o desarrollar uno, el instrumento debe de ser válido y confiable, de lo contrario no podemos basarnos en los resultados. Aplicar este instrumento para recolectar los datos. Es decir, obtener observaciones, registros o mediciones de variables, sucesos, contextos, categorías u objetos que resulten de interés para nuestro estudio. Preparar observaciones, registros y mediciones obtenidas para que se analicen correctamente. (p. 344).

La finalidad de la recolección de los datos, es aportar información verídica, oportuna y de relevancia para la elaboración de propuestas o sugerencias de mejora como objetivo de esta investigación.

3.5.1 Técnicas

Sabino(2002) “Una técnica de recolección de información es “cualquier recurso de que se vale el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información”

De acuerdo con Arias (2000), “Las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener la información” (p.53).

Según Tamayo y Tamayo (2003), se emplea la observación directa “cuando el investigador corrobora los datos que ha tomado de otros, ya sea testimonios orales o escritos de personas que han tenido contacto de primera mano con la fuente que proporciona los datos.” (p.123)

En este sentido Sabino (2002), argumenta que “En el inicio de toda investigación, cualquiera que sea su naturaleza o enfoque, está presente esta técnica, por lo tanto sirve de herramienta para la búsqueda de información del tema que se investiga. (Pág. 86)

Según Malinowshi (1884) afirma que “para conocer bien a una cultura es necesario introducirse en ella y recoger datos sobre su vida cotidiana”.

Para desarrollar este trabajo se tendrán en cuenta las técnicas y procedimientos que aportaran toda la información precisa las cuales darán respuesta a los objetivos planteado para el área de módulo de suspensión trasero. Las técnicas a utilizar serán:

- Observación Directa: El autor hará acto de presencia en el campo de estudio donde será testigo del estado actual del área, con la finalidad de obtener y registrar información para su análisis, de forma pasiva.
- Observación Participativa: De manera similar a la directa, Se buscara obtener más detalles de los movimientos y actividades necesarios para la realización de las operaciones pertinentes, siendo elemento activo en el proceso.
- Entrevistas no Estructuradas: Para complementar la información que se recaudara en los procesos de observación se realizaran preguntas

abiertas y no estandarizadas a los operarios, supervisores y líderes de grupo.

3.5.2 Instrumentos

Según Arias (2006) “Los instrumentos son los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información.” (p.99)

Parella y Martins (2006) indica que “una vez realizado el plan de la investigación y resuelto el problema se plantea el muestreo, empieza el contacto directo con la realidad objeto de la investigación o trabajo de campo”. (p.103).

Como las técnicas son el cómo se va a obtener la información, los instrumentos son el con que se va a obtener dicha información, por esta razón una conlleva a la otra. Los instrumentos que se utilizaran para la investigación son:

- Herramientas del Lean Manufacturing: Es una filosofía de gestión enfocada a la reducción de los desperdicios en productos manufacturados. Eliminando el despilfarro, la calidad mejora y el tiempo de producción, minimizando los costos. Las herramientas “lean” incluyen procesos continuos de análisis de producción “pull” (en el sentido de kanban) y elementos y procesos “aprueba de fallos” (pokayoke).
- Eliminación de 3M: Womack (2006) define que “la variación es el principal enemigo del enfoque lean; esta provoca sobrecargas (MURI) y operaciones y movimientos irregulares (MURA) que desencadenan actividades que no aportan valor al producto (MUDA)”. Asimismo, MURI puede ser una consecuencia de MURA y ambas pueden conducir a MUDA, incluso en algunos MUDA que ya habían sido eliminados anteriormente. Eliminado o reduciendo las 3M mejora la eficiencia y la productividad del sistema.
- Diagrama Causa- efecto: Evans (2008) define que “Es un método grafico sencillo para presentar una cadena y efectos, así como para

clasificar las causas y organizar las relaciones entre las variables”. Por esta razón, Es una herramienta útil para generar ideas sobre las causas de los problemas ofreciendo una visión general del origen de ellas.

3.6 Técnicas de Análisis y Presentación de la información

Las técnicas de análisis de datos deben ser tomadas en cuenta para la ejecución de cualquier proyecto, ya que permiten adquirir conclusiones, es decir, realizar la formulación de propuesta que sirvan de posibles soluciones al problema planteado y así cumplir con los objetivos del proyecto.

Es imperativo adquirir los conocimientos teóricos sobre la documentación e investigación y desde ese contexto, desarrollar las habilidades y destrezas que hacen posible el manejo eficaz de las distintas fuentes bibliográficas y documentales que se recogerán y conservaran en la gran parte de la producción científica, humanística y artística de la humanidad.

Una vez que se apliquen los instrumentos de recolección de datos a la muestra de objeto del cual se estudiara, se procederá a realizar la clasificación y el análisis de los datos en forma cualitativa y cuantitativa.

Según Tamayo y Tamayo (2003), en la técnica de análisis o procesamiento de datos “se trata de especificar el tratamiento que se dará a los datos: ver si se pueden clasificar, codificar y establecer categorías precisos con ellos” (p.126)

Referente al análisis de datos cualitativo, Sabino (2002), establece que:

Se refiere a que se procederá a hacer con la información de tipo verbal de un modo general de que parezcan en forma de fichas, el análisis se efectuará cotejando los datos al modo que se refieran a un mismo aspecto y tratando de evaluar la finalidad de cada información. (p. 100)

El análisis de los datos e información cuantitativa se realizará a través de la aplicación de estadísticas descriptiva mediante la utilización de cuadros, figuras, entre otros, haciendo más fácil la visualización de los datos obtenidos.

3.7. Fases metodológicas

Según la UPEL (2003) esta etapa consiste en establecer un estudio de situación y en desarrollar los objetivos del estudio. (p.25).

A través de las fases se desarrollara la investigación a nivel macro obteniendo la información necesaria para cubrir las metas previstas y las mismas están relacionadas con los objetivos específicos del presente estudio.

Fase I. Diagnosticar la situación actual del proceso de ensamble del módulo trasero del modelo W2.

En esta fase se describió el área de módulo de suspensión, se estudió el tiempo, se realizó entrevistas no estructuradas que a su vez se tomó evidencias fotográficas lo cual ayudo a visualizar las debilidades presentes en el área mediante la observación directa y participativa. Se buscó Como resultado de esta fase, el conocimiento necesario para diagnosticar las necesidades y deficiencias existentes en el proceso productivo, permitiendo al autor cumplir con los objetivos planteados y así buscar mejores alternativas para la mejora del desempeño de esta área de producción.

Fase II. Identificar las causas que generan baja productividad en el proceso de ensamble de modulo trasero del modelo W2.

En esta fase se tomó en cuenta primordialmente toda la información recaudada por los trabajadores que poseen más relación directa con el proceso y para analizar toda la investigación se utilizó las herramientas del WCM necesarias para identificar las posibles causas generadas en el área como el diagrama de causa-efecto, tormenta de ideas, 5S, 5WHY y cualquier otra que pueda aportar la identificación de las causas posibles que generaban una baja productividad en el área de módulo de suspensión trasero.

Luego de recolectar la información suficiente a través de diferentes técnicas de datos, se comenzó el procedimiento de descarte o clasificación, tabulación e interpretación, para después proceder su favorable recaudación de datos y su analisis con la finalidad de extraer la información relevante.

Fase III: Diseñar las estrategias de mejoras a través de la metodología WCM para reducir o eliminar factores que afectan la productividad.

Según los resultados que se obtuvieron en las fases anteriormente descrita, se analizaron los factores internos y externos que generan una baja productividad en el proceso de ensamble, donde se diseñó posteriormente objetivos estratégicos buscando la eliminación o reducción de las 3M tomando como criterio la metodología WCM trayendo el incremento de la productividad en el área de módulo de suspensión trasero en la empresa FCA de Venezuela.

Fase IV: Evaluar económicamente la propuesta a través de la relación beneficio- costo.

En esta Fase luego de haber finiquitado todas las demás, se procedió a calcular los costos de ejecución de la nueva propuesta así como también los beneficios que las mismas propuestas le otorgaran a la empresa FCA de Venezuela si se realiza su aplicación.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

En este capítulo se presenta los resultados obtenidos en cada una de las fases del proyecto descritas en el marco metodológico y el análisis de los mismos. Se inicia con el diagnóstico del área seguido del análisis y formulación de mejoras para el proceso productivo hasta el control de las medidas tomadas de manera de recaudar toda la información necesaria para el aumento de la productividad en el área de módulos de suspensión trasero de la empresa FCA de Venezuela.

4.1 Fase I: Diagnosticar la situación actual del proceso de ensamble del módulo trasero para el modelo W2.

4.1.1 descripción del área de módulos de suspensión

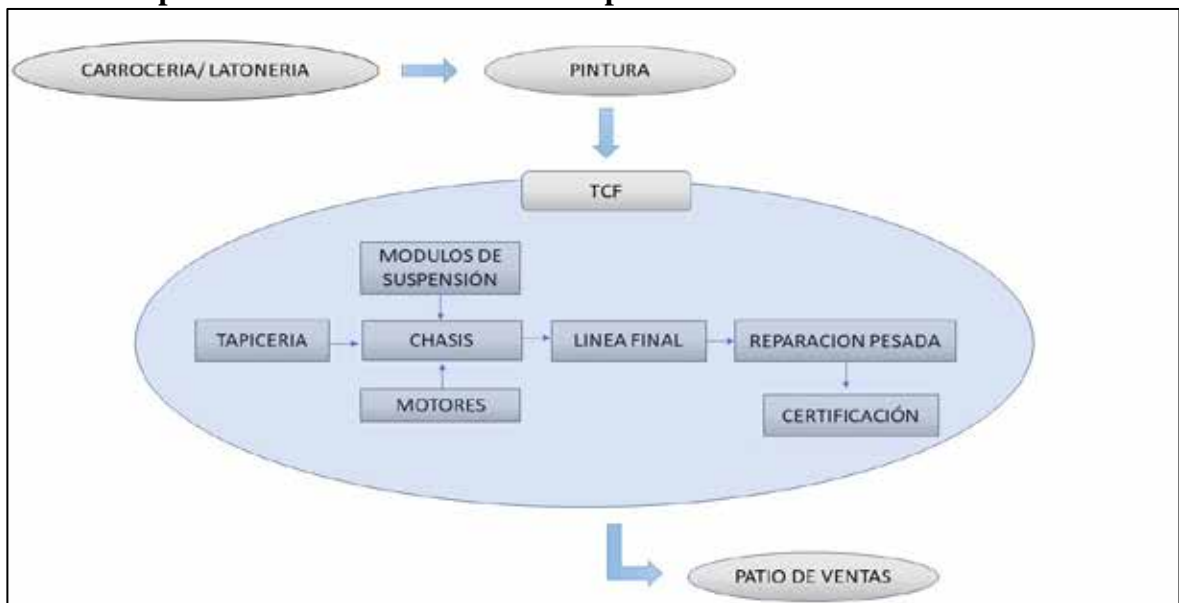


Figura 11: Diagrama de bloque del funcionamiento interno del sistema

Autor: Noguera, A. (2017)

FCA de Venezuela cuenta con diferentes departamentos o áreas para la realización de su producto, como se muestra en la Figura 11, El Departamento de (TCF) Tapicería, Chasis, Motores, módulos de suspensión, Línea final, Reparación pesada, Retoque y Certificación es el encargado de terminar de armar el vehículo manteniendo los estándares de calidad. la primera área de TCF comienza el proceso

de vestidura en la línea de tapicería, aquí es donde se colocan todos los ramales de las unidades, tablero de instrumento, alfombras, vidrio trasero y parabrisas, luces, manillas, cinturones de seguridad, bomba de freno, columna dirección y entre otras cosas también se realizan pruebas eléctricas a cada componente instalado en la unidad.

En el mismo orden, las unidades que resultan aprobadas de las pruebas realizadas, pasan a la línea de chasis, en donde se cuelgan en un transportador aéreo para sus respectivas asignaciones como el sistema de suspensión trasero y delantero, el acople del motor, fascia delantero y trasero y para ello se requiere de la alimentación de la línea de motores y de la línea de módulos de suspensión el cual esta área se tomó como referencia de estudio para evaluar sus debilidades durante el proceso y se puede visualizar su ubicación en la Figura (12). Posteriormente La unidad llega a línea final para la instalación de los asientos, consola central, rejilla torpedo, estribo, moldura de techo, goma de compartimento de motor, programación del volante y pedal pusher, se realizan pruebas de freno, cuadraje de puertas, maleta y capo. Seguidamente se procede a la prueba de rodillos o jouncer alineación de luces y alineación dinámica y el roll test, en donde se detectan ruidos y desajustes, en caso que la unidad presente alguna de estas condiciones se traslada al área de reparación pesada.

Finalmente, en la línea de certificación y validación, se verifica el correcto funcionamiento de las partes eléctricas, confort y apariencia de la unidad. En caso que la unidad presente condiciones de daños en pintura y/o apariencia, se traslada al área de retoque para su reparación inmediata. Uno de los conceptos de la producción que maneja la empresa FCA de Venezuela. Es el *just in time* (justo a tiempo), metodología que plantea la incorporación de recursos y materiales en el momento justo que son necesarios para la reducir al mínimo los inventarios de partes en los puestos de trabajo.

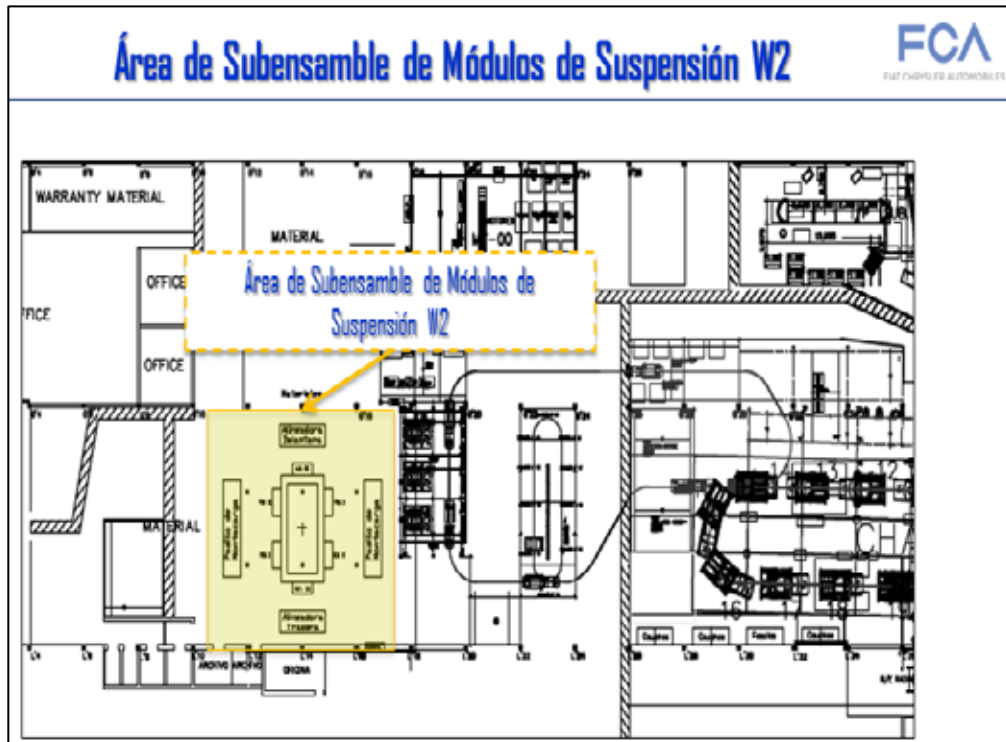


Figura 12: Localización del área de sub-ensamble de módulos de suspensión W2
Autor: Departamento TCF (2017)

De esta manera el Departamento de tapiería-chasis-final (TCF) creó la línea de módulo de suspensión que se encarga de proporcionar a la línea principal de ensamble el conjunto armado del soporte para que el vehículo pueda movilizarse y el soporte principal de los elementos mecánicos que son responsables del funcionamiento del vehículo tanto delantero como trasero cuando esta lo requiera. En la figura (13) se puede visualizar el layout del área donde es llevado a cabo el proceso productivo. Dicha área posee dos sub-ensambles el cual se llaman WB-00 el cual consta del prensado del buje al eje trasero y la otra estación se llama WS-02 que se encarga del sub-ensamble del amortiguador trasero, luego de haber terminado ambas piezas son colocadas en el rack de producto terminado donde son trasladado a la otra etapa del proceso que se encuentra en el área central el cual está constituido por una operación conjunta de ocho estaciones desglosándose en tres (3) para módulo de suspensión delantero, tres (3) para módulo de suspensión trasero y dos (2) máquinas alineadoras.

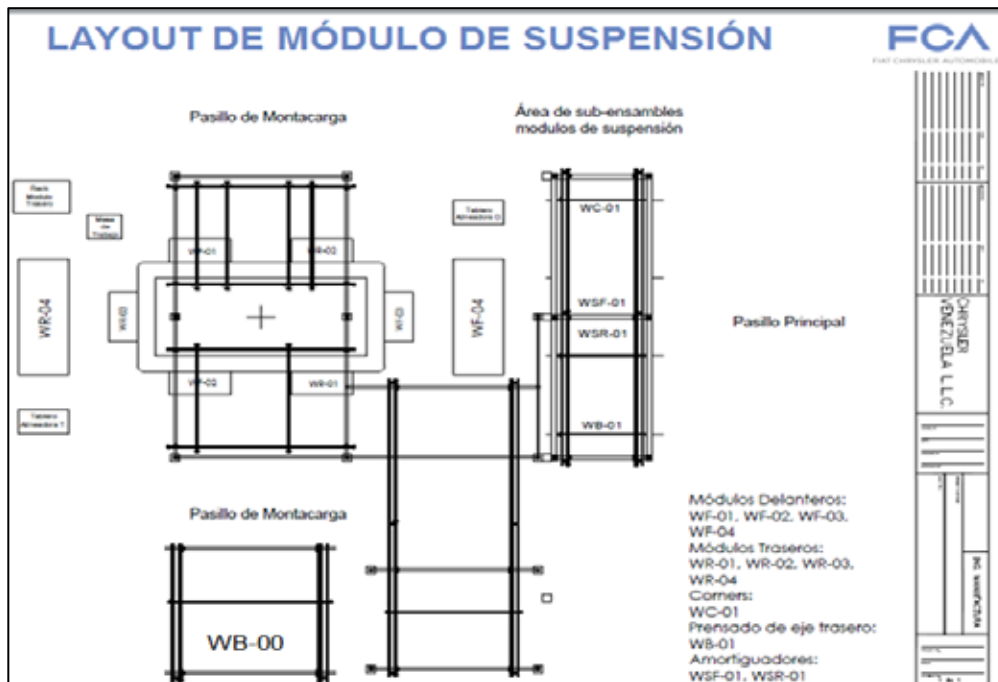


Figura 13:Layout del área de sub-ensamble de módulos de suspensión W2

Fuente: Departamento TCF (2017)

En el proceso productivo para la creación de los vehículos en la empresa FCA de Venezuela surge un problema que se identifica como un cuello de botella generando una fase de la cadena de producción más lenta que otra, en la tabla 1, se evidencia con los tiempos Tack en minutos de las líneas de TCF y se logró visualizar que el área de módulo de suspensión se encuentra por encima del tiempo tack requerido para el plan estimado de producción (ver cuadro 1), ocasionando el cuello de botella, el cual es de importancia solucionar ya que el área chasis es alimentado por el área de módulo y si no logra estar por debajo del tiempo tack requerido no puede suministrar los módulos requeridos, afectando la productividad del área de modulo y de chasis la cual también afecta a tapicería porque las líneas trabajan de manera simultánea. Ver gráfico 1 para interpretar mejor el cuello de botella.

ÁREA	TIEMPO DISPONIBLE	PRODUCCIÓN DIARIA	TIEMPO TACK
CHASIS	440	25	17.60
TAPICERIA	440	30	14.67
MODULO	440	15	29.33
MOTORES	440	35	12.57

Tabla 1: Representación del cuello de botella
Autor: Arianna Noguera (2018).

PLAN DE PRODUCCIÓN POR ÁREA	
T.disponible	440
Prod. Diaria	25
T.TACK	17.6

Cuadro 1: Tiempo TACK estipulado para el plan de producción estimado.
Autor: Arianna Noguera (2018).

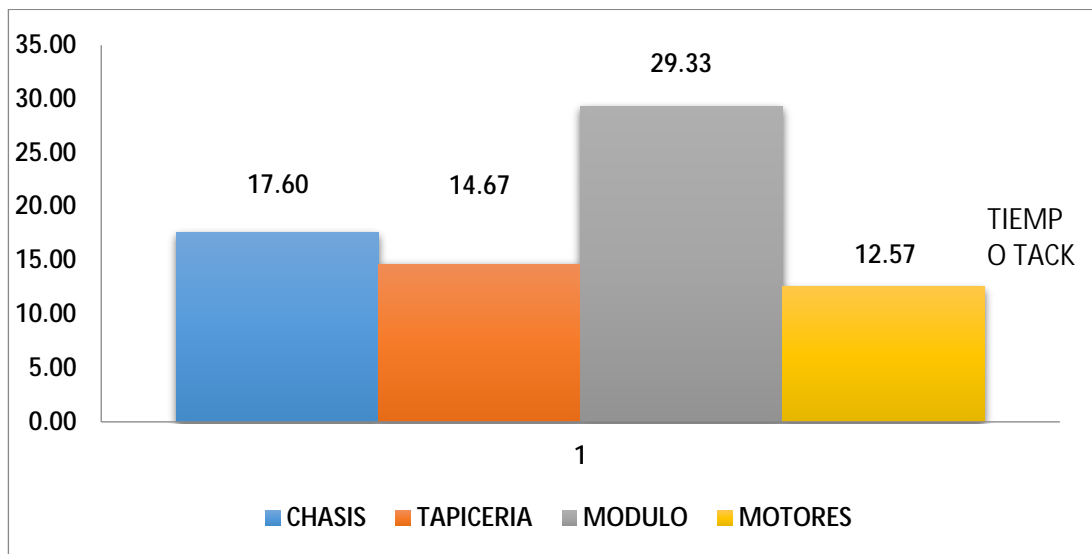


Grafico 1: Cuello de botella con respecto a los tiempos tack.
Autor: Arianna Noguera (2018).

Además de la observación directa en el área que se tomó para el estudio, también se verificaron las instrucciones y la secuencia de las operaciones en cada una de las estaciones de módulo de suspensión trasero, las cuales se extrajeron las actividades de los operarios del manual que estandariza el proceso en formatos implementados por la corporación y reciben el nombre de instrucciones de trabajo

De acuerdo a lo antes mencionado sobre la distribución del área el operario comienza el proceso del módulo de suspensión trasero en la primera estación llamada WR-01, enganchando el eje a la grúa para trasladarlo desde donde se encuentra el material hasta la estación, colocándolo en la mesa de operación y verificando que este en la posición correcta, posteriormente el operario se traslada a buscar los aislantes y hace el acople de ellos en el buje, para después desplazarse a donde están los cradel con la grúa, lo sujeta y lo suelta en la mesa de trabajo verificando que este donde debe, luego de concluir con todas esas actividades el operador agarra la grúa y se moviliza hasta la ubicación del material de las juntas homocinéticas, la sujeta y la mueve hasta el área de trabajo donde comienza a realizar el ajuste de ella contra el eje con la ayuda de la grúa termina el acople y la suelta, esta operación se realiza en ambos lados para así después proceder a caminar en busca de las tuercas y tornillos necesarios y la herramienta para realizar el ajuste del mismo al eje. En la figura 15 a continuación se representa de manera fotográfica las piezas que se ensamblan en dicha estación.


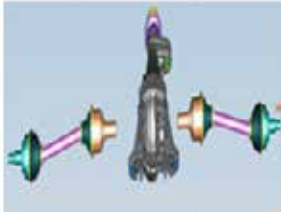


OPERACIONES		ESTACIÓN WR-01			
1		COLOCACIÓN DEL EJE	3		INSTALACIÓN DE JUNTA HOMOCINÉTICA
2		INSTALACIÓN A PRESIÓN DE LOS AISLANTES DEL BUJE	4		INSTALACIÓN DE CRADEL AL EJE

Figura 15: Cuadro de Operaciones
Autor: Noguera, A. (2018)

Luego de haber terminado con las actividades de la primera estación se procede a la segunda llamada WR-02 donde el operario comienza buscando el brazo de control sin necesidad de la grúa u otro equipo y después de obtenerlo lo posiciona en la mesa de trabajo tanto del lado derecho como del izquierdo e inspecciona que este correctamente, luego continua en busca de la grúa para ir hasta donde están los córner tanto izquierdo como derecho, lo sujeta y lo sitúa para el ensamble con el brazo de control y la junta homocinética verificando su acoplamiento. Acto seguido se traslada para obtener los tornillos, tuercas y herramientas para el respectivo ajuste de cada una de las partes que lo componen y verificar que el montaje de todas las piezas calce correctamente para luego proceder al montaje de la manguera al orificio del caliper. Nuevamente el operario se traslada en busca de las barras conectoras TOE y realiza la instalación y ajuste de las mismas al córner y al cradel. Todas las operaciones que componen esta estación se muestran en la figura 16.

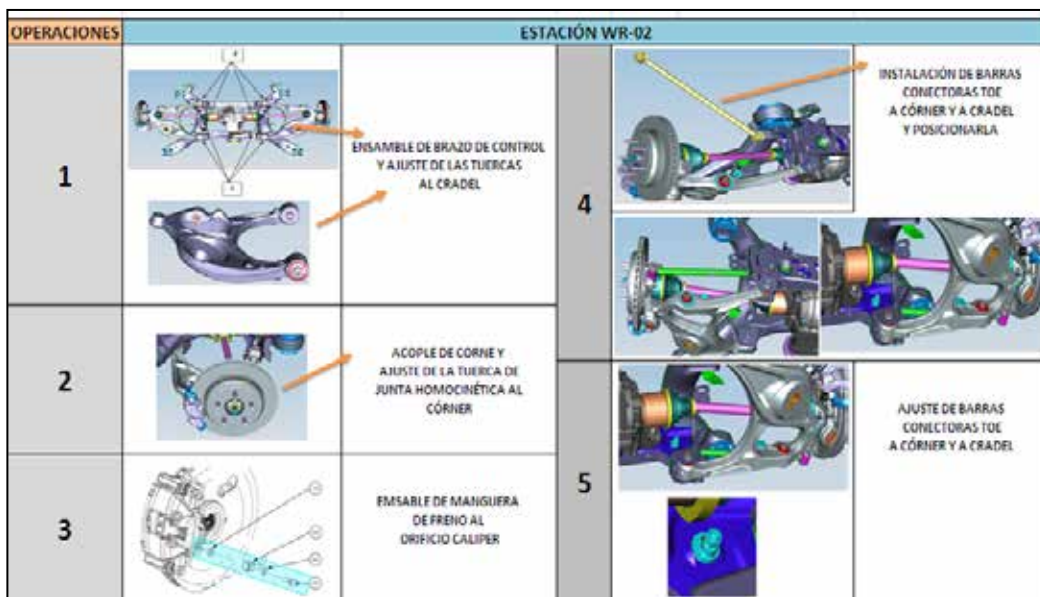


Figura 16: Cuadro de Operaciones

Autor: Noguera, A. (2018)

De esta manera en la figura 17 corresponde a la estación denominada WR-03 sigue con el proceso de módulo de suspensión trasero inicializándose con la búsqueda de las barras, al tenerlas consigo el operario instala y ajusta las barras conectoras de

tensión al cradel el cual representa la estructura metálica donde van los componentes de la transmisión trasera, asegurándose que el buje cónico quede orientado hacia el córner mediante tornillos y tuercas, después instala la barra CAMBER a córner y la posiciona orientado hacia delante del vehículo para luego ajustarla hacia el cradel con su respectiva herramienta inspeccionando su acople, finalizando con la fijación de la manguera de freno a las barras conectoras en conjunto al cradel con clips.





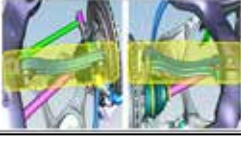
OPERACIONES		ESTACIÓN WR-03			
1		INSTALACIÓN Y AJUSTE DE BARRAS CONECTORAS DE TENSIÓN A CRADEL	4		INSTALACIÓN Y AJUSTE DE BARRA CAMBER A CRADEL
2		INSTALACIÓN Y AJUSTE DE BARRAS CONECTORAS CÓRNER DE TENSIÓN A CÓRNER	5		FIJACIÓN DE MANGUERA DE FRENO A BARRA CONECTORAS DE TENSÓN
3		INSTALACIÓN Y AJUSTE DE BARRA CAMBER A CÓRNER			

Figura 17: Cuadro de Operaciones

Autor: Noguera, A. (2018)

Finalmente cuando el módulo de suspensión cumpla con cada etapa del proceso de las estaciones antes mencionadas, comenzando así la alineación del mismo, el operario busca la grúa y levanta el modulo vestido de la mesa de ensamble para trasladarlo a la alineadora para luego posicionarlo sobre pines dentro de ella, después de verificar su correcta posición se retira el gancho y el operador se dirige al tablero de control de la máquina para introducir las variables necesarias para su programación, también se dirige a colocar la etiqueta de código de barra del producto terminado sobre cradel en la parte frontal de modulo para escanear con la pistola el código de barra del producto terminado y la de las juntas homocinéticas concluyendo con presionar el botón CYCLESTAR para iniciar el proceso de alineación.

Luego de haber finalizado con la alineación, el operario retira el modulo con ayuda de la grúa y lo transporta a la mesa de producto terminado para instalarle y

ajustarle las barras estabilizadoras tanto del lado derecho como el izquierdo, concluyendo con la instalación de la manguera de respiro para proceder a trasladar el módulo de suspensión trasero a él rack de producto terminado. A continuación se muestra en figura 18 la estructura de las operaciones de esta última estación.


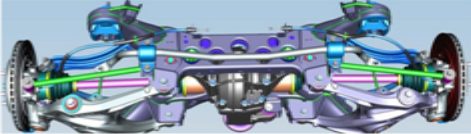
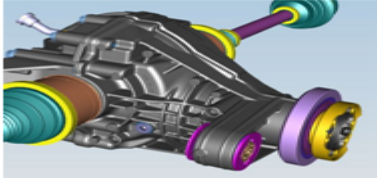
OPERACIONES	ESTACIÓN WR-04	
1		<p style="text-align: center;">ALINEACIÓN</p>
2		<p style="text-align: center;">INSTALACIÓN Y AJUSTE DE BARRAS ESTABILIZADORAS</p>
3		<p style="text-align: center;">INSTALACIÓN DE MANGUERA DE RESPIRO</p>

Figura 18: Cuadro de Operaciones

Autor: Noguera, A. (2018)

Con los diagramas de recorrido se logró entender de manera visual la movilización de los operarios en el área mientras realizan el ensamblaje del módulo de suspensión trasero y con esto también se espera lograr detectar cuantas actividades de no valor agregado (NVAA) se encuentran en el proceso, los NVAA representan un costo que no agrega ningún tipo de valor para finalizar el producto convirtiéndose en pérdida si ellas son incluidas en el ciclo de tiempo estándar y normalmente ocurren de forma recurrente que probablemente las personas que están directamente relacionados no se dan cuenta. En el caso de la estación WR-01 el operario repite muchas caminatas para un mismo material como es el caso de las juntas homocinéticas que son dos (2) por cada módulo que debe sujetarlas con la grúa una por una y trasladarlas a la mesa de ensamblaje tal cual se muestra en la figura 19.

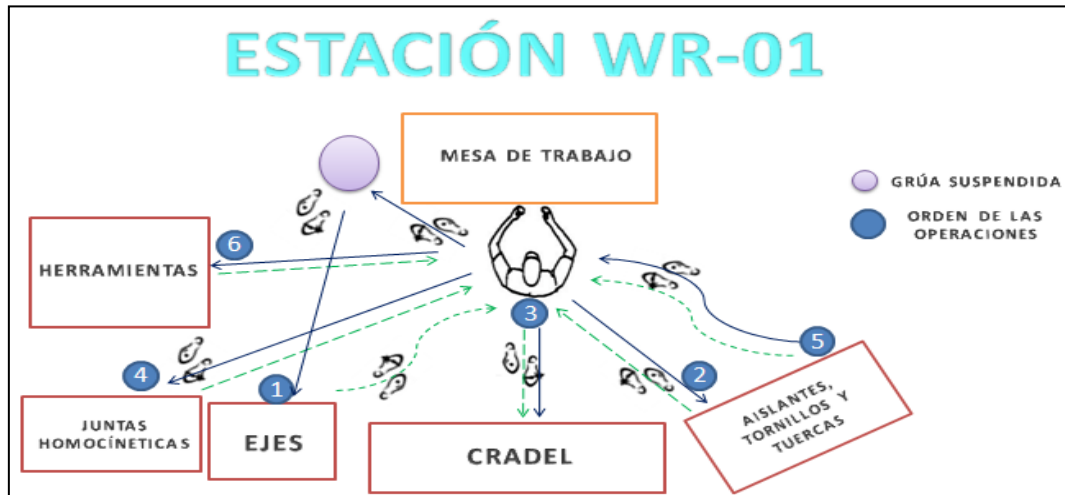


Figura19: Diagrama de recorrido WR-01 Módulo de suspensión

Autor: Noguera, A. (2018)

En la WR-02 tiene la misma ocurrencia que la WR-01 de acuerdo a que tiene caminatas para buscar las herramientas, tornillos y tuercas para el ensamblaje y estas se encuentran lejos de la estación, el factor tiempo también se encuentra afectado en ella ya que posee unos tiempos más elevados que las demás estaciones a la hora del ensamble causando una parada en la producción, de manera visual y con ayuda de la entrevista no estructurada al operario se toma en cuenta el hecho de que esta condición se genera porque en dicha estación se instala y se ajustan más piezas que en las demás. En la figura 20, se muestra el recorrido que debe hacer el operario con respecto a sus actividades en la segunda estación.

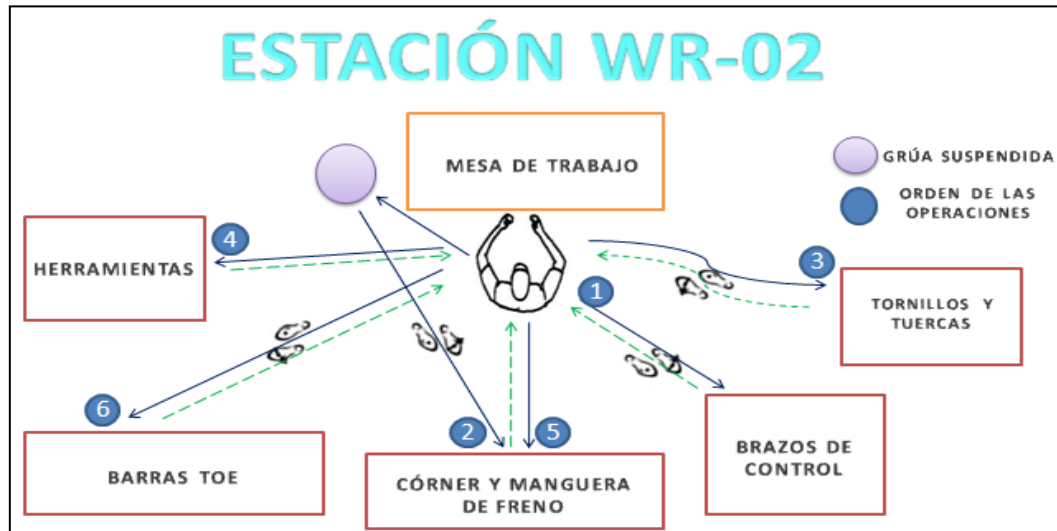


Figura 20: Diagrama de recorrido WR-02 Módulo de suspensión

Autor: Noguera, A. (2018)

Tanto en la estación WR-03 y WR-04 mostradas en la figura 21 y la 22, se encuentran también caminatas repetitivas cada vez que necesitan buscar herramientas, tornillos, tuercas e instrumentos para el proceso los cuales se encuentran lejos de la mesa de trabajo, esto repercute en tiempo perdido, en baja productividad y en un aumento de NVAA las cuales deben disminuirse ya que son operaciones que no agregan valor al producto transformándose en pérdida para la empresa.

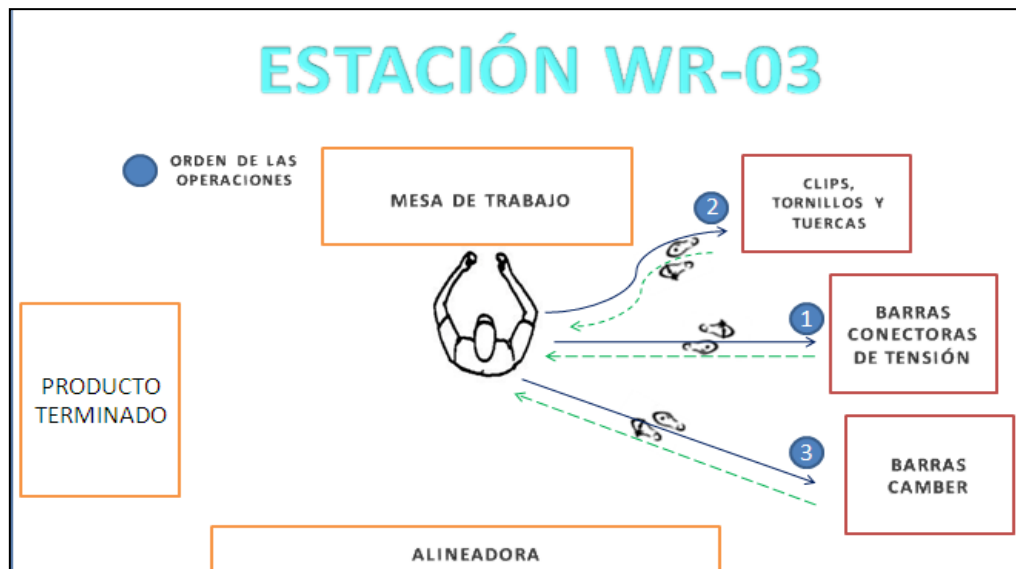


Figura 21: Diagrama de recorrido WR-03 Módulo de suspensión

Autor: Noguera, A. (2018)

Figura 22: Diagrama de recorrido WR-04 Módulo de suspensión

Autor: Noguera, A. (2018)

Seguidamente se realizó la observación de los tiempos como se muestra en la tabla 2, VA son las operaciones de valor agregado y NVA son las operaciones de no valor agregado requeridas para realizar las actividades del proceso con respecto al tiempo tack, el cual es el tiempo necesario para complementar el ciclo del proceso y se calculó como se muestra a continuación:

$$TIEMPO TACK = \frac{\textit{tiempo disponible}}{\textit{producción diaria}}$$

$$TIEMPO TACK = \frac{440}{15} = 29,33MIN$$

VA =

ECUACIÓN 3

$$NVA = \frac{\text{caminatas para transportar material} + \text{NVAA pero necesarias}}{60}$$

$$NVA = 147 + 163 = 310 / 60 = 5,17 \text{ min-H/und.}$$

ECUACIÓN 4

$$\text{Tiempo total} = VA + NVA$$

$$\text{Tiempo total} = 1,75 + 5,17 = 6,92 \text{ min H/und.}$$

EST.	MODELO	VA (Min- H/Und)	NVA (Min- H/Und)	T.TOTAL (Min- H/Und)	TOLERANC IA 25%	T.STANDA R (Min- H/Und)	ESPERA Prom 3M (Min- H/Und)	Dif. Dest. 25Unds Vs. 15Unds	ESPERA Cap. Linea (Min- H/Und)	Balance Calculad o	TIEMPO TACK (25Unds) (Min/Und)	TIEMPO TACK (15Unds) (Min/Und)
WR-01	W2	1,75	5,17	6,92	1,73	8,65	20,68	16,76	3,93	6,92	17,60	29,33
WR-02	W2	3,67	4,31	7,98	2,00	9,98	19,36	16,76	2,60	7,98	17,60	29,33
WR-03	W2	1,11	1,67	2,78	0,70	3,48	25,86	16,76	9,10	2,78	17,60	29,33
WR-04	W2	6,53	3,53	10,06	2,52	12,58	16,76	16,76	0,00	10,06	17,60	29,33

Tabla 2: Resumen de los tiempos actuales por estación

Autor: Noguera, A. (2018)

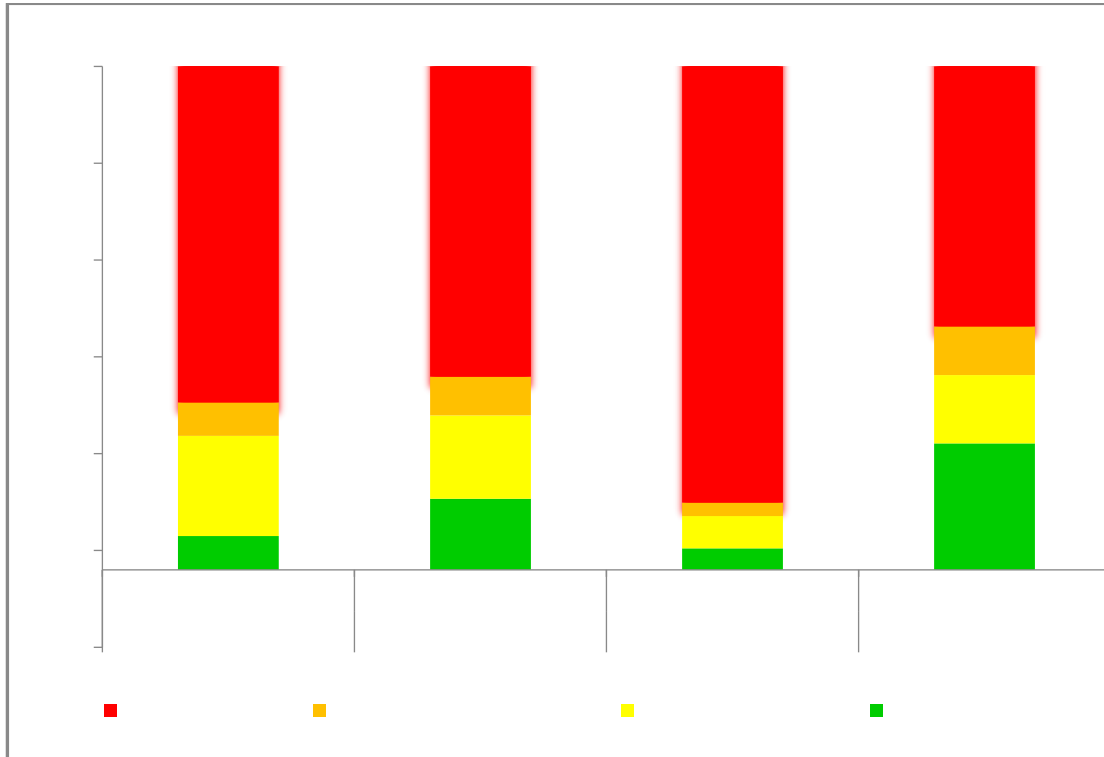


Grafico 2: Resumen de los tiempos actuales por estación

Autor: Noguera, A. (2018)

Visualizando los tiempos totales de VA, NVAA y desaturacion en el área de módulo de suspensión para cada estación se observa que el mayor tiempo de desaturacion corresponde a la estación WR-03 y la estación WR-01 posee el mayor tiempo de perdido por actividades de no valor agregado. Acto seguido a dicho análisis se realizó un diagrama de proceso(ver figuras 23),para observar de esta manera gráficamente el orden de todas las operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenamiento que tiene lugar durante un proceso y comprender la información considerada necesaria para el análisis como los tiempos, cantidades y distancias recorridas.

MÓDULO DE SUSPENSIÓN

○			
↶			
□			
D			
▽			



DESCRIPCION DEL METODO (ACTUAL: X)	OBSERVACIONES	D	I	E	A	D	V	Distancia	Carril ad	Tiempo	¿por qué?				OBSERVACIONES	ACCION					
											¿qué es?	¿cómo se gobierna?	¿cómo se controla?	¿cómo se ejecuta?		Eliminar	Cambiar	Cambio			Mejorar
1 BUSCAR GRUA								1		3											
2 LLEVAR GRUA A DONDE EL EJE								2.41		5											
3 ENGANCHAR GRUA AL EJE										13											
4 TRASLADAR EL EJE A MESA DE ENSAMBLE								2.41		30											
5 COLOCAR EJE EN SOPORTES DE LA MESA										10											
6 VERIFICAR LA POSICIÓN DEL EJE										3											
7 BUSCAR AISLANTES								3		5											
8 LLEVAR AISLANTES A LA MESA DE TRABAJO								3		5											
9 INSTALAR AISLANTES A PRESIÓN AL BUJE										20											
10 VERIFICAR LA COLOCACION DE LOS AISLANTES										13											
11 MOVILIZAR LA GRUA AL CRADEL								2.41		5											
12 AGARRAR CRADEL										13											
13 LLEVAR CRADEL A LA MESA								2.41		17											

Figura 23: Diagrama del proceso
 Autor: Noguera, A. (2018)

14	POSICIONAR EL CRADEL EN LA MESA									25											
15	VERIFICAR EL ACOPLE DEL CRADEL AL EJE									19											
16	BUSCAR HERRAMIENTA							3		5											
17	BUSCAR TORNILLOS Y TUERCAS							3		5											
18	AJUSTAR CRADEL AL EJE									30											
19	BUSCAR LAS ENTAS HOMOCINETICAS							5.82		19											
20	TRASLADAR ENTAS M A LA MESA DE ENSAMBLE							5.82		37											
21	ACOPLAR ENTAS M AL EJE									68											
22	INSPECCIONAR ACOPLE DE ENTAS M A EJE									7											
23	BUSCAR BRAZOS DE CONTROL							4.82		4											
24	TRASLADAR BRAZOS DE CONTROL A MESA							4.82		7											
25	ACOPLAR BRAZO DE CONTROL A MESA									19											
26	BUSCAR TORNILLOS Y TUERCAS							3		7											
27	AJUSTAR BRAZO DE CONTROL									17											
28	BUSCAR GRUA							1		5											
29	TRASLADAR GRUA A LOS CORNER							4.82		7											
30	TOMAR EL CORNER									17											
31	TRASLADAR CORNER A MESA DE ENSAMBLE							4.82		5											
32	ACOPLAR CORNER A EL BRAZO DE CONTROL									67											
33	ACOPLAR ENTAS M A CORNER									67											
34	BUSCAR HERRAMIENTA, TORNILLOS Y TUERCAS							3		7											
35	AJUSTAR CORNER A EL BRAZO DE CONTROL									33											
36	AJUSTAR ENTAS M AL CORNER									33											
37	BUSCAR MANGUERA DE FRENO							2.41		5											
38	TRASLADAR A LA MESA LA MANGUERA DE FRENO							2.41		5											
39	VERIFICAR QUE NO TENGA FUGA LA MANGUERA									38											
40	BUSCAR LAS BARRAS TOE							5		19											
41	TRASLADAR LAS BARRAS TOE A LA MESA							3		19											

Figura 23: Diagrama del proceso
 Autor: Noguera, A. (2018)

proceso de manera que a simple vista no se reconocieron pudiendo así crear una mejora para eliminar todo aquello que ayude al despilfarro de tiempo. Además arrojo cuanto es la pérdida en distancia y tiempo por cada operación que no se necesite o se pueda descartar trayendo un aumento en la productividad.

4.1.2 Resumen de las debilidades encontradas en el diagnostico

- Actividades de lo valor agregado como las caminatas las cuales se repiten de manera constante.
- Herramientas y lugar de trabajo sin identificación ocasionando pérdida de tiempo a la hora de buscar lo necesario para proceder con la creación del modulo de suspensión trasero
- Desbalance de operaciones de valor agregado entre estaciones
- Fatiga en el operario debido a una operación irregular que se encuentra realizando por fuerza propia sin necesidad.

4.2 Fase II: Identificar las causas que generan baja productividad en el proceso de ensamble de módulo trasero del modelo W2.

4.2.1 Aplicación de una tormenta de ideas

Con la aplicación de la técnica de las entrevistas no estructurada en el área cual consta de siete (7) operarios, un (1) líder de grupo y un (1) inspector; se pudo realizar una tormenta de ideas mostrada en el cuadro 2, para un sondeo más amplio acerca de la situación que presenta, ya que esta se realiza directamente al personal que en ella labora, el cual expresaron sus inquietudes y desacuerdos con las condiciones y el manejo del método que emplean para llevar a cabo cada operación asignada, De esta misma forma se evidencio las posibles mejoras que se pueden proponer en la situación actual para efectuarlas en el área. Las entrevistas fueron realizadas sin ningún formato y de forma directa y personal a los operarios de la línea de módulo de suspensión trasero.

ITEMS	POSIBLES CAUSAS
1	tornilleria lejos de la mesa de trabajo
2	muchos recorridos
3	falta de capacitación
4	ubicación erronea de las herramientas
5	mala distribucion del material
6	falta de identificacion en el area
7	retraso en el suministro de material
8	no esta balanceada el area
9	posiciones disergonomicas
10	fatiga en el operario
11	ausentismo
12	falta de motivación
13	dificultad en agarrar el material con la grua
14	error humano
15	falta de ayuda visual

Cuadro 2: Tormenta de ideas

Autor: Noguera, A. (2018)

4.2.2 Integración y análisis de las causas

Posteriormente las causas potenciales obtenidas después de la tormenta de ideas fueron clasificadas de acuerdo a los resultados, dando como resultado el diagrama de Ishikawa o diagrama de causa y efecto, seleccionando las principales causas que están generando las condiciones que afectan la productividad del área de modulo de suspensión.

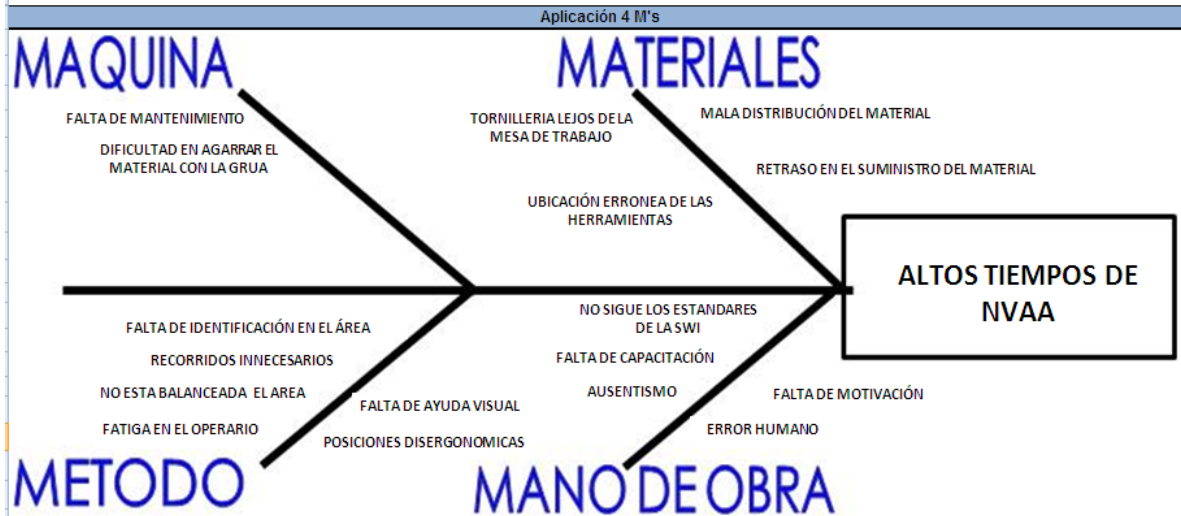


Figura 24: Diagrama de causa y efecto

Autor: Noguera, A. (2018)

Tomando en cuenta las principales causas encontradas mediante la aplicación del diagrama de causa y efecto mostrado en la figura 24, las más significativas son; ubicación de herramientas y tornillería, recorridos innecesarios, mala distribución de las operaciones entre estaciones, despilfarro de tiempo, error humano por falta de identificación y ayudas visuales, entonces las mismas son las requeridas para ser atacadas de inmediato para aumentar la productividad en el área. Por tal razón estarán contempladas dentro del grupo de propuestas en la siguiente fase.

Posteriormente en la figura 25, se observa la técnica de los 5 porqués la cual consistió en examinar las causas realizando la pregunta “Por qué” generándose varios porqués luego de cada respuesta para poder determinar la raíz del problema, Arrojando tanto la causa raíz como la solución de ella de manera evidente.



SOPORTE DE LAS HERRAMIENTAS UTILIZADAS



Lider del proyecto: A. Noguera

Fecha 18/12/2017

CAUSA		MUCHOS RECORRIDOS
Aplicación 5 por que's		
1 Por que?		repite recorridos innecesarios
2 Por que?		el material esta lejos de las estaciones
3 Por que?		colocan el material esparcido
4 Por que?		no se aplica los parametros de la zona dorada en el area
5 Por que?		
CAUSA		UBICACIÓN ERRONEA DE HERRAMIENTAS
Aplicación 5 por que's		
1 Por que?		el operario camina mucho en busca de las herramientas
1 Por que?		repite recorridos innecesarios
2 Por que?		las herramientas se encuentran lejos de mesa de trabajo
3 Por que?		no hay rack cerca de la mesa de ensamble
4 Por que?		no se aplica los parametros de la zona dorada en el area
5 Por que?		
CAUSA		TORNILLERIA LEJOS DE LA MESA DE TRABAJO
Aplicación 5 por que's		
1 Por que?		no hay rack de tornilleria
2 Por que?		no se aplica los parametros de la zona dorada en el area
3 Por que?		no siguen la metodologia wcm
4 Por que?		el area es nueva
5 Por que?		
CAUSA		MALA DISTRIBUCION DEL MATERIAL
Aplicación 5 por que's		
1 Por que?		el material esta disperso alrededor del area
2 Por que?		los racks de materiales se encuentra lejos de los puesto de trabajo
3 Por que?		no cumplen los parametros de la zona dorada
4 Por que?		el area es nueva
5 Por que?		
CAUSA		FALTA DE IDENTIFICACION EN EL AREA
Aplicación 5 por que's		
1 Por que?		No han hecho los indicadores de los nombres del area
2 Por que?		No han implementado la metodologia wcm
3 Por que?		El area es nueva
4 Por que?		
5 Por que?		
CAUSA		NO ESTA BALANCEADA LA LINEA
Aplicación 5 por que's		
1 Por que?		los operarios no terminan las operaciones en conjunto
2 Por que?		hay estaciones con mas operaciones que otra
3 Por que?		no se habia evaluado el estudio de los tiempos por estación
4 Por que?		
5 Por que?		
CAUSA		POSICION DISERGONOMICA
Aplicación 5 por que's		
1 Por que?		el material esta a una altura no recomendada
2 Por que?		no hay localizacion del material adecuada para el beneficio del operario
3 Por que?		no se ha hecho un estudio ergonomico
4 Por que?		
5 Por que?		
CAUSA		FALTA DE AYUDA VISUAL EN LAS ESTACIONES
Aplicación 5 por que's		
1 Por que?		no se han creado las ayudas visuales para las estaciones
2 Por que?		porque no se habia implementado la metodologia wcm
3 Por que?		el area es nueva
4 Por que?		
5 Por que?		
CAUSA		FATIGA DEL OPERARIO
Aplicación 5 por que's		
1 Por que?		el operario traslada el material sin grua
2 Por que?		no se ha hecho un estudio ergonomico
3 Por que?		el material no pesaba mas que el estandar requerido
4 Por que?		
5 Por que?		

Figura 25: herramienta de 5 por que's

Autor: Noguera, A. (2018)

Después de que los operarios, el líder de grupo y el supervisor aportaran las inquietudes y posibles causas que se presentan en el área, se les pidió que ponderaran la tormenta de ideas de acuerdo a su criterio cual era la causa que impactaba más en el proceso y se tomó como herramienta la técnica de grupo nominal mostrado en el

cuadro3, la cual hace posible priorizar un amplio número de elementos con la ayuda de una votación numérica con una escala del 1 al 10 siguiendo su propio criterio del peso ponderado que esos creen que afecta a la productividad. Sin embargo, el resultado numérico alcanzado no puede ser considerado como un valor estadístico es por esto que mediante de videos y con la observación visual mediante videos se midió un estimado de acuerdo a las repeticiones como se puede ver en el cuadro 4, cada causa para corroborar que estas fueran reales y no una excusa de conveniencia para el operario.

ITEMS	POSIBLES CAUSAS	OPERARIO 1	OPERARIO 2	OPERARIO 3	OPERARIO 4	LIDER DE GRUPO	SUPERVISOR	TOTAL
1	tornillería lejos de la mesa de trabajo	8	9	9	8	7	9	50
2	muchos recorridos	8	7	10	8	9	10	52
3	falta de capacitación	3	2	5	2	4	4	20
4	ubicación errónea de las herramientas	7	9	7	8	9	9	49
5	mala distribución del material	7	6	7	6	7	7	40
6	falta de identificación en el área	9	8	7	8	7	7	46
7	retraso en el suministro de material	2	1	3	3	5	6	20
8	no está balanceada el área	6	8	6	7	6	8	41
9	posiciones disergonómicas	4	5	5	6	5	5	30
10	fatiga en el operario	6	8	6	7	5	7	39
11	ausentismo	3	3	2	1	3	3	15
12	falta de motivación	2	2	3	3	2	3	15
13	dificultad en agarrar el material con la grua	5	4	4	3	4	5	25
14	error humano	5	3	4	4	5	4	25
15	falta de ayuda visual	7	6	7	6	8	7	41

Cuadro 3: Grupo nominal

Autor: Noguera, A. (2018)

POSIBLES CAUSAS	TOTAL	REPETICIONES
tornillería lejos de la mesa de trabajo	50	19
muchos recorridos	52	23
ubicación errónea de las herramientas	49	22
mala distribución del material	40	18
falta de identificación en el área	46	20
retraso en el suministro de material	20	9
no está balanceada el área	41	18
posiciones disergonómicas	30	11
ausentismo	15	7
dificultad en agarrar el material con la grua	25	11
error humano	25	11
falta de ayuda visual	41	18
falta de capacitación	20	9

Cuadro 4: Estimado de repeticiones de las causas

Autor: Noguera, A. (2018)

A continuación se muestra en tabla 3, donde se puede apreciar con mayor exactitud a través de la frecuencia determinada visualizando los videos y la frecuencia acumulada por los porcentajes para la clasificación de las principales causas permitiendo agrupar las causas con mayor urgencia dentro del área.

ITEMS	POSIBLES CAUSAS	FRECUENCIA	% FRECUENCIA	F.ACUMULADO
1	muchos recorridos	52	10%	10%
2	tornillería lejos de la mesa trab.	50	10%	20%
3	ubicación errónea de las herramientas	49	10%	30%
4	falta de identificación en el área	46	9%	39%
5	no está balanceada el área	41	8%	47%
6	falta de ayuda visual	41	8%	55%
7	mala distribución del material	40	8%	63%
8	fatiga en el operario	39	8%	70%
9	posiciones disergonómicas	30	6%	76%
10	error humano	25	5%	81%
11	dificultad en agarrar el material con la gru	25	5%	86%
12	falta de capacitación	20	4%	90%
13	retraso en el suministro de material	20	4%	94%
14	falta de motivación	15	3%	97%
15	ausentismo	15	3%	100%

Tabla 3: Causas influyentes

Autor: Noguera, A. (2018)

Por lo que se concluyó que se evaluara 10 principales causas como puedes verse gráficamente en el diagrama de Pareto mostrado en el gráfico 3. Se puede detectar los problemas que tienen más relevancia mediante del principio de Pareto que dice que hay muchos problemas sin importancia frente a solo unos graves. Ya que por lo general, el 80% de los resultados totales se originan en el 20% de los elementos.

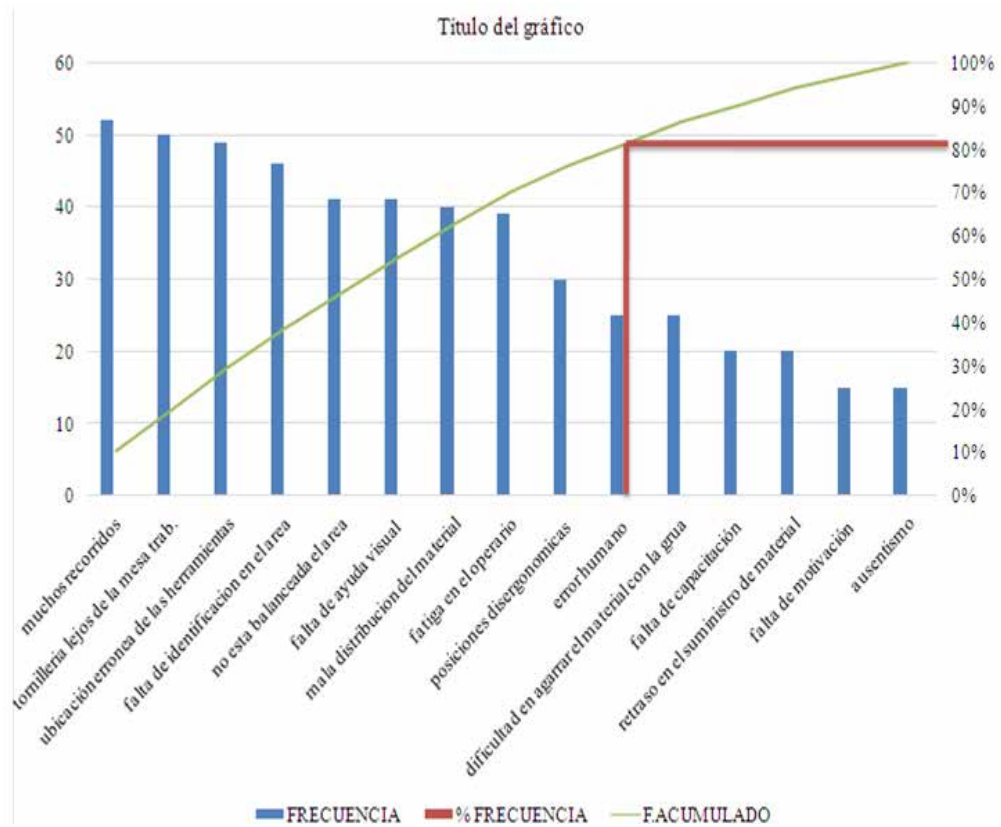


Gráfico 3: Diagrama de Pareto

Autor: Noguera, A. (2018)

En consecuencia, las causas mayores en las que se enfocó el análisis fueron:

1. Las actividades de NVAA, son aquellas que no agregan valor al producto y ocasionan según la estratificación realizada en el gráfico, la mayor causa representándose como recorridos innecesarios.
2. Tornillería y herramientas lejos de la mesa de trabajo porque no se aprovecha el concepto de zona dorada.
3. Fatiga en el operario y posiciones disergonomicas afectando la salud del operario perdiendo capacidad de trabajo, aumentando los tiempos de operaciones.

4. Un desbalance en los tiempos de operaciones entre estaciones, más que todo en la WR-02 generando tiempo de ocio en las demás estaciones hasta que esta concluya todas sus actividades.
5. El área se encuentra sin identificación y sin ayudas visuales, dificultándole el trabajo al operario generando consigo el error humano.

Las causas antes mencionadas son las que requieren ser atacadas de inmediato para ayudar a la mejora del área, por dicha razón estarán contempladas dentro del grupo de propuestas en la siguiente fase.

4.3 Fase III: Diseñar las estrategias de mejoras a través de la metodología WCM para reducir o eliminar factores que afectan la productividad.

4.3.1. PROPUESTA N1. Proponer una zona dorada en la estación WR- 03

Para el cumplimiento del objetivo se hizo uso de los conocimientos adquiridos durante el estudio de la carrea de ingeniería industrial y lo planteado por el pilar WO de organización en el puesto de trabajo, primero que todo se evaluó el área que se quería mejorar, revisando físicamente el área de módulos de suspensión y de esta manera ver que estación tendría más potencial para una mejora, consiguiendo como resultado que la estación más idónea es la WR-03 de ensamblaje de módulos de suspensión debido se dispone de largas caminatas para buscar herramientas, tornillería y materiales, de acuerdo al diagrama del proceso y el diagrama de recorrido se pudo calcular que aproximadamente el operario recorre 40.8 metros en la estación por cada módulo ensamblado. La búsqueda de material, tornillería y todo lo que esto implica ya sea el registrar, verificar, conversar, colocar entra dentro de las actividades de no valor agregado. A demás mientras más camina el operario más tiempo se acumula en total para el proceso el cual también se vuelve tedioso a la hora de realizar la operación.

Continuando con la filosofía del pilar WO y utilizando el concepto de zona dorada, ya que se consume mucho tiempo y energía en tan solo la búsqueda de

material, todo lo mencionado anteriormente da paso a una propuesta para mejorar el trabajo en la estación anteriormente mencionada. de tal forma se tomó en cuenta el espacio que conforma la estación, la distancia existente entre el conveyor y la alineadora trasera, las medidas de la mesa de trabajo, las del riel y la posición de los materiales, tornillería y herramientas así como lo muestra la Figura 26.

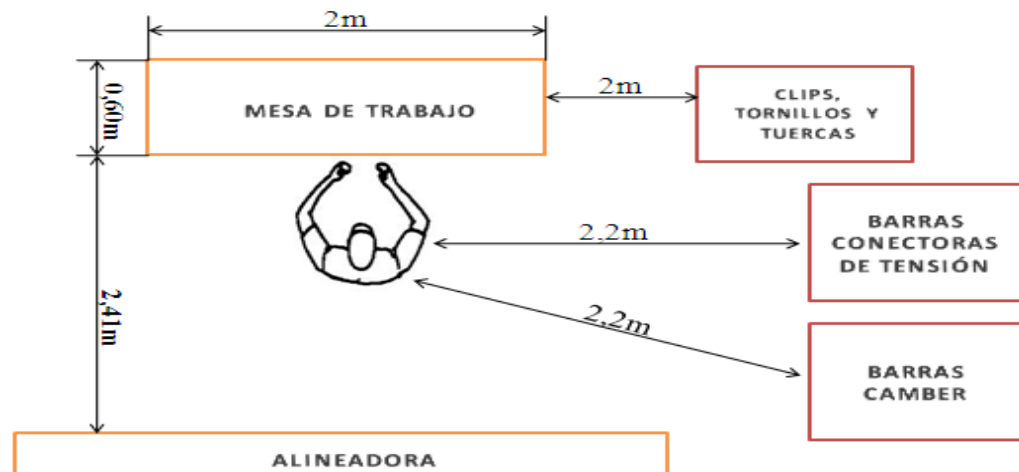


Figura 26: Medidas de la estación
Autor: Noguera, A. (2018)

Luego de esto se procedió con el diseño de dos racks que servirán para el suministro de materiales y tornillería como también para colocar las herramientas que se utilizan en la estación, para esto se tomó en cuenta las medidas mencionadas anteriormente, como también los tamaños estándares de los totes de tornillería los cuales son de un diámetro de 0,14 m. Se diseñaron dos racks con las mismas características cada uno, ya que para conseguir una mejora notable se necesita tener un rack de cada lado, uno a la derecha y otro a la izquierda del operario para que este pueda realizar las operaciones sin tener que hacer camitas en busca de material y tornillería, para lo único que el operario deberá hacer alguna caminata será para ir del lado derecho del módulo al lado izquierdo y eso solo lo deben hacer una vez por módulos del resto los movimientos no serán excesivos.

Se hizo el diseño de los racks con dos hileras de tres Totes cada una de frente al operario y otra hilera también de tres en un lateral, con una inclinación de 30 grados cada una para mejor accesibilidad, estos para abarcar los distintos tornillos, tuercas y arandelas que se utilizan en el proceso, así como también se colocó tres bases en el otro lateral del rack que queda viendo del lado del conveyor para guindar las herramientas que se ameritan en la estación, no podía faltar la bandeja donde debe ir el material la cual está dividida en dos, esto para separar los distintos materiales para evitar confusiones, dentro de esta bandeja a su vez se encuentra una pequeña zona para los aislantes, una en cada rack. El diseño se realizó en base a las necesidades de la estación de trabajo y por supuesto tomando en consideración el espacio con el que se cuenta Dichos racks se muestran en la Figura 27.

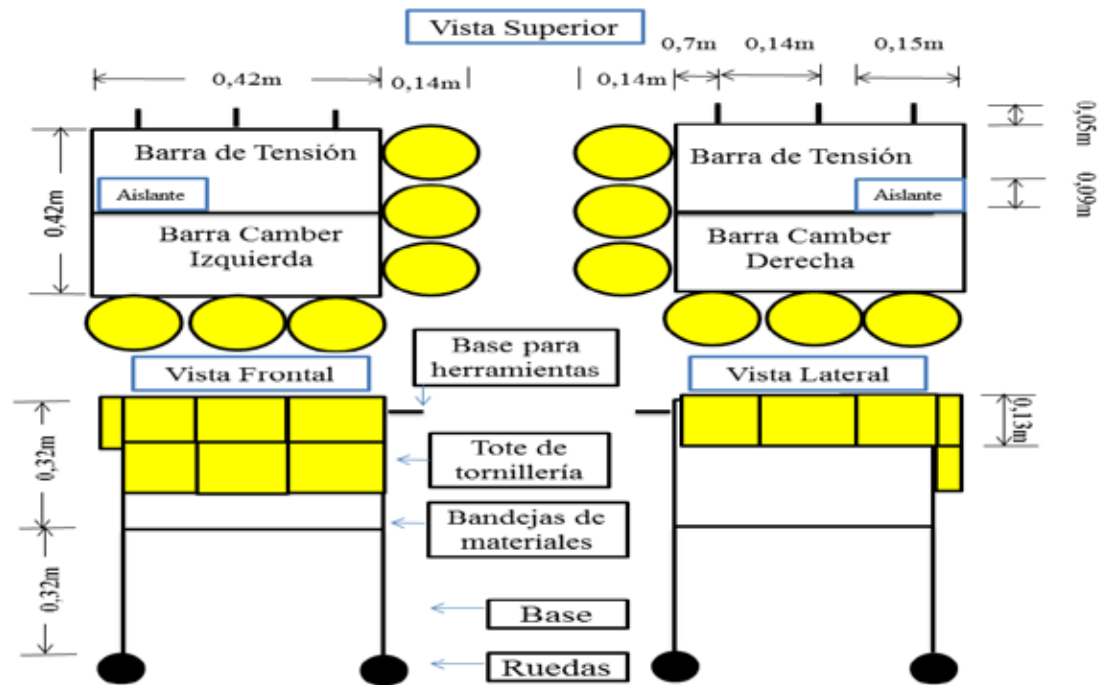


Figura 27: Diseños de los racks

Autor: Noguera, A. (2018).

Continuando con lo estipulado como Zona Dorada el operario debe tener todos los objetos a manipular lo más a la mano posible es decir, que no incline ni rote el torso y mucho menos caminatas. Al implementarse la creación de los nuevos racks

anteriormente descritos la clasificación de las operaciones se acercara mucho más a lo referido por el concepto de Zona Dorada. En el cuadro 5 se muestra el desglose de cada operación, sus actividades y la clasificación inicial y pos mejoras de cada una.

Operación	Actividades	Clasificación Inicial	Clasificación Pos Mejoras
Instalación de barra de TENSIÓN a cradel	Posicionar (Por medio de Clip) guías de cable de freno N/P 04779683 a barras conectoras TOE.	AA	AA
	Rutear cable de freno a través de la guía de cable de freno y los Orificios clipsando en los soportes del cradel.	AA	AA
	Obtener e instalar (1) aislante N/P 68029688AE (Plástico) espirales inferiores sobre orificios de brazos de control inferior (Por Lado).	D	A
	Obtener y trasladar barras de Tensión N/P 52124830AD a mesa de ensamble (Ambos Lados), posicionar barras de tensión a cradel asegurando que el buje cónico quede orientado hacia el elcorner (Parte cónica hacia afuera).	D	B

Cuadro5: Zona dorada
Autor: Noguera, A. (2018).

Operación	Actividades	Clasificación Inicial	Clasificación Pos Mejoras
Instalación de barra de TENSIÓN a cradel	Obtener (1) tornillos N/P 06104240AA y (1) tuerca N/P 06104718AA barra conectora de TENSIÓN a cradel, Posicionar tornillos a cradel (Por lado) sentido hacia atrás del Vehículo	D	A
	Tomar herramienta 30024422, con dado 18mm y llave 18mm y aplicar torque por tuerca a barra de tensión a cradel a torque específico Torque: 102-110-118 Nm	D	B
Instalación y ajuste de barra TENSIÓN a corner	Obtener y posicionar (1) tornillo N/P 06512092AA, y tuerca (1) N/P 06104718AA. Por lado para barra de TENSIÓN a corner. Orientados hacia atrás del vehículo. (Hacia afuera).	D	B
	Tomar herramienta 30024422 y aplicar a tornillo barra conectora de TENSIÓN a corner con a torque Especifico. Torque: 88-108-118 Nm. Con dado.	D	B

Cuadro5: Zona dorada

Autor: Noguera, A. (2018).

Operación	Actividades	Clasificación Inicial	Clasificación Pos Mejoras
Instalación y ajuste de barra CAMBER a corner.	Tomar (1) tornillo, N/P 06512092AA (1) tuerca N/P 06104718AA de barra CAMBER a corner y posicionar orientados hacia delante del vehiculo (Por Lado).	D	B
Instalación y ajuste de barra CAMBER a corner.	Tomar herramienta 30024304 y aplicar torque a tornillos de barra CAMBER a corner a torque especifico.Dado 24mm .Torque: 95-110-125 Nm.	D	B
	Obtener y trasladar barra CAMBER a mesa de ensamble (Por Lado) Posicionar barras camber a cradel asegurando que el buje cónico quede Orientado hacia el córner. N/P 52124820AC	D	B
Instalación y ajuste de barra CAMBER a cradel	Derecha N/P 52124821AC. Izquierda Tomar (1) tornillo N/P 06509343AA (1) tuerca N/P 06508488AA y (1) Arandela N/P 06508487AA para barra CAMBER a cradel sentido hacia delante del vehículo, posicionar Arandelas orientados hacia arriba (Por Lado)	D	B

Cuadro 5: Zona dorada

Autor: Noguera, A. (2018).

Operación	Actividades	Clasificación Inicial	Clasificación Pos Mejoras
Instalación y ajuste de barra CAMBER a cradel	Tomar herramienta 30022897 y ajustar por Tuerca barra CAMBER a cradel A Torque específico. Torque 35-40-45 Nm	D	B
	Fijar manguera de freno a barra de TENSION utilizando dispositivo de sujeción.	AA	AA

Cuadro 5: Zona dorada

Autor: Noguera, A. (2018).

La clasificación según Zona Dorada mejora sustancialmente, a pesar de que son pocas las actividades que llegan a ser AA, se logra pasar de D a A y de D a B, lo cual indica que se lograría un buen cambio si se llegase a implementar lo aquí planteado, claro está que no se llegó específicamente a lo planteado como clasificación idónea(ver figura 9), esto porque el área cuenta con espacios limitados ya que tiene la estructura del conveyor adelante y la alineadora en la parte de atrás de la estación, dichas estructuras no pueden moverse de su lugar, a demás las actividades son en los laterales del módulo por ende el operario de igual forma deberá voltear el cuerpo lo que hace que se salga de la zona pero de igual forma el lograría apreciar la diferencia dada en el proceso.

Al acercar la tornillería, los materiales y las herramientas lo más posible al área donde el operario debe realizar las operaciones de sub-ensamble de módulos de suspensión traseros, las camitas disminuirán en un 94 por ciento, pasando de 40,8 metros de recorrido por módulo a 2,5 metros como se refleja en la Figura 28.

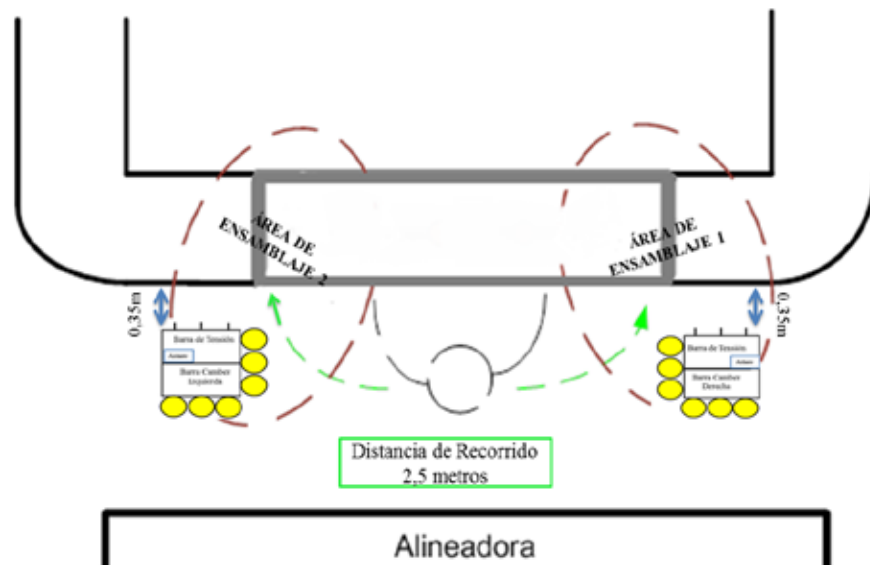


Figura 28: Diseño de la zona dorada en la estación WR-03

Autor: Noguera, A. (2018).

Es necesario mencionar que la mejora a demás de darse a nivel de clasificación por Zona Dorada y por disminución de recorrido también se da en tiempo, estas dos últimas están íntimamente relacionadas entre sí ya que si se reduce el recorrido del operario por cambio en la área de trabajo por lógica los tiempos de sub-ensamble disminuirán dando un ahorro referido a las actividades de no valor agregado como lo muestra la tabla 4 y el grafico 4 a continuación.

Distancia de Recorrido				
Antes	Después	Ahorro de distancia	% en la diferencia	% de ahorro
40,8m	2,5m	38,3m	6,13%	93,87%

Tabla 4: Distancia de recorridos

Autor: Noguera, A. (2018).

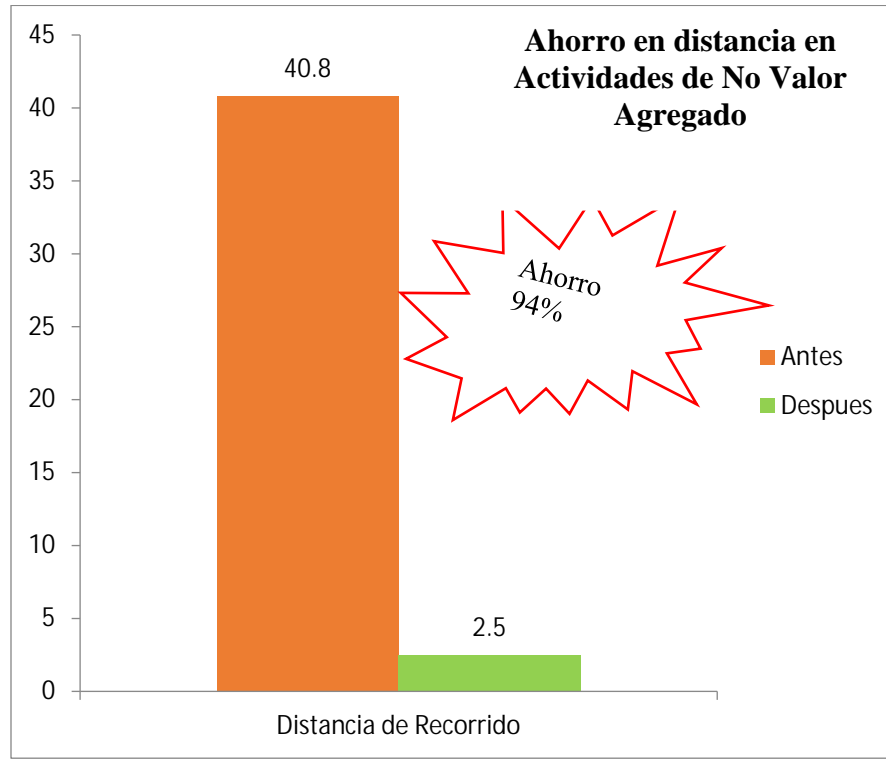


Grafico 4: Ahorro de las actividades de no valor agregado
Autor: Noguera, A. (2018).

tiempo antes	tiempo después	tiempo ahorrado
2.78min	0.90min	1,88min

Tabla 7: Ahorro de tiempo después de la propuesta
Autor: Noguera, A. (2018).

4.4.2 PROPUESTA N 2. Racks de tornillería y herramientas cerca de la mesa de trabajo en la estación WR-01 y WR-02

Como segunda y tercera causa que más arrojan impacto demostrado en el diagrama de Paretoes la ubicación errónea de las herramientas y la tornillería lejos de la mesa de trabajo se decidió estudiar el tiempo de las diferentes caminatas en el proceso como: caminatas en busca de herramientas y tornillería, transportar el material y NVAA pero que son necesarias, ya que las actividades de no valor agregado son pérdidas para la empresa y de esta manera es importante eliminar o disminuir el tiempo generado por dichas actividades, en las estaciones WR-01 y WR-02 se evidencio de manera visual que poseen recorridos innecesarios que se repiten

siempre que el operario requiera un tornillo, tuerca o aislante y la herramienta para el ajuste de las piezas pero sobre todo se observó que se pueden evitar con esta propuesta la cual representa a la creación de unos rack de tornillería que también soportaran las herramientas cerca de la mesa de trabajo mostrados en la figura 29, para evitar que el operario se traslade lejos y así aprovechar ese tiempo ahorrado en otras operaciones que si agreguen valor al producto trayendo consigo un aumento de la productividad.

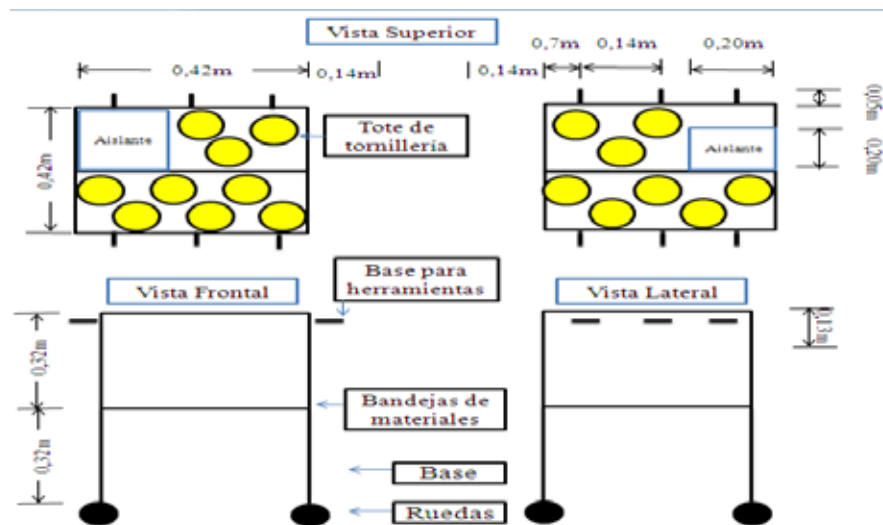


Figura 29: diseño de racks de tornillería

Autor: Noguera, A. (2018).

En el cuadro 6, se da a conocer cuánto es el tiempo que está generando las actividades de no valor agregado en ambas estaciones con referente a la obtención de herramientas y tornillería lejos de la mesa estimando que el operario haga este recorrido una vez por ciclo, la cual se entiende que son unas de las causas que está generando que el área no llegue a su plan de producción ya que no se está aprovechando el tiempo de la mejor manera posible y sobre todo evitar que el operario se traslade sin necesidad para así no generar cansancio en él y pueda ser mas proactivo durante el proceso de ensamblaje. Por lo tanto en el cuadro 7, se evidencia el antes y después de los tiempos con respecto a dichas caminatas trayendo consigo un ahorro.

Estación	unidades	recorridos innecesarios en un ciclo	tiempo NVAA al día
WR-01	15	0,33min	4,95min
WR-02		0,73 min	10,95min

Cuadro 6: Tiempo de las actividades de no valor agregado

Autor: Noguera, A. (2018).

Estación	tiempo de NVAA con recorridos innecesarios al día	tiempo de NVAA sin recorridos innecesarios al día	%ahorro
WR-01	186min	177,75min	4,43%
WR-02	107,75min	89,4min	17,03%

Cuadro 7: Diferencia entre tiempos del antes y después

Autor: Noguera, A. (2018).

4.3.3 PROPUESTA N3. Redistribución de operaciones de la estación WR-02 a la estación WR-01.

Una línea de ensamble es una serie de estaciones de trabajo colocadas en forma sucesiva donde en cada una de ellas se realiza trabajo sobre el producto, bien añadiendo partes o completando operaciones de ensamblaje. Para obtener un balance, a flujo continuo y uniforme en una línea, se hace necesario que los tiempos de procesamiento en todas las estaciones de trabajo sean iguales siendo esta situación una representación de un balance perfecto pero raramente eso se logra, debido a que hay siempre algunas operaciones que consumen tiempo extra. En el área de módulo de suspensión hay un desbalance en las operaciones entre estaciones y se puede corroborar de manera visual y con el estudio del tiempo total de ciclo por cada estación como se muestra en la tabla 5 a continuación

ESTACIÓN	
WR-01	1,75
WR-02	
WR-03	
WR-04	

Tabla 5: Tiempos de operaciones de valor agregado entre estaciones
Autor: Noguera, A. (2018).

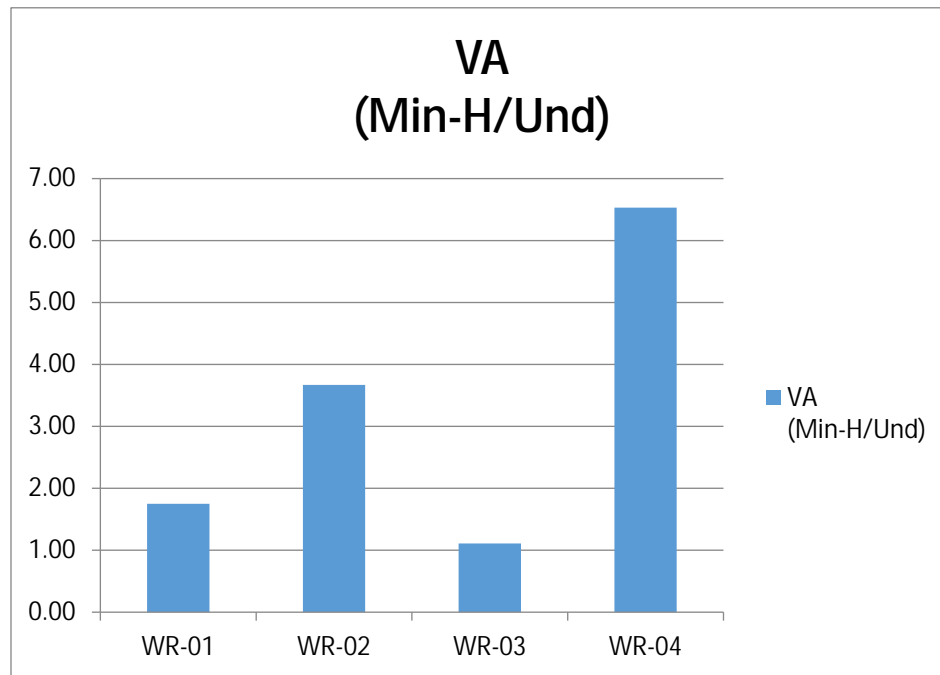


Grafico5: Tiempos entre estaciones
Autor: Noguera, A. (2018).

En el grafico5, se representa el tiempo requerido para realizar las operaciones asignadas a cuatro estaciones de trabajo, en una línea de producción ideal, balanceada, todas las estaciones de trabajo deberían procesar la misma cantidad de unidades de producto en la misma unidad de tiempo. En este caso la estación WR-02 es donde hay más tiempo en operaciones de valor agregado en el proceso, las cuales pueden ser trasladadas a otra estación que no posea tantas operaciones para así bajar o equilibrar el tiempo de desaturacion entre las estaciones, la estación WR-04 tiene más tiempo de ciclo debido a la alineación del módulo el cual tiene una duración de 5 minutos, pero no se toma esta para mover operaciones ya que la alineadora no puede ser movilizada. De esta manera se toma la decisión de cambiar unas operaciones de la estación WR-02 a la estación WR-01 ya que dicha estación tiene pocas actividades que agreguen valor al producto.

A continuación en el cuadro 8, se visualiza las operaciones de la estación WR-01 y la WR-02, las que se encuentran en rojo son las que se van a retirar de la WR-02 y las que están de color verde pasaran a ser absorbidas por la WR-01. La decisión de cambiar estas operaciones fueron tomadas bajo el criterio de que el operario de la WR-02 arroja una parada en la producción ya que todas las estaciones termina primero que esta debido a que tiene más operaciones que las demás por esto se toma la decisión de pasar unas operaciones a la estación WR-01 ya que esta posee pocas actividades que le agreguen valor al producto y al ser simplificada las de NVAA con las otras propuestas podrá acoplar estas piezas para quitarle operaciones de valor agregado a la WR-02 minimizándole tiempo de VA pero esta estación seguirá con el ajuste de estas operaciones, es decir, la WR-01 acopla las piezas pero no las ajustara, luego de hacer el cambio se debe cambiar las SWI de estación como se muestra en la figura 30, pero siguen siendo las mismas solo que en estaciones diferentes.

ITEMS	OPERACIONES WR-01	ITEMS	OPERACIONES WR-02
1	COLOCAR EJE EN SOPORTES DE LA MESA	1	ACOPLAR BRAZO DE CONTROL A MESA
2	INSTALAR AISLANTES A PRESIÓN AL BUJE	2	AJUSTAR BRAZO DE CONTROL
3	POSICIONAR EL CRADEL EN MESA	3	ACOPLAR CORNER A EL BRAZO DE CONTROL
4	AJUSTAR CRADEL AL EJE	4	ACOPLAR JUNTA H. A CORNER
5	ACOPLAR JUNTAS H. AL EJE	5	AJUSTAR CORNER A EL BRAZO DE CONTROL
6	ACOPLAR BRAZO DE CONTROL A MESA	6	AJUSTAR JUNTA H. AL CORNER
7	ACOPLAR CORNER A EL BRAZO DE CONTROL	7	POSICIONAR LA BARRA TOE A CORNER
8	ACOPLAR JUNTA H. A CORNER	8	AJUSTAR BARRA TOE A CORNER Y CRADEL
		9	POSICIONAR GUIA DE FRENO A BARRA TOE
		10	RUTEAR EL CABLE DE FRENO

Cuadro 8: Operaciones de las estaciones WR-01 y WR-02

Autor: Noguera, A. (2018).

Después de pasar las operaciones de la estación WR-02 a la WR-01 y de haber capacitado tanto el lugar de trabajo como al operario sobre estos nuevos cambios se tomaron nuevos tiempos para comparar con los anteriores si esto trajo una mejora en el área, en la tabla 6, se muestran los tiempos nuevos por estación demostrando que si

hubo un cambio en los tiempos de manera favorable ya que la diferencia entre estaciones es menor.

ESTACIÓN	
WR-01	2,48
WR-02	
WR-03	
WR-04	

Tabla 6: Tiempos nuevos de las operaciones de las estaciones WR-01 y WR-02
Autor: Noguera, A. (2018).

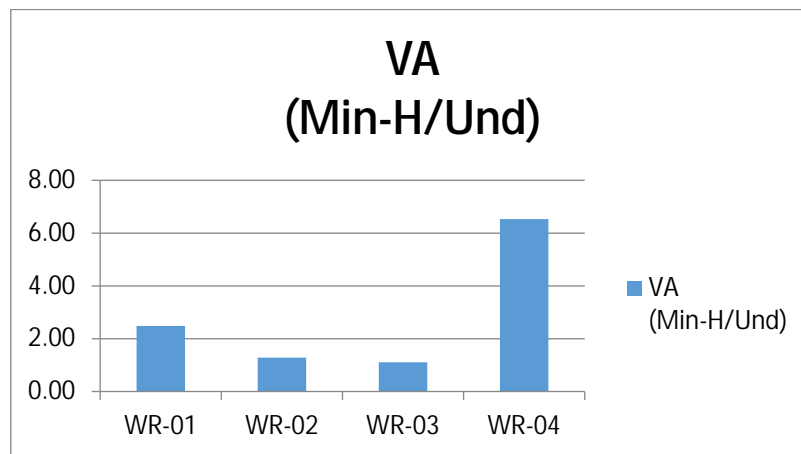


Grafico 6: Tiempos después de la propuesta de operaciones de VA entre estaciones

Autor: Noguera, A. (2018).

INDICE-SWI W2-ESTACION WR-01		INDICE-SWI W2-ESTACION WR-02	
NÚMERO SWI	DESCRIPCION	NÚMERO SWI	DESCRIPCION
General	Plan de contingencia	General	Plan de contingencia
General	Plan de reaccion en caso de problema	General	Plan de reaccion en caso de problema
WR-01-7402-10 (A)	Instalación de eje trasero	WR-02-7402-10 (A)	Ajuste junta homocinética a comer
WR-01-7402-10 (B)	Ajuste de eje trasero a cradel	WR-02-7402-10 (B)	Ajuste brazo de control a cradel
WR-01-7402-10 (C)	Traslado e instalación de junta homocinética	WR-02-7402-10 (C)	Ensamble de manguera de freno a caliper
WR-01-7402-10 (D)	Acople comer a brazo de control	WR-02-7402-10 (D)	Instalación de barras TOE a comer y cradel
WR-01-7402-10 (E)	Acople junta homocinética a comer	WR-02-7402-10 (E)	Ajuste de barras TOE a comer y cradel
WR-01-7402-10 (F)	Acople brazo de control a cradel		

Figura 30: Cambios de estación de las SWI
Autor: Noguera, A. (2018).

4.3.4 PROPUESTA N4. Etiquetas de identificación para el área

Tomando en cuenta el pilar WO para mejorar la eficiencia y la productividad del sistema a través de la identificación del lugar de trabajo con el fin de garantizar, seguridad y calidad tanto al producto como en el operario. Es necesario que cada estación, herramienta, y material posea su nombre para encontrar y usar todo de manera eficaz y sin pérdidas de tiempo. El operario resalto esta causa con importancia en la técnica de grupo nominal porque tardan mucho en averiguar cuál es la herramienta o material requerido y para cada estación y las operaciones pertenecientes a cada una. De acuerdo a la observación directa se corroboró que esta causa sí tiene importancia ya que se puede visualizar que su inquietud se repite varias veces durante el proceso. Es por esto que se realizó la creación de las etiquetas que se muestran a continuación (ver figura 31).



Figura31: Identificación de las mesas de trabajo y maquina de alineación
Autor: Noguera, A. (2018).



Figura 31: Identificación de la estación WR-01
Autor: Noguera, A. (2018).



Figura 31: Identificación de la estación WR-02
Autor: Noguera, A. (2018).



Figura 31: Identificación de la estación WR-02

Autor: Noguera, A. (2018).



Figura 31: Identificación de la estación WR-02

Autor: Noguera, A. (2018).

tiempo antes	tiempo después	tiempo ahorrado
9.78min	7,97min	1,81min

Tabla 8: Ahorro de tiempo después de la propuesta

Autor: Noguera, A. (2018).

Esta propuesta se tomo del criterio de la metodología WCM de la herramienta de 5S para mejorar y mantener las condiciones de organización, orden y limpieza del lugar de trabajo porque a través de esto surge la eliminación del despilfarro de tiempo. Se tomó solamente la segunda S denominada orden (Seiton), la cual consiste de un sitio adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario disponiendo de identificación visual de tal manera que les permita a las personas ajenas y no ajenas al área realizar una correcta disposición.

4.3.5 PROPUESTA N5. Ayuda visual en las estaciones

Como sabemos la producción es la creación de un artículo, mediante una materia prima, la cual la transformamos a nuestro gusto para obtener un producto

final y para ello existe en la actualidad un sin fin de numerosas herramientas tecnológicas que ayudan en la creación de este proceso, las cuales vienen con unos instructivos realmente extensos los cuales las personas no los leen, es por esto que aparecen las ayudas visuales en la producción puesto que el ser humano con ejemplos y sobre todo con imágenes capta más rápido la información. Esta propuesta facilitara al operario a comprender lo que se debe y lo que no se debe realizar en la línea de producción, a continuación en la figura 32, se presentaran algunas ayudas visuales creadas para cada estación como una mejora para evitar también el error humano.

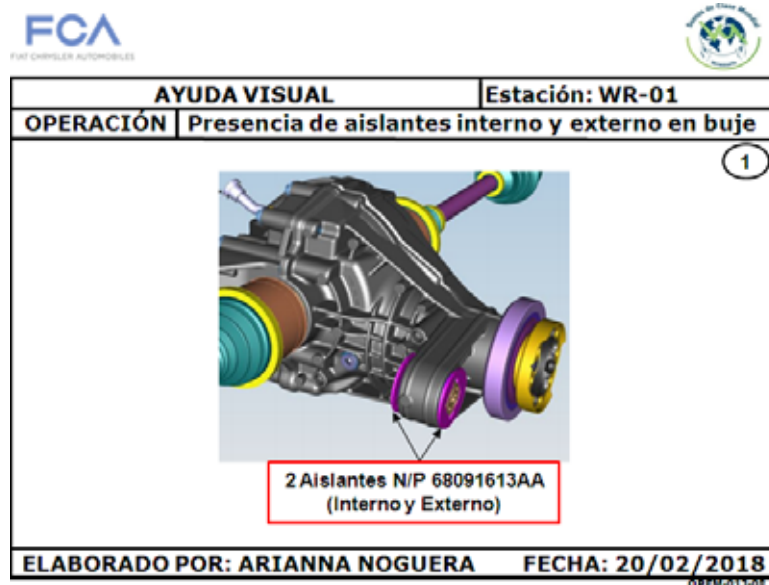


Figura 32: Ayuda visual de la estación WR-01
Autor: Noguera, A. (2018).



Figura 32: Ayuda visual de la estación WR-01
Autor: Noguera, A. (2018).

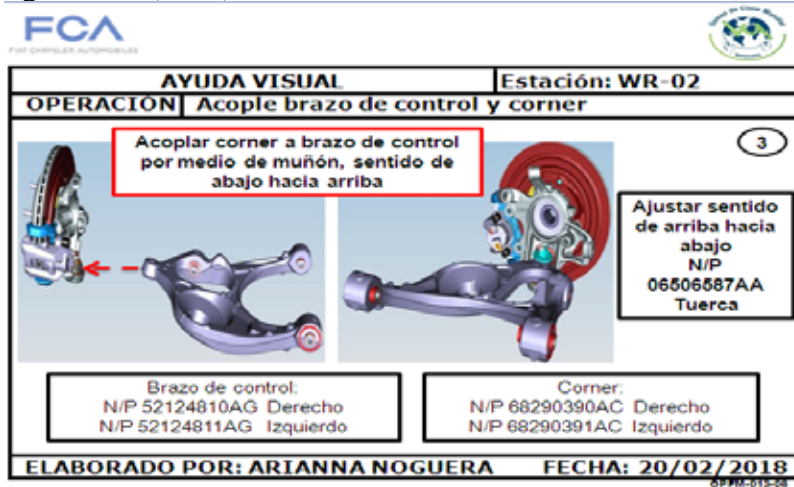


Figura 32: Ayuda visual de la estación WR-02
Autor: Noguera, A. (2018).



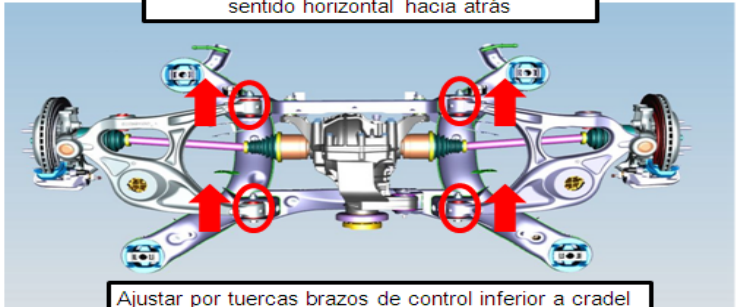
 	
AYUDA VISUAL	
Estación: WR-02	
OPERACIÓN Ajustar brazos de control inferior a cradel	
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> 06104266AA Tornillo, 06104719AA Tuerca sentido horizontal hacia atrás </div> 1	
	
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> Ajustar por tuercas brazos de control inferior a cradel siguiendo la secuencia: 1. Delantero y 2. Trasero </div>	
ELABORADO POR: ARIANNA NOGUERA FECHA: 20/02/2018	

Figura 32: Ayuda visual de la estación WR-02
Autor: Noguera, A. (2018).



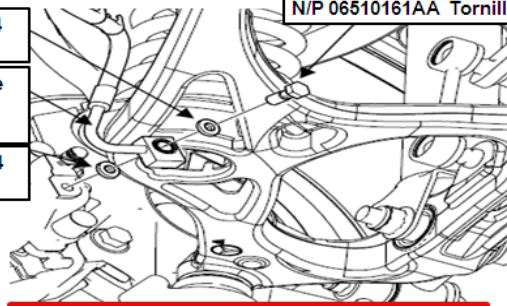
 	
AYUDA VISUAL	
Estación: WR-02	
OPERACIÓN Subensamble manguera de freno	
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> N/P 06502114 Arandela </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-left: 10px;"> N/P 06510161AA Tornillo </div> 2	
	
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> Manguera de freno N/P 68284573AC </div>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> N/P 06502114 Arandela </div>	
<div style="border: 2px solid red; padding: 2px; display: inline-block;"> Respetar secuencia de subensamble </div>	
ELABORADO POR: ARIANNA NOGUERA FECHA: 20/02/2018	

Figura 32: Ayuda visual de la estación WR-02
Autor: Noguera, A. (2018).

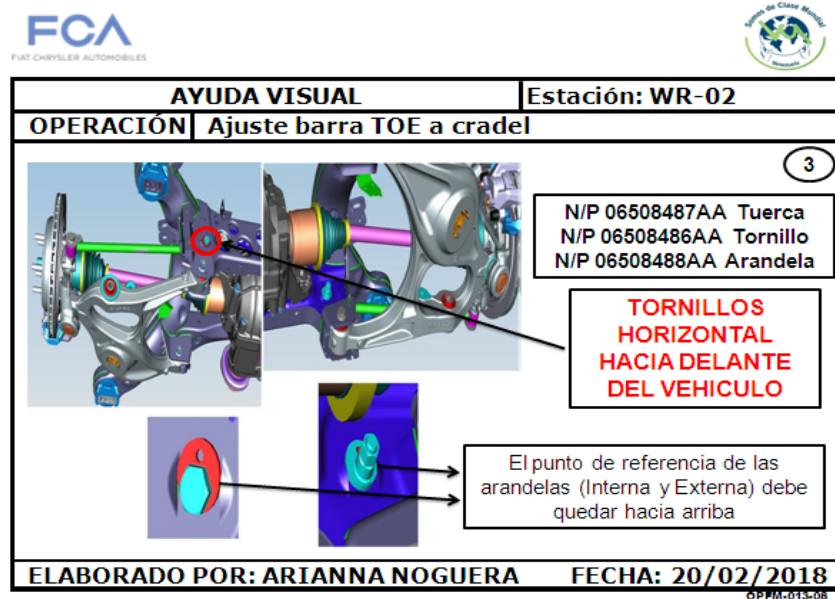


Figura 32: Ayuda visual de la estación WR-02
Autor: Noguera, A. (2018).

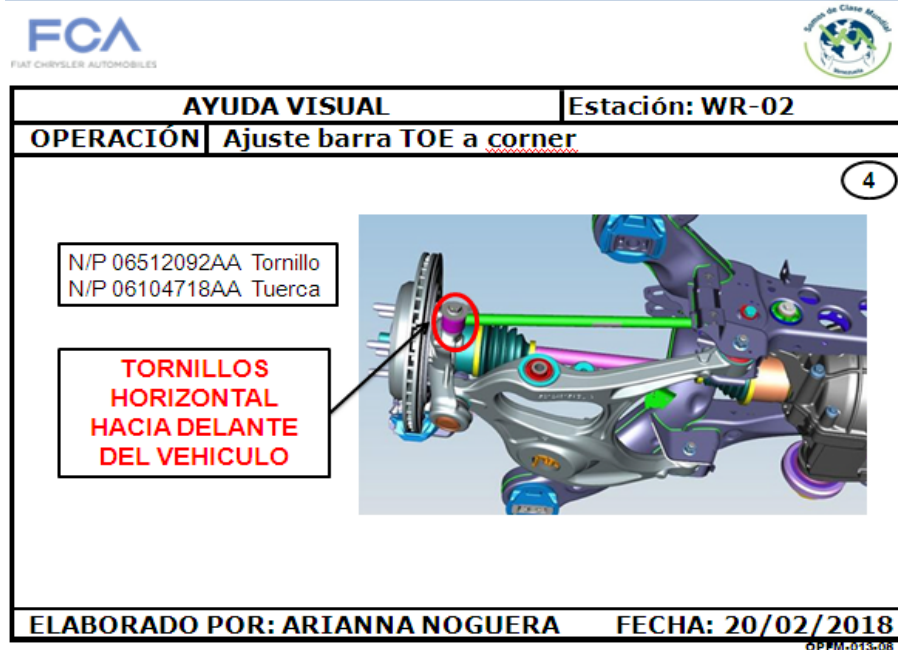


Figura 32: Ayuda visual de la estación WR-02
Autor: Noguera, A. (2018).

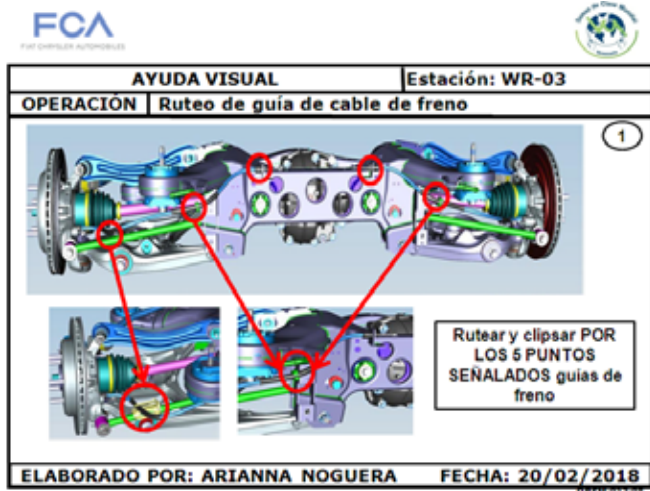


Figura 32: Ayuda visual de la estación WR-03
Autor: Noguera, A. (2018).

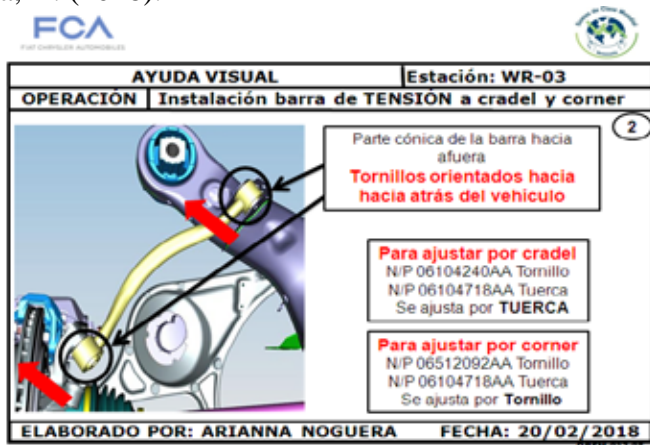


Figura 32: Ayuda visual de la estación WR-03
Autor: Noguera, A. (2018).



Figura 32: Ayuda visual de la estación WR-03
Autor: Noguera, A. (2018).

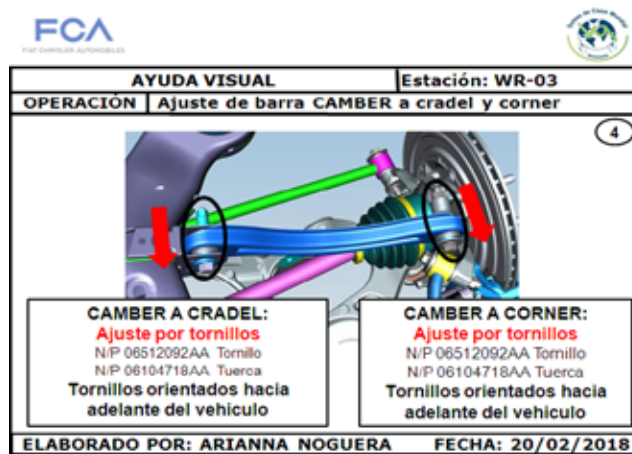


Figura 32: Ayuda visual de la estación WR-03
Autor: Noguera, A. (2018).

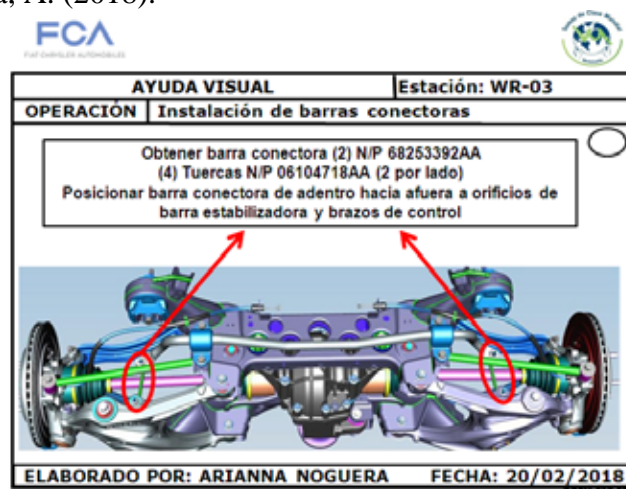


Figura 32: Ayuda visual de la estación WR-03
Autor: Noguera, A. (2018).

tiempo antes	tiempo después	tiempo ahorrado
9,78min	7,57min	2,21min

Tabla 9: Ahorro de tiempo después de la propuesta
Autor: Noguera, A. (2018).

Las ayudas visuales se pueden fabricar desde una imagen, una foto, un símbolo o algo tan sencillo como los colores, la ventaja de estos es que son universales; trabajos en cualquier parte del mundo, si ves en una maquina el color

rojo sabrás que algo anda mal o una alerta y si ves el color verde el proceso va desarrollándose de la forma correcta. Por lo tanto podemos decir que nos facilitan mucho las actividades y son realmente necesarios para que el proceso sea más dinámico y más fácil de desarrollar pudiendo evitar un error humano quitándole peso a la complejidad de las operaciones.

4.3.6 PROPUESTA N6. Ponerle un dispositivo al traslado del material de las juntas homocinéticas

Uno de los objetivos del pilar WO es mejorar la disponibilidad de los medios de trabajo y la calidad de los productos garantizando la ergonomía y la seguridad del trabajador trayendo como resultados un aumento en la productividad. La evaluación ergonómica tiene por objetivo detectar el nivel de movimiento en los puestos de trabajo (ver figura 6), evaluando los factores de riesgo en los trabajadores que lo ocupan. En el área de modulo de suspensión trasero se efectuó esta propuesta realizando un estudio ergonómico con la ayuda del análisis MURI para eliminar las posiciones disergonomicas en el área, clasificando los movimientos efectuados por los operadores sobre la base de estándares codificados a nivel internacional para luego definir acciones correctivas a aplicar al ciclo de fabricación y a la organización del puesto de trabajo.

Para el análisis muri(ver figura 33), se posee un criterio para la toma de decisiones en el cual el nivel 1 es el más crítico y se debe aplicar medidas correctivas lo antes posible, el nivel 2 necesita de vigilancia pudiéndose efectuar medidas y el nivel 3 no se genera ninguna acción de contramedida.

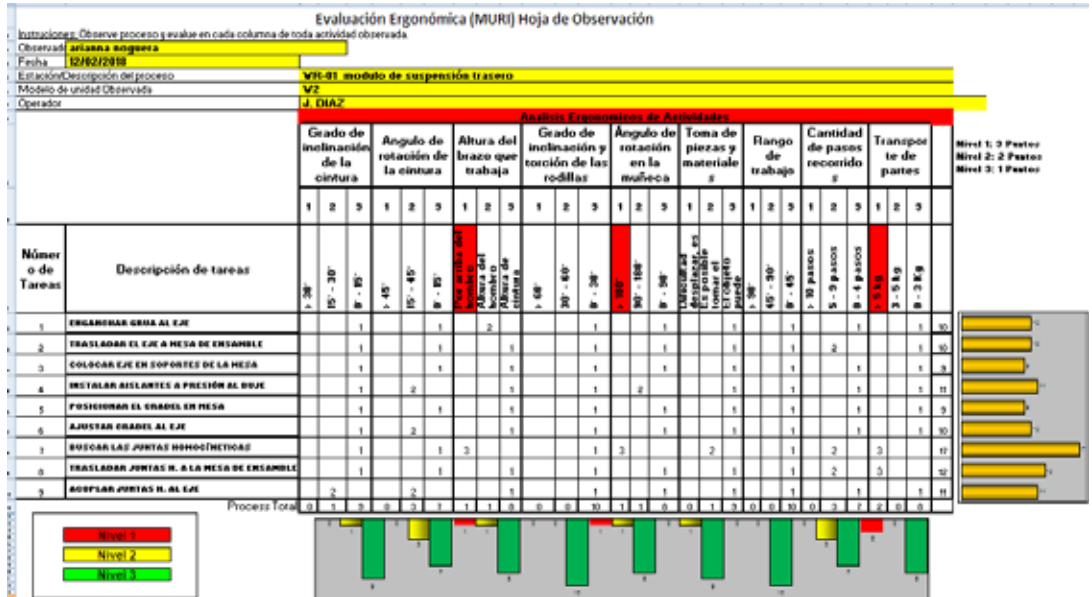


Figura 33: Formato muri estación WR-01
 Autor: Noguera, A. (2018).

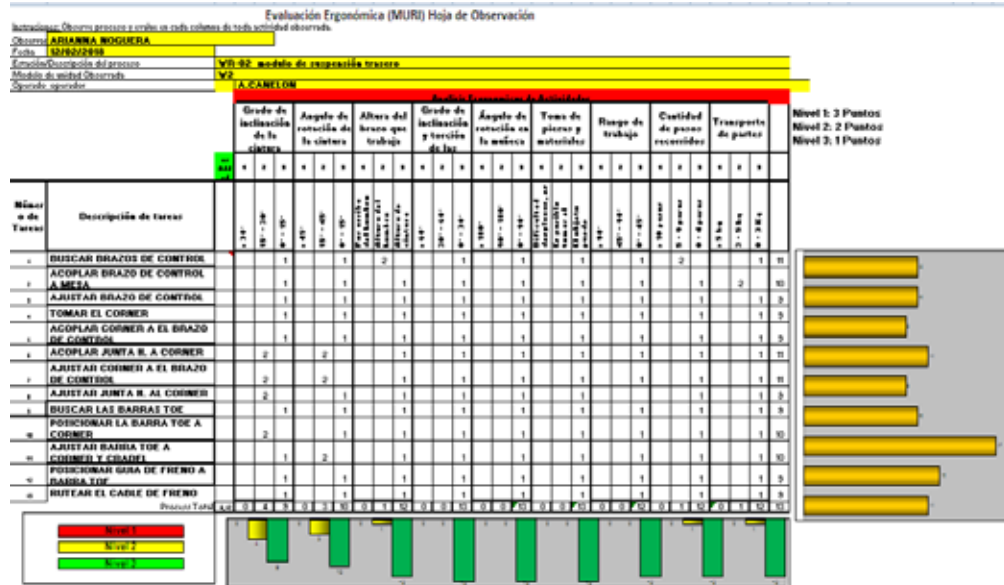


Figura 33: Formato muri estación WR-02
 Autor: Noguera, A. (2018).

El análisis MURI arrojó un nivel 1 en la estación WR-01 básicamente en la operación referida a la búsqueda de la junta homocinética (ver figura 34), la cual la actividad se encarga de tomar dos juntas homocinéticas por modulo para ser trasladadas hasta la mesa de ensamble y ser acopladas al eje, eso quiere decir que el operario hace esta operación 30 veces al día, generando problemas de salud y fatiga al operario durante el transcurso del proceso de ensamblaje debido a que se visualizó que el operario agarraba el material sin ayuda de ningún dispositivo y es por esto que surge la últimas dos causas a estudiar del Pareto que por consiguiente se propone que el operario disponga de un dispositivo para esta operación.



Figura 34: ubicación de las juntas homocinéticas
Autor: Noguera, A. (2018).



Figura 35: Búsqueda de las juntas homocinéticas
Autor: Noguera, A. (2018).

Esta operación despertó la curiosidad del departamento de ergonomía e investigo si el trabajador podía soportar el peso de las juntas homocinéticas y según el estándar en FCA de Venezuela para el pesos de aquellos materiales que necesiten un dispositivo para facilitar la obtención del material es de 9kg, por lo tanto el operario no debería agarrar las juntas sin un dispositivo (ver figura 35), ya que las juntas homocinéticas pesan 11kg. La contramedida para eliminar el MURI es que esta actividad disponga de una grúa para la obtención de este material para que el operario no se fatigue ni sufra problemas de salud, generando una mejora en la productividad por disminución de tiempo y facilidad en la operación.

tiempo antes	tiempo despues	tiempo ahorrado
6,92min	6,21min	0,71min

Tabla 10: Ahorro de tiempo después de la propuesta

Autor: Noguera, A. (2018).

4.3.7 PROPUESTA N7. Impartir charlas de seguridad, orden y limpieza orientadas hacia la mejora continua

Con el propósito de aumenta los niveles de participación e involucramiento de los operarios, se propone crear charlas instructivas para transmitir conocimientos sobre seguridad laboral, lo cual es de suma importancia para la integridad de los operarios y es el primer pilar del WCM; orden y limpieza para ayudar a mantener las condiciones del área una vez implementadas las propuestas. Todo esto orientado hacia la mejora continua, con el fin de ayudar a incrementar la productividad del área

Estas charlas serán dadas por el supervisor del área y el líder de grupo, todos los días en la sala de WCM permitiendo la participación de todo el personal del área.

- Formación de una (1) hora teórica de la metodología WCM y otra hora de práctica para llegar a un total de dos (2) horas de entrenamiento, separadas en dos (2) días con módulos de una (1) hora por día, comprendido en horario laboral preferiblemente antes de la salida de 3pm a 4pm.

- Para la formación del grupo se le facilitara todo el material de apoyo, logística y certificación del curso a todos los trabajadores que asistieron.
- Mediante un plan de actividades los pasos se establecerán para implementar la metodología, eligiendo los grupos responsables de la acción y la duración para su ejecución como se muestra en el cuadro
- El curso de impartición de conocimiento se registrá por una duración aproximadamente de 2 meses para finalizarlo.

Por otro lado se propone concientizar a los operarios, de la resistencia al cambio, el cual no es una causa es una consecuencia que se presenta en el momento de adicionar y eliminar las operaciones a otras estaciones, haciéndoles saber que los cambios son necesarios y deben adaptarse a ellos para que la empresa sobreviva o se haga más competitiva. La adaptación de estos nuevos acontecimientos pueden generar tensión e inseguridad porque se debe hacer un reajuste interno y dar lugar a objeciones por parte de las personas que tienen que someterse a estos cambios, pudiéndose negar, hacerlo sin ganas o pueden acceder pero cometiendo errores. Para esto se recomienda que se mantenga una buena comunicación en el área de módulo de suspensión trasero y sobre todo que haga entender a los operarios las razones por la cual se plantean estas mejoras.

Por lo que se sugiere que el supervisor del área y el líder de grupo los mantenga informados y sobre todo con anticipación de cualquier cambio que se esté presentando y así poder aplicarlos con facilidad. Es necesario permitirle al operario un amplio conocimiento de toda el área sin imponer límites de un lugar correspondido para que a la hora de que un compañero no se encuentre en la capacitación de asistir o se le dificulte la operación, pueda tener un apoyo adicional de la estandarización y esto se puede generar mediante rotaciones en toda el área.

4.3.8 resumen de tiempos luego de las mejoras

Luego de la aplicación de todas las mejoras en el área de módulo de suspensión trasero se espera que los tiempos mejoren para poder lograr el plan de producción que es 25 módulo trasero por día. Al identificar, medir, analizar, mejorar y controlar cada causa que generaba una baja productividad en el área se estima llegar al objetivo de este estudio. Donde simulando que cada mejora se implementó estos fueron los tiempos que se calcularon a continuación con ayuda del formato muda en la figura 36.

Waste Elimination (MUDA) Observation Sheet										
Instructions: Observe process and record in each column of activity observed for every second										
Observador: ANNA NOGUERA										
Date: 12/11/2017										
Station/Process Description: WB-01 / WR-01										
Model or Unit Observed: J DIAZ										
Task Number	Task Description	W/2 Value Added	Non Value Added Activity (NVA)							In-saturation Waiting (Imbalance)
			Waiting In Process	Waiting	Material Transport	NVA/But necessary	Repair/Inspection	Over-Production	Idle Computer/Other	
1	BUSCAR GRUA				3					
2	LLEVAR GRUA A DONDE EL EJE				3					
3	ENCAMAR GRUA AL EJE					8				
4	TRASLADAR EL EJE A MESA DE ENSAMBLE				18					
5	COLOCAR EJE EN SOPORTES DE LA MESA					6				
6	VERIFICAR LA POSICIÓN DEL EJE					2				
7	AGARRAR ASLANTES				2					
8	INSTALAR ASLANTES A PRESIÓN AL BUE									
9	VERIFICAR LA COLOCACIÓN DE LOS ASLANTES	12				8				
10	MOVILIZAR LA GRUA AL CRADEL				5					
11	AGARRAR CRADEL					8				
12	LLEVAR CRADEL A LA MESA				17					
13	POSICIONAR EL CRADEL EN MESA	15								
14	VERIFICAR EL ACOPLE DEL CRADEL AL EJE					6				
15	AJUSTAR CRADEL AL EJE					58				
16	BUSCAR LAS JUNTAS HOMOCINETICAS				6					
17	ENCAMAR JUNTAS H. A LA GRUA					8				
18	TRASLADAR JUNTAS H. A LA MESA DE ENSAMBLE				15					
19	ACOPLE LAS JUNTAS H. AL EJE	36								
20	INSPECCIONAR ACOPLE DE JUNTAS H. A EJE					4				
21	BUSCAR BRAZOS DE CONTROL				4					
22	TRASLADAR BRAZOS DE CONTROL A MESA				4					
23	ACOPLE EL BRAZO DE CONTROL A MESA	6								
24	BUSCAR GRUA				2					
25	TRASLADAR GRUA A LOS CORNER				4					
26	TOMAR EL CORNER					10				
27	TRASLADAR CORNER A MESA DE ENSAMBLE				5					
28	ACOPLE EL CORNER A EL BRAZO DE CONTROL	40								
29	ACOPLE LA JUNTA H. A CORNER	40								
Process Total		90	0	0	88	76	0	0	0	167

Figura 36: formato muda de la estación WR-01
Autor: Noguera, A. (2018).

Waste Elimination (MUDA) Observation Sheet

Instructions: Observe process and record in each column of activity observed for every second.

Observe: **ROMAN GORVANA**

Date: **28/04/2018**

Station/Process Description: **WR-02**

Model or Unit Observed: **A. RODRIGUEZ**

Task Number	Task Description	Value Added Activity	Non Value Added Activity (NVAA)							In-saturation
			Waiting In Process	Walking	Material Transport	NVAA but necessary	Repair/Inspection	Over-Production	(ex Computer Work) Other	
1	AJUSTAR BRAZO DE CONTROL					10				
2	AJUSTAR JUNTA H AL CORNER				20					
3	AGARRAR MANGUERA DE FRENO				3					
4	VERIFICA QUE NO TENGA FUGA LA MANGUERA				18					
5	BUSCAR LAS BARRAS TOE				6					
6	TRASLADAR LAS BARRAS TOE A LA MESA				6					
7	POSICIONAR LA BARRA TOE A CORNER	60								
8	AJUSTAR BARRA TOE A CORNER Y CRADEL				20					
9	BUSCAR GUIA DE FRENO				3					
10	TRASLADAR GUIA DE FRENO A MESA				3					
11	POSICIONAR GUIA DE FRENO A BARRA TOE	17								
12	RETEAR EL CABLE DE FRENO	20								
Process Total		123	0	0	22	66	0	0	0	1594

Figura 36: formato muda de la estación WR-02
Autor: Noguera, A. (2018).

Waste Elimination (MUDA) Observation Sheet

Instructions: Observe process and record in each column of activity observed for every second.

Observe: **ROMAN GORVANA**

Date: **28/09/2013**

Station/Process Description: **WR-03**

Model or Unit Observed: **JOSE LUIS MENDEZ**

Task Number	Task Description	Value Added Activity	Non Value Added Activity (NVAA)							In-saturation
			Waiting In Process	Walking	Material Transport	NVAA but necessary	Repair/Inspection	Over-Production	(ex Computer Work) Other	
2	AGARRAR AISLANTES				2					
3	INSTALAR AISLANTE EN EL BRAZO DE CONTROL	33								
4	AGARRAR BARRAS DE TENSION				2					
5	POSICIONAR BARRA DE TENSION A CRADEL	33								
6	AJUSTAR BARRA DE TENSION A CRADEL				17					
7	AGARRAR LA BARRA CAMBER				2					
8	POSICIONAR BARRA CAMBER A CRADEL	33								
9	VERIFICAR POSICION DE BARRA CAMBER				8					
10	AJUSTAR BARRA CAMBER A CRADEL				17					
11	ELIJAR LA MANGUERA DE FRENO A BARRA DE TENSION	30								
12	BUSCAR GUIA				3					
13	TRASLADAR GUIA A MESA DE ENSAMBLE				17					
14	LEVANTAR MÓDULO DE SUSPENSION				42					
15	TRASLADAR MÓDULO A LA ALINEADORA				25					
16	POSICIONAR MÓDULO EN LOS PINES DE LA ALINEADORA	50								
17	IDENTIFICAR PRODUCTO ENSAMBLADO CON ETIQUETA	13								
18	BUSCAR LA PISTOLA LECTORA DE CODIGO DE BARRA				3					
19	ESCANEAR CON LA PISTOLA EL MÓDULO	3								
20	DESPLAZARSE AL PANEL DE CONTROL				5					
21	PRESIONAR EL BOTON CYCLESTAR	3								
Process Total		217	0	0	4	17	0	0	0	1673

Figura 36: formato muda de la estación WR-03
Autor: Noguera, A. (2018).

Waste Elimination (MUDA) Observation Sheet

Instructions: Observe process and record in each column of activity observed for every second.

Observer: **RODRIGO GUEYAMA**

Date: **20/09/2011**

Station/Process Description: **WR-04**

Model or Unit Observed: **GUARDO ABITU**

Number	Task Description	W2 Value Added Activity	Non Value Added Activity (NVA)							In-saturation Waiting (Imbalance)
			Waiting In Process	Walking	Material Transport	NVA but necessary	Repair/ Inspection	Over- Production	Other (ex Computer)	
1	ESPERAR LA ALINEACIÓN DEL MÓDULO	308								
2	AGARRAR EL MÓDULO CON LA CRUZA					58				
3	TRASLADARLO A LA MESA DE ENSAMBLE				25					
4	POSICIONARLO EN LA MESA DE ENSAMBLE	17								
5	BUSCAR LAS BARRAS ESTABILIZADORAS				3					
6	TRASLADAR LAS BARRAS ESTABILIZADORAS A LA MESA				3					
7	POSICIONAR LAS BARRAS ESTABILIZADORAS	25								
10	AJUSTAR BARRAS ESTABILIZADORAS					17				
11	VERIFICAR EL AJUSTE DE BARRAS ESTABILIZADORAS					5				
12	RETIRAR EL TAPON DE FITTING	17								
13	BUSCAR LA MANGUERA DE RESPIRO				3					
14	TRASLADAR LA MANGUERA DE RESPIRO A LA MESA				3					
15	INSTALAR LA MANGUERA DE RESPIRO A PRESIÓN	25								
16	AGARRAR EL MÓDULO CON LA CRUZA					20				
17	TRASLADAR EL MÓDULO A PRODUCTO TERMINADO					67				
Process Total		308	0	0	105	105	0	0	0	1163

Figura 36: formato muda de la estación WR-04
Autor: Noguera, A. (2018).

Luego de llenar el formato muda para cada estación con sus respectivas operaciones desglosadas y sus tiempos en segundos después de las mejoras planteadas, en el cuadro 9, se muestra el resumen del desglose de tiempos involucrados en el área de estudio.

EST.	MODELO	VA (Min- H/Und)	NVA (Min- H/Und)	T.TOTAL (Min- H/Und)	TOLERANC IA 25%	T.STANDA R (Min- H/Und)	ESPERA Prom SM (Min- H/Und)	Dif. Dest. 25Unds Vs. 15Unds	ESPERA Cap. Linea (Min- H/Und)	Balance Calculad o	TIEMPO TACK (25Unds) (Min/Und)	TIEMPO TACK (15Unds) (Min/Und)
WR-01	W2	2.40	3.40	5.80	1.47	7.35	21.98	21.16	0.83	5.88	17.40	29.33
WR-02	W2	1.28	1.48	2.76	0.67	3.45	25.68	21.16	4.73	2.76	17.40	29.33
WR-03	W2	0.67	0.23	0.90	0.23	1.13	28.21	21.16	7.05	0.90	17.40	29.33
WR-04	W2	4.17	2.35	6.54	1.64	8.18	21.16	21.16	0.00	6.54	17.40	29.33

Cuadro 9: Resumen de los tiempos después de las mejoras
Autor: Noguera, A. (2018).

En el cuadro 10, se puede visualizar el antes y el después del total de tiempo que tardan en la realización de todas las operaciones por estación para la creación del módulo de suspensión trasero y el ahorro que genera en los tiempos si se implementa las propuestas.

ESTACION	ANTES	DESPUES	% AHORRO
	TIEMPOS TOTALES	TIEMPOS TOTALES	
WR-01	6.92	5.88	15%
WR-02	7.98	2.76	65%
WR-03	2.78	0.90	67%
WR-04	10.06	6.54	35%

Cuadro 10: Resumen del antes y después de las mejoras con su ahorro

Autor: Noguera, A. (2018).

Comprobando matemáticamente que con los tiempos de antes de la propuesta se lograba una estimación de 15 módulos diarios en comparación a los nuevos tiempos que se logra una estimación de 27 módulos, concluyéndose que las mejoras si se aplican se puede llegar por encima de los 25 módulos del plan de producción estimado, reduciendo el cuello de botella en el área de módulo de suspensión aumentando así la productividad. A continuación se puede corroborar con las siguientes formulas:

ECUACION 5

$$\frac{60min}{30min} = 2 \quad \frac{7.30H}{dia} = \frac{14.6 \text{ módulos}}{dia} \quad \text{ANTES}$$

$$\frac{60min}{16min} = 3.75 \quad \frac{7.30H}{dia} = \frac{27.37 \text{ módulos}}{dia} \quad \text{DESPUES}$$

4.4 Fase IV. Evaluar económicamente la propuesta a través de la relación beneficio-costos.

Para concluir la propuesta de proyecto se llevaron estos ahorros calculados en unidades de tiempo a unidades monetarias, con ayuda de la figura 37, suministrada por el gerente de TCF donde se encuentra el volumen de producción estimada en el formato de cálculo de costo. El lapso de tiempo considerado para llevar a cabo el cálculo de la producción fue de julio del 2017 a abril del 2018, estimando una producción para los cuatro primeros meses del año 2018.


FCA Venezuela, LLC														
Data de costos														
Pilar de Despliegue de Costos VCM														
Volumen (K2)														
	Working days	Actual 22	Actual 18	Actual 23	Actual 14	Actual 22	Actual 22	Actual 19	Forecast 23	Forecast 21	Forecast 21	Forecast 22	Forecast 20	
2017		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
VB2	DODGE FORZA LE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VB4	DODGE FORZA LX	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	TOTAL DODGE FORZA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VM6	JEEP CHEROKEE LIMITED 4X	550	450	575	350	550	550	475	575	525	525	550	500	6.175
	TOTAL JEEP GRAND CHEROKEE	330	270	345	210	330	330	205	345	315	315	330	300	3.705
	TOTAL GENERAL	220	180	230	140	220	220	190	230	210	210	220	200	2.470

Figura 37: Volumen de producción para FCA de Venezuela

Fuente: Departamento de TCF.

En el caso de la hoja de cálculo que se encuentra representada en la figura 38, se tomó la sumatoria de los tiempos estándares de cada estación del antes en horas para multiplicarlo por el costo de la mano de obra de un operario y ese resultado se vuelve a multiplicar por la producción estimada arrojándome un impacto total de 4.184.978,30bsf por operario del costo representado antes la propuesta. Para el costo después de la propuesta se calculó de la misma manera solo que se toma la sumatoria de los tiempos estándares de los tiempos después de la propuesta y se repite el procedimiento anterior arrojando un impacto total de Bsf 2.426.056,89 por operario. Procediendo luego al cálculo de ahorro el cual se obtuvo Bsf 1.758.921,41 por operario y el beneficio/costo, esto es lo que la empresa se ahorra si aplica las propuestas de mejoras descritas en este trabajo de grado.



Cálculo del Costo y Ahorro Mano de Obra
Pilar Despliegue de Costos WCM



FIAT CHRYSLER AUTOMOBILES

Costo - Beneficio

Tiempo Desaturación Anterior

Operario	Modelo	Tiempo NVA	Tiempo (Hrs)	N° de Personas	% de Impac	Costo por Hora	Total	Prod Estimad	Importe total	Costo por unidad	Periodo
	W2	34,69	0,57817	1	100%	2.930,51	1.694,32	2.470	Bs 4.184.978,30	-	Julio 2017-Junio2018
			0,00000	1	100%		-		Bs -	-	
									Bs 4.184.978,30	-	

Tiempo Desaturación Actual

Operario	Modelo	Tiempo NVA	Tiempo Invertid	N° de Personas	% de Impac	Costo por Hora	Total	Prod Estimad	Importe total	Costo por unidad	Periodo
	W2	20,11	0,33517	1	100%	2.930,51	982,21	2.470	Bs 2.426.056,89	-	
			0,00000	1	100%		-		Bs -	-	
									Bs 2.426.056,89	-	

Ahorros

Operario	Modelo	Tiempo NVA	Tiempo (Hrs)	N° de Personas	% de Impac	Costo por Hora	Total	Prod Estimad	Ahorro	Costo por unidad	Periodo
	W2	14,58	0,24300	1	100%	2.930,51	712,11	2.470	Bs 1.758.921,41	-	
		0,00	0,00000	1	100%	455,77	-		Bs -	-	
									Bs 1.758.921,41	-	

Costo / Beneficio

Beneficio	Bs	1.758.921,41
Costo de la mejora	Bs	1,00
B / C Ratio	Bs	1.758.921,41

Figura 38: Hoja de cálculo del costo y beneficio de la mejora en desaturacion
Autor: Noguera, A. (2018).

Adicionalmente esto trae un aumento en la productividad, dando que la situación actual se ensambla 15 módulos de suspensión traseros del modelo W2 con 9 operadores y en la situación propuesta se puede ensamblar más de los 25 módulos estimados por día con la misma cantidad de operarios(ver cuadro 11). Dicho esto se demostrara a continuación mediante la ecuación de productividad

ECUACION 6

$$Productividad actual = \frac{3705 \text{ und/año}}{9 \text{ operarios}} = 411,67 \text{ und/año}$$

$$Productividad\ propuesta = \frac{6175\ und/año}{9\ operarios} = 686,11\ Und/año$$

productividad antes	productividad después	diferencia	Porcentaje de ganancia
411,67und/año	686,11und/año	274,44und/año	67%

Cuadro 11: Aumento de la productividad en porcentaje

Autor: Noguera, A. (2018).

CONCLUSIONES

A partir del levantamiento de información realizado, fue posible comprobar que existe una gran cantidad de causas que pueden generar demoras a lo largo de toda la línea de módulo de suspensión trasero, por lo que para buscar soluciones que mostraran resultados permanentes, se hizo la creación de siete (7) propuestas de mejoras para la reducción de actividades de no valor agregado con la finalidad de disminuir los tiempos para así lograr alcanzar el plan estimado de producción.

Las actividades de no valor agregado generan tardanza en la producción porque se cuenta con una línea simultanea cuyos procesos dependen del anterior, entonces si se presenta retraso en una estación las otras deben esperar a que esta concluya y esto se refleja directamente en la demora del suministro al departamento de chasis ocasionando una parada también en esa área. La causa más notable que se identifico fue las caminatas innecesarias debido a que los materiales y las herramientas se encontraban lejos de las mesas de trabajo.

Se detectaron seis (6) oportunidades para optimizar el método de trabajo de acuerdo a la metodología WCM especialmente el pilar WO, por ejemplo la creación de la zona dorada en la estación WR-03 y los rack de tornillería los cuales fue un elemento clave en el mejoramiento de los procedimientos porque disminuyo las caminatas innecesarias pudiendo aportar ese tiempo en operaciones de valor agregado. El análisis MURI también tiene impacto en este trabajo porque la salud y la seguridad de los trabajadores va primero que todo como se representa en la metodología WCM siendo su primer pilar, pensando en el operario se dispuso de la creación de etiquetas de identificación y ayudas visuales como una mejora en la organización de puesto de trabajo para evitar

el error humano.

En tal sentido, las propuestas de mejoras trajeron consigo un aumento en la productividad en un 67%, un ahorro de 1.758, 421,41bsf por operario y una reducción en los tiempos de 11,66min desglosándose en 4,44min de VA y 7,22min de NVAA para el área de módulo de suspensión trasero.

RECOMENDACIONES

Dentro de las principales metas de una empresa siempre debe estar el de mejorar día a día sus prestaciones y ofrecer los mejores productos con la mejor relación calidad-precio y ese es el objetivo que persigue el concepto de mejora continua, más que una estrategia, una razón de ser y una obligación ineludible para cualquier ente empresarial. Dentro de las recomendaciones generales que se pueden ofrecer se encuentran:

- Implementar las mejoras mostradas en este trabajo de grado para el efecto del beneficio.
- Orientar al trabajador referente al beneficio que puede obtener disminuyendo las actividades de no valor agregado para efectuar las actividades correspondientes a su estación.
- Expandir el conocimiento de la metodología WCM y su aplicación, dictando charlas periódicas que reflejen lo importante que es la mejora continua.
- Una vez implementadas las mejoras hacerles seguimientos para asegurar su desarrollo continuo y realizar un estudio que sirva como seguimiento para cuantificar el impacto real de las propuestas.
- Elegir un equipo formado por trabajadores de diferentes áreas de la empresa y con distinto rango jerárquico, para tener diferentes puntos de vista para identificar fortalezas y debilidades creando nuevas soluciones para cualquier otro problema que se presente a futuro.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFIA

- Álvarez, Juan Carlos. **“Tipos y Niveles de Investigación”**. UCAB [Documento en Línea] disponible en losteques.ucab.ve/Profesorado/Álvarez.../tiposyniveles.ppt. [consulta 2017]
- Araque, D., Y Carrillo, O. (2014): **“Plan de mejoras para reducir los tiempos de producción en el área de línea final, bloque 3, en la empresa Chrysler de Venezuela LLC, C.A”**, Carabobo Venezuela. Recaudado de la universidad José Antonio Páez.
- Arias, F. (2006): **El Proyecto de la Investigación**, Epítima. Caracas Venezuela.
- Arraíz, B., y Susan, N. (2012): **“Estrategias gerenciales de manufactura de clase mundial(WCM)en el área de logística”** Recuperado el 23 de agosto de 2017, de la base de datos de FCA de Venezuela.
- Burgos, F. (2012): **Ingeniería de métodos**. Calidad y productividad. (Maracay. Venezuela), Universidad de Carabobo.
- Cazares, Christen, Jaramillo, Villaseñor y Zamudio (2000): **Técnicas Actuales de investigación documental**. Editorial Trillas- UAM. México
- Correa, Gómez y Botero (2012): **La Ingeniería de métodos y tiempos como herramienta en la cadena de suministro**. Revista soluciones de posgrado EIA, Numero 8. Medellín.
- Diaz, Alfredo (2011): **Manufactura de clase mundial se aplica en Venezuela**. [Documento en Línea]. Disponible en: <http://www.guia.com.ve/noti/75299/manufactura-de-clase-mundial-se-aplica-en-Venezuela>. [Consulta 2017]
- Espejo, L. (2012): **“Aplicación de herramientas y técnicas de mejora de la productividad en una planta de fabricación de artículos de escritura, Barcelona, provincia de Catalunya”**en la universidad politécnica de Catalunya.
- Falconi, Vicente (1992): **Control de calidad total: Al estilo japonés**. Brasil: Universidad Federal de minas Gerais.

- FCA de Venezuela (2017): **Manufactura de clase mundial WCM**. Valencia, Venezuela.
- FCA de Venezuela (2017): **Puesto de Trabajo (Pilar WO)**. Valencia Venezuela.
- Hernández, R (2003): **Métodos de la investigación, Investigación Estadística**. Editorial Mc Graw Hill: México, D.F.
- García (2005): **Informe Mundial sobre el desarrollo humano del PNUD**. Unesdoc.unesco.org
- Grupo Fiat (2013): **Métodos y herramientas del sistema de producción automotriz del grupo fiat (documento corporativo)**, México D.F., México.
- Hernández (2003): **Metodología de la investigación**. Tercera Edición M. en C.
- Hernández y coautores (2003): **Metodología de la investigación**. Tercera Edición M en C. (Pag.344).
- Hurtado y Toro (2001): **Método de la investigación Científica**. Editorial Mc Graw Hill. Bogotá Colombia.
- Imai, M (1998): **Como Implementar el Kaizen en el sitio de trabajo**. México D.F., México: Mc Graw Hill.
- Kerlinger (1990): **Método de la investigación Científica**. Editorial Mc Graw Hill. Bogotá Colombia.
- Lazala (2011): **Herramientas del lean Manufacturing**. <http://www.eoi.es/blogs/nayellymercedeslazala/2011/12/18/lean-manufacturing-y-sus-herramientas/>pág. Creada el 18 de diciembre
- FEDEUPEL (2003): **Manual de Trabajo de Grados de Especialización y Maestría y tesis doctoral**. Universidad Pedagógica Experimental Libertador Caracas.
- Malinowshi (1884): **El trabajo de campo en la antropología**. Nueva Guinea.
- Mijares, García (2007): **Normas para la elaboración y presentación de los anteproyectos, proyectos y trabajos de grado**. Municipio san diego, valencia, Venezuela.
- Morles (1994): **El proceso de la investigación**. Editorial Panapo, caracas. (pag.17).

- Palella y Martins (2006): **Metodología de la Investigación Cuantitativa**. Fondo Editorial de la Universidad Experimental Libertador Caracas.
- Prokopenko, J (1989): **La Gestión de la Productividad**. Manual Práctico. Suiza
- Sabino (2002): **El Proceso de Investigación**. Editorial Panapo. Caracas.
- Tamayo y Tamayo (2003): **Proceso de Investigación Científica** (4ta Edición) Editorial Lumisa Noriega.
- Yamashina, H(2008): **Métodos y herramientas del sistema de producción automotriz del grupo fiat (documento corporativo)**, México D.F., México.
- Zorrilla, Torres (1992): **Guía para la elaboración de tesis**. Editorial Mc Graw Hill. Interamericana de México.