



UNIVERSIDAD JOSE ANTONIO PAEZ

**PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN EN EL
ÁREA DE MOTORES PARA EL
ENSAMBLE DE SUSPENSIONES EN EL
MODELO ECOSPORT PARA LA EMPRESA
FORD MOTOR DE VENEZUELA S.A**

Autor: Anthony Guillermo Castro Rojas

C.I: 20.678.700

Urb. Yuma II, calle Nª 3. Municipio San Diego.

Teléfono: (0241) 8714240 (máster) - Fax: (0241) 8712394



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

**PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN EN EL ÁREA DE MOTORES PARA EL
ENSAMBLE DE SUSPENSIONES EN EL MODELO ECOSPORT PARA LA
EMPRESA FORD MOTOR DE VENEZUELA S.A**

Informe de Pasantías presentado como requisito para optar al título de

INGENIERO INDUSTRIAL

EMPRESA: FORD MOTOR DE VENEZUELA S.A

TUTOR: Argenis Ceballos

AUTOR: Anthony Guillermo Castro Rojas

SAN DIEGO, JUNIO 2019



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

**PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN EN EL ÁREA DE MOTORES PARA EL
ENSAMBLE DE SUSPENSIONES EN EL MODELO ECOSPORT PARA LA
EMPRESA FORD MOTOR DE VENEZUELA S.A**

CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN:


Ing. Argenis Ceballos
C.I: 16.241.538
Tutor Académico


Ing. Leonardo González
C.I: 22.509.393
Tutor Empresarial
 **Ford Motor de Venezuela**
MANUFACTURA
RECIBIDO

AUTOR: Anthony Castro
C.I: 20.678.700

SAN DIEGO, JUNIO 2019



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

ACEPTACION DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero Argenis Ceballos, portador(a) de la cédula de identidad N° 16.241.538, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano Anthony Guillermo Castro Rojas, portador de la cédula de identidad N° 20.678.700, titulado **PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN EN EL ÁREA DE MOTORES PARA EL ENSAMBLE DE SUSPENSIONES EN EL MODELO ECOSPORT PARA LA EMPRESA FORD MOTOR DE VENEZUELA S.A.**, 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.

En San Diego, junio del año dos mil diecinueve.

Ing. Argenis Ceballos

C.I: 16.241.538

Tutor Académico

AGRADECIMIENTOS

A mi madre Yasmira de Castro, por ser mi luz y guía, por confiar en mí cuando todos e incluso yo mismo dudaba. Este logro en gran medida te lo debo a ti.

A mi padre Guillermo Castro, por apoyarme incondicionalmente.

A mis hermanos Khatrigna Castro y Abraham Castro, por ser mi fortaleza y mi motivo de seguir adelante. Gracias por su cariño y confianza.

A mi tutor académico Argenis Ceballos, por ser un gran profesor y profesional, por toda su ayuda y guía durante la realización de este trabajo.

A mi tutor empresarial Leonardo González, por recibirme y apoyarme durante todo el periodo de pasantías un excelente profesor y ser humano.

Al Ingeniero Jesús Hernández, por todos sus consejos y los conocimientos transmitidos.

A mis compañeros de labores en Ford Motor de Venezuela S.A: Néstor Polo, Emeterio Morles, Raúl Moreno, Alejandro Yradi, Diego Carranza, Carlos Peñaloza, Yanira Moncada, Joel Torres, Elsy Contreras, Norma Rebolledo, Gabriela Díaz, Vito Guarín, Pablo Cohen y Blanca Rosales por su valiosa ayuda, consejos y apoyo durante la realización de mis pasantías.

A la señora Laura Michelena, por toda su ayuda y por demostrar que, si tienes un sueño y luchas por él, Dios enviara sus ángeles a ayudarte.

A mi Alma Mater la Universidad José Antonio Páez y a mis profesores, por su dedicación y compromiso para formarnos como profesionales.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma me apoyaron durante todo este trayecto

DEDICATORIA

A Dios, mi Señor y Salvador. ¡Sé fuerte y valiente! ¡No tengas miedo ni te desanimes! Porque Dios te acompañará dondequiera que vayas. (Josué 1:9)

A mi Madre Yasmira, por su amor, paciencia y consejos. Te dedico este logro por ser una mujer excepcional, eres mi roca y mi guía.

A mi Padre Guillermo, por su amor, apoyo incondicional y su lucha incansable por nosotros.

A mis hermanos Khatrigna y Abraham, los amo con toda mi alma. Este logro se los dedico sobre todo a ustedes, para que vean que los sueños si se cumplen, solo tienen que luchar por ello.

A mis abuelos Eduardo y Estilita, por demostrarme tanto cariño y haberme apoyado en todo momento.

A todos los que tengan un sueño, para que a través de este logro sepan que solo mediante el trabajo duro, la perseverancia y la fe se pueden lograr grandes cosas.

“En cada uno de nosotros vive un guerrero de la luz, alguien capaz de escuchar el silencio de su corazón, de aceptar las derrotas sin dejarse abatir y de alimentar la esperanza en medio del cansancio y el desaliento”

Paulo Cohelo

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	pp.
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABLAS	x
RESUMEN.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	01
CAPITULO	
I LA EMPRESA.....	03
1.1 Descripción de la Empresa.....	03
1.2 Reseña histórica de la Empresa.....	03
1.3 Misión, Visión, Valores y Objetivos de la Empresa.....	06
1.4 Políticas de la Empresa.....	07
1.5 Procesos básicos, productos y servicios.....	10
1.6 Estructura de la Empresa.....	11
1.7 Descripción del departamento.....	13
1.8 Actividades a desarrollar durante el periodo de pasantías	14
II El PROBLEMA.....	16
2.1 Descripción del problema.....	16
2.2 Formulación del problema.....	19
2.3 Objetivos de la investigación.....	19
2.4Justificación.....	19
2.5Alcances.....	20
2.6Limitaciones.....	21
III MARCO REFERENCIAL CONCEPTUAL.....	21
3.1Antecedentes.....	21
3.2.- Bases teóricas.....	26

	3.3.- Definición de términos básicos.....	56
IV	FASES METODOLOGICAS.....	59
	4.1 Tipo de investigación.....	59
	4.2 Técnicas de recolección de información.....	60
	4.3 Fases metodológicas.....	62
V	RESULTADOS.....	65
	5.1 Diagnostico del área de motores.....	65
	5.2 Análisis de los requerimientos.....	69
	5.3 Diseño de la propuesta de distribución en planta.....	88
	5.4 Evaluación de la factibilidad técnica y económica de la propuesta	94
	CONCLUSIONES.....	96
	RECOMENDACIONES.....	97
	REFERENCIAS.....	98
	ANEXOS.....	101

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	CONTENIDO	pp.
1	Ford Motor de Venezuela S.A., Planta Valencia.....	5
2	Catalogo actual de productos ensamblados en la Planta Valencia.....	10
3	Estructura organizativa de Ford Motor de Venezuela S.A.....	12
4	Estructura organizativa del departamento de manufactura.....	14
5	Diagrama de Ishikawa. Descripción del problema.....	18
6	Astilleros, ejemplo de Distribución por Posición Fija.....	28
7	Ejemplo de Distribución por Procesos.....	29
8	Ejemplo de Distribución por Producto. Ensambladora de vehículos.....	29
9	Esquema general Método SLP.....	32
10	Definición de Proceso	33
11	Estructura del sistema de Manufactura Esbelta.....	36
12	Estación de Manufactura	39
13	Estándares de seguridad WSR.....	40
14	Símbolos utilizados en Diagramas de Flujo de Procesos.....	42
15	Diagrama de Actividades Relacionadas (REL).....	44
16	Tipos de Flujo Horizontal.....	45
17	Patrones para Líneas de Ensamble	46
18	Factores a considerar para el cálculo de numero de máquinas ...	47
19	Tabla de Preferencias.....	53
20	Work Balance Boards for Operations (WBB)	55

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	CONTENIDO	pp.
21	Layout Galpón de Motores.....	66
22	Galpón de Motores.....	66
23	Área de subensamble de módulos de suspensiones Gabriel de Venezuela S.A.....	67
24	Distribución en planta seleccionada para Fiat Chrysler.....	68
25	Subensamble Central Sub Frame 1-3.....	69
26	Subensamble Central Sub Frame 2-3.....	70
27	Subensamble Central Sub Frame 3-3.....	71
28	Subensamble <i>Caliper</i>	71
29	Subensamble <i>Knucl</i> -Disco.....	72
30	Subensamble Mc Pherson.....	72
31	Ensamble conjunto Disco - Mac Pherson.....	73
32	Ensamble final de la suspensión delantera.....	73
33	Ensamble final de la suspensión trasera.....	74
34	Layout de opciones disponibles.....	80
35	Opción A (Izquierda) y Opción B (Derecha).....	81
36	Diagrama de recorrido de plano propuesto para el ensamble de suspensiones	93

LISTA DE TABLAS

TABLA	CONTENIDO	pp.
1	Tabla de preferencias.....	75
2	Calculo de superficie para la estación 1.....	76
3	Calculo de superficie para la estación 2.....	77
4	Calculo de superficie para la estación 3.....	77
5	Calculo de superficie para la estación 4.....	78
6	Calculo de superficie para la estación 5.....	78
7	Calculo de superficie para la estación 6.....	79
8	Calculo de superficie para la estación 7.....	79
9	Ponderación para Matriz de decisión.....	82
10	Matriz de Ponderación.....	83
11	<i>Work Balance Boards for operations</i> –Caso: Ford Rusia.....	85
12	Tiempo estándar de producción para estaciones.....	87
13	Cuadro de dispositivo de dispositivos y equipos necesarios.....	88
14	Secuencia de ensamble suspensión delantera.....	89
15	Secuencia de ensamble suspensión trasera.....	92
16	Costo de fabricación estimado en la empresa proveedora de suspensiones.....	94
17	Costo estimado de fabricación en Ford Motor de Venezuela S.A.....	95
18	Calculo de porcentaje de ganancia general.....	95



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

**PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN EN EL ÁREA DE MOTORES PARA EL
ENSAMBLE DE SUSPENSIONES EN EL MODELO ECOSPORT PARA LA
EMPRESA FORD MOTOR DE VENEZUELA S.A**

Autor: Anthony Guillermo Castro Rojas

Tutor: Ing. Argenis Ceballos

Fecha: junio 2019

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación es proponer una distribución en el área de motores que optimice el proceso de ensamble de suspensiones de EcoSport de la empresa Ford Motor de Venezuela S.A, la cual dentro de sus estrategias de manufactura transfiere el trabajo de la mayoría de los subensambles de suspensiones a otra empresa que pueda realizarlo de forma más económica y rápida, sin embargo, el cese de relaciones comerciales con su principal proveedor de subensambles ha obligado a la empresa para el lanzamiento de la EcoSport realizarlos en planta, lo que amerita un proceso de redistribución para adaptar dichas operaciones a la línea de producción existente. Para alcanzar dicho objetivo se llevo a cabo un diagnostico siguiendo los principios de ingeniería industrial y un análisis costo beneficio para determinar la factibilidad de la propuesta. La investigación es de tipo proyecto factible, diseño de investigación de campo, con un nivel descriptivo donde se aplicará observación directa y recolección de datos.

Descriptor: Distribución en planta, Factibilidad Técnica, Ensamble, Instalación.

INTRODUCCION

El crecimiento desmedido en los niveles de competencia empresarial a nivel global de las últimas décadas ha llevado a las empresas a buscar nuevas formas de supervivencia procurando el uso de herramientas y técnicas para optimizar su producción y maximizar sus beneficios. Dentro de este marco, las instalaciones industriales deben ser capaces de apoyar los objetivos de la empresa a la vez que garantizan la seguridad y salud de sus trabajadores, por lo tanto, según Hicks (1999) “La responsabilidad del ingeniero industrial es la de diseñar una instalación de producción que elabore el producto especificado a la tasa estipulada de producción a un costo mínimo”, ya que elaborar un producto depende de una buena distribución en planta.

En este sentido, la distribución en planta incluye decisiones acerca de la disposición física de los centros de actividad económica dentro de una instalación procurando que esta ordenación sea económica y eficiente, al mismo tiempo que segura y satisfactoria para el personal que ha de realizar el trabajo. Por lo general, la mayoría de las distribuciones quedan diseñadas eficientemente para las condiciones de partida, sin embargo, si la organización crece o debe adaptarse a cambios internos o externos, esta distribución se volverá inadecuada por lo que se deberá elaborar una redistribución.

Dentro de este orden de ideas, la empresa Ford Motor de Venezuela S.A., se dedica al ensamblaje de vehículos automotores, teniendo entre sus modelos el Fiesta, Explorer, EcoSport, F-250, F-350 y Cargo. Como parte de sus estrategias de manufactura destaca la reducción de la cadena de abastecimiento aplicando el *outsourcing*, es decir, dejar la mayoría de los subensambles en manos de otras empresas que pueden realizarlos de manera más económica y rápida, aportando menos valor agregado y maximizando los beneficios.

Para el lanzamiento de la nueva camioneta EcoSport se presentó el inconveniente de que el proveedor de los subensambles de las suspensiones decidió romper relaciones comerciales con la empresa, por lo que Ford Motor de Venezuela tuvo que tomar la decisión de realizar dichos subensambles en la planta destinando para ello el galpón de motores, lo que plantea un problema de distribución en planta, siendo esto el motivo para el desarrollo del presente proyecto de investigación, el cual estará estructurado de la siguiente manera:

Capítulo I.- La Empresa: se realiza una breve descripción de la empresa detallando su ubicación, sector productivo al que pertenece, reseña histórica, misión, visión, valores, objetivos, estructura organizativa y políticas.

Capítulo II.- El Problema: consiste en una descripción de la situación o realidad problemática, exponiendo de forma clara y precisa el planteamiento, formulación, objetivos, así como, la justificación, alcances y limitaciones del estudio.

Capítulo III.- Marco Referencial Conceptual: se exponen algunos principios, axiomas o leyes que rigen las relaciones de los fenómenos que son partes de la realidad a estudiar y que de alguna manera están incidiendo o son parte de la casualidad o estructura lógica de las explicaciones teóricas de algunas disciplinas científicas. Comprende los antecedentes, bases teóricas y definición de términos básicos.

Capítulo IV.- Fases Metodológicas: es una creación personal cuyas técnicas e instrumentos a utilizar, pueden resultar convenientes a los objetivos que se persiguen. Se inicia determinando las fases metodológicas, para luego definir las técnicas básicas de recolección de datos y hacer un preámbulo de las fases de la investigación.

CAPITULO I

LA EMPRESA

1.1.- Descripción de la Empresa:

Ford Motor Company es una empresa global con sede en Dearborn, Michigan (EEUU) dedicada al ensamble de vehículos automotores. Cuenta con plantas de fabricación de automóviles en Estados Unidos, Canadá, México, Argentina, Brasil, Sudáfrica, Taiwán, China, Unión Europea y Venezuela. Está asociada, además, con la compañía Mazda de Japón, Kia de Corea del Sur, Aston Martin y Jaguar, estas últimas de Gran Bretaña. Está inscrita en la Bolsa de Nueva York y controlada por la familia Ford, aunque con minoría de acciones tienen la mayoría de derechos de voto.

Ford Motor de Venezuela S.A se dedica al ensamblaje de vehículos, para ello cuenta con dos líneas: carga y pasajeros. De igual manera, ofrece sus productos a la venta en el mercado nacional a través de una amplia red de concesionarios, así como también, exporta sus productos a países como Colombia y Ecuador. Por otra parte, destaca la venta de partes y repuestos para los vehículos que ofrecen en el mercado, así como, asistencia integral, servicio técnico general y atención inmediata sin previa cita.

1.2.- Reseña histórica de la empresa:

El 16 de junio de 1903, Henry Ford y once socios fundaron en la avenida Mack de la ciudad de Detroit, Michigan (EEUU), con un capital de apenas 28 mil dólares, lo que se convertiría en una de las corporaciones más grandes del mundo: Ford Motor Company. Durante los primeros 15 meses desde su fundación se vendieron 1700 carros modelo A, siendo el primero de una generación de diecinueve modelos.

Entre los primeros modelos desarrollados por Ford, destaca el memorable Modelo T, primer auto global de la industria que apareció en el mercado el 1 de octubre en 1908 y se comenzó a vender en Venezuela en 1911, incluía novedades que otros vehículos no ofrecían como el volante situado en el lado izquierdo y un conjunto bloque de motor, cárter y cigüeñal en una sola unidad, utilizando una aleación ligera y resistente de acero de vanadio.

Ford también se preocupó por instaurar una publicidad masiva en Detroit, asegurándose de que en cada periódico aparecieran historias y anuncios sobre sus nuevos productos. Su sistema de concesionarios locales permitió que el automóvil estuviese disponible en cada ciudad de Estados Unidos. Por su parte los concesionarios fueron enriqueciéndose y ayudaron a publicitar la idea misma del automovilismo, comenzándose a desarrollar los clubes automovilísticos para ayudar a los conductores y salir más allá de la ciudad. Las ventas se dispararon, durante varios años se iban batiendo los propios records del año anterior.

Por su parte, siempre persiguiendo la reducción de costos y el aumento de la eficiencia, Ford introdujo en 1913 a sus plantas la línea de ensamblaje para el proceso de producción, estos métodos impulsaron la producción en masa de vehículos, convirtiéndose rápidamente en un símbolo que impulso una revolución tanto urbana como industrial. Para 1932 se convirtió en la primera compañía en la historia que fundió con éxito un bloque de motor V-8 en una sola pieza, por lo que el modelo Ford V-8 represento el liderazgo automotor durante varios años. A partir de 1942, la compañía dedico todos sus recursos al esfuerzo bélico de Norteamérica, que se materializo en 8.600 bombarderos B-24, 57.000 motores de aviones, más de 250.000 jeeps, tanques, destructores de tanques y otras piezas de máquinas de guerra, hasta 1945 cuando retorna a los modelos comerciales, que mantiene hasta nuestros días, siendo catalogada como el segundo mayor fabricante de automóviles con sede en Estados Unidos y el quinto más grande del planeta con un beneficio neto de 4.596 billones de dólares.

El 27 de octubre de 1962 Ford Motor comenzó el ensamblaje de vehículos en Venezuela, en su planta ubicada en la Zona Industrial de Valencia, siendo el primer carro en salir de su línea de montaje el Ford Falcon. En más de 50 años, Ford ha introducido en el mercado venezolano modelos que han hecho historia como el Maverick, la pick-up F-150, el Sierra Scort, Festiva, Fiesta, Laser, los camiones F-150, F-350, F-7000 y F-8000. Además de los utilitarios Bronco, seguido de uno de los mayores *best sellers* de la historia: la Explorer.

La planta Ford en Valencia, ha obtenido reconocimientos y certificaciones nacionales e internacionales, otorgándole en 1993 el galardón Q1, reconocimiento corporativo que se entrega a las plantas de ensamblaje que cumplen a cabalidad con las normas de calidad mundial. En 1996 recibió la certificación internacional ISO 9001, por parte de FONDONORMA, reconociendo su Sistema de Gestión de Calidad. Por otra parte, dentro del marco de la sustentabilidad y cuidado del planeta en 1998, se certificó el Sistema de Gestión Ambiental bajo la norma ISO 14001 por parte de *Lloyd's Register Quality Assurance*.



Figura 1. Ford Motor de Venezuela S.A., Planta Valencia.

Fuente: Imagen satelital tomada de Google Maps, (2018).

1.3.- Misión, Visión, Valores y Objetivos de la Empresa:

1.3.1.- Misión:

“Ser la Compañía líder mundial en productos y servicios automotrices, orientada hacia el consumidor” (Ford Motor de Venezuela S.A, 2018; p.s/n).

1.3.2.- Visión:

“Somos una familia global diversa, con una tradición de la cual estamos orgullosos, comprometida con pasión a ofrecer productos y servicios excepcionales que mejoren la calidad de vida de las personas”

1.3.3.- Valores:

“El cliente en nuestra máxima prioridad, hacemos lo que sea correcto para nuestros clientes, nuestra gente, nuestro ambiente y nuestra sociedad. Mejorando todo lo que hacemos, proporcionamos retornos superiores a nuestros accionistas” (Ford Motor de Venezuela S.A. op. cit.; p.s/n).

1.3.4.- Objetivos de la Empresa:

- Promover alternativas de movilidad para las personas alrededor del mundo, ofreciendo productos y servicios excepcionales que mejoren la calidad de vida de las personas.
- Establecer una secuencia de productos orientados hacia el cliente de una manera estable y pronosticable al menor costo total en el menor tiempo posible con la más alta calidad, alineando la capacidad de la organización con la demanda del mercado.
- Crear grupos de trabajo efectivo, donde se generen cero desperdicios, cero defectos, en el que se optimice el tiempo de ciclo de producción.
- Lograr la participación en el mercado, desarrollando e implementando programas de satisfacción al cliente que sean aplicables a partes y servicios, y

mejorando la red de concesionarios y distribuidores independientes que ofertan los productos de la empresa. (Ford Motor de Venezuela S.A. op. cit.; p.s/n).

1.4.-Políticas de la empresa

1.4.1.- Política Ambiental:

La política ambiental de Ford Motor de Venezuela S.A., empresa dedicada al ensamblaje de vehículos, es ser una organización con alto sentido de responsabilidad en la protección del medio ambiente, asumiendo el compromiso de cumplir con las políticas corporativas de Ford Motor Company, y cuando sea posible, superar los requerimientos legales del país, al igual que otros requisitos como la reducción y seguimiento en la generación de desechos, minimización de la contaminación y a la reducción de impactos adversos en el ambiente.

En el marco del principio de mejora continua de su desempeño ambiental la empresa establece objetivos ambientales que son periódicamente revisados, tomando en cuenta los objetivos del negocio, los puntos de vista de los empleados y de la comunidad en general.

Esta política ambiental cubre todas las actividades de Ford Motor de Venezuela S.A directa o indirectamente relacionadas con el ensamblaje de vehículos y distribución de partes y accesorios, con el compromiso de gerenciar las operaciones, procesos materiales y personal para reducir el impacto al ambiente de las actividades. En este mismo orden de ideas, el Sistema de Gestión Ambiental identifica y maneja los aspectos ambientales más significativos, con especial énfasis en:

- Tratamiento y control de descarga de aguas industriales de desecho para ayudar al saneamiento del Lago de Valencia
- Control de efluentes sanitarios
- Reducción, reúso y reciclaje de desechos y material de empaque, como también su seguimiento hasta la disposición final

- Uso eficiente de la energía
- Control de las emisiones atmosféricas
- Conservación de recursos naturales

(Ford Motor de Venezuela S.A. op. cit.; p.s/n).

1.4.2.- Política de Calidad:

La calidad está en el corazón de todos los procesos realizados e impulsa la mejora continua en todas las funciones aplicando su propio Sistema Operativo de Calidad Global para garantizar que los vehículos cumplan o superen los objetivos competitivos y de desempeño, así como las expectativas del cliente, en cada etapa de su desarrollo y fabricación.

La empresa utiliza una combinación de medidas internas y externas para evaluar el estatus actual y la proyección a futuro del producto en cuanto a la aplicación de medidas de mejora de la calidad, en este contexto, se realiza un seguimiento interno de los reclamos de garantía y los costos, además de la adopción de nuevas tecnologías de vanguardia y las mejoras en las estaciones de trabajo que mejoran las condiciones ergonómicas y de operación que influyen en forma directa en el grado de identificación de los trabajadores con los valores de la empresa e inciden en un mayor índice de satisfacción de los clientes.

1.4.3.- Política de Seguridad

La protección de la seguridad y salud de los trabajadores es un elemento fundamental de las decisiones de la empresa, en el marco de la corresponsabilidad, requiriendo que todos los trabajadores fomenten las acciones y condiciones seguras e informen a su supervisor inmediato, representante sindical o delegado de prevención apropiado sobre cualquier práctica o condición no alineada con las políticas de la compañía.

Asimismo, se establecen roles dentro de la empresa, los miembros de la gerencia tienen un rol de liderazgo activo para asegurar la integridad biopsicosocial de los trabajadores haciendo que esta política se convierta en una parte integral del trabajo diario, en cada tarea ejecutada y en la mejora continua de la protección de los trabajadores. En este contexto la política en materia de Salud, Seguridad y Ambiente de Ford Motor de Venezuela S.A., comprende lo siguiente:

- Promover la mejora continua en los indicadores de Salud, Seguridad y Ambiente de todos los trabajadores, mediante la continua aplicación de programas efectivos de prevención y comunicación, con la participación activa de todos los trabajadores, supervisores, representantes sindicales y delegados de prevención.
- Alcanzar la meta de cero lesiones a personas y cero daños al ambiente, equipos, material y/o propiedades de la compañía, a través del fomento de prácticas y/o condiciones seguras de manera continua.
- Asegurar el orden, la limpieza, el mantenimiento y la organización en todos los lugares de la planta de ensamblaje y de la empresa en general.
- Cumplir con todas las regulaciones gubernamentales y corporativas en materia de Salud, Seguridad y Ambiente.
- Desarrollar e implementar programas de entrenamiento a todo el personal para reforzar sus conocimientos y competencias en materia de Salud, Seguridad y Ambiente.
- Desarrollar programas de promoción de la seguridad y salud en el trabajo, de prevención de accidentes y enfermedades ocupacionales, de recreación, de utilización del tiempo libre, descanso y turismo social. (Ford Motor de Venezuela S.A; p.s/n).

1.5.- Procesos Básicos, Productos y Servicios:

1.5.1.- Procesos Básicos:

Ford Motor de Venezuela S.A es una empresa manufacturera dedicada al ensamblaje de vehículos, a la exportación e importación de vehículos terminados, partes y repuestos automotores y electrónicos, todo ello a través de una extensa red de concesionarios, así como también, por medio de los acuerdos internacionales suscritos por Venezuela, favoreciendo de esta manera a la generación de divisas para el país. De igual manera, la empresa realiza inversiones que contribuyen a apuntalar la confianza para la captación de nuevos capitales, la formación de personas y la creación de herramientas que favorecen la evolución tecnológica del negocio en todos sus aspectos.

1.5.2.- Productos y Servicios:

Ford Motor de Venezuela S.A ofrece a sus clientes:

(a) Vehículos: carros, camiones y camionetas ensamblados en su planta de Valencia (Ford Motor de Venezuela S.A. op. cit.; p.s/n).



Figura 2. Catalogo actual de productos ensamblados en la Planta Valencia.

Fuente: Imágenes de Ford Motor de Venezuela S.A, (2018)

(b) Plan Ford: sistemas de ventas programadas de vehículos que brindan la posibilidad de adquirir un vehículo Ford cero kilómetros, sin inicial, sin intereses y con un mínimo de requisitos. Para ello, los clientes forman grupos de 144 personas y aportan fondos mensualmente, siendo que, con estos fondos, cada grupo compra automóviles que son distribuidos entre sus miembros (Plan Ford, op. cit.; p.s/n).

(c) Ford Credit: servicio de acceso vía internet para aquellos clientes que han adquirido vehículos con el Plan Ford y deseen acceder a su cuenta para consultar diferentes aspectos de la misma (Ford Credit, op. cit.; p.s/n).

1.6.- Estructura de la Empresa:

1.6.1.- Estructura física de la Empresa:

La planta física de Ford Motor de Venezuela tiene una extensión total de 416.345 m². Está conformado por sus instalaciones y una capacidad máxima de 2000 trabajadores y de producción de 300 unidades por día. En este mismo orden de ideas, la estructura física comprende: un edificio administrativo, planta de ensamblaje, almacén de material por lotes, almacén de motores y cauchos, galpón de salvamento, galpón de motores, talleres de montacargas, matricería, carpintería, soldadura, taller mecánico, CAI (área de inspección final), laboratorio, servicio médico, banco y comedor.

Adicionalmente, cuenta con una planta de producción de energía, una de tratamiento de aguas, surtidores de gasolina y gas, compresores, calderas, pozos y tanques de agua, centrándose estos servicios en el consumo destinado al uso de herramientas neumáticas en planta, la generación de energía y el uso del agua suavizada en el área de pintura.

1.6.2.- Estructura organizacional de la empresa:

La estructura organizacional es la división de todas las actividades de una empresa que se agrupan para formar áreas o departamentos, estableciendo autoridades, que a través de la organización y coordinación buscan alcanzar los objetivos de las instituciones.

En este sentido, Ford Motor de Venezuela S.A., tiene una estructura organizacional que está orientada a la elaboración de productos de clase mundial, asegurando la producción impecable de vehículos de alta calidad de forma eficiente, segura y sostenible, del mismo modo, con la finalidad de garantizar la permanencia de la empresa, la satisfacción de los clientes y el mejoramiento del nivel de vida mediante el empleo de un recurso humano altamente calificado, a razón de ello, la empresa posee la siguiente estructura organizativa:

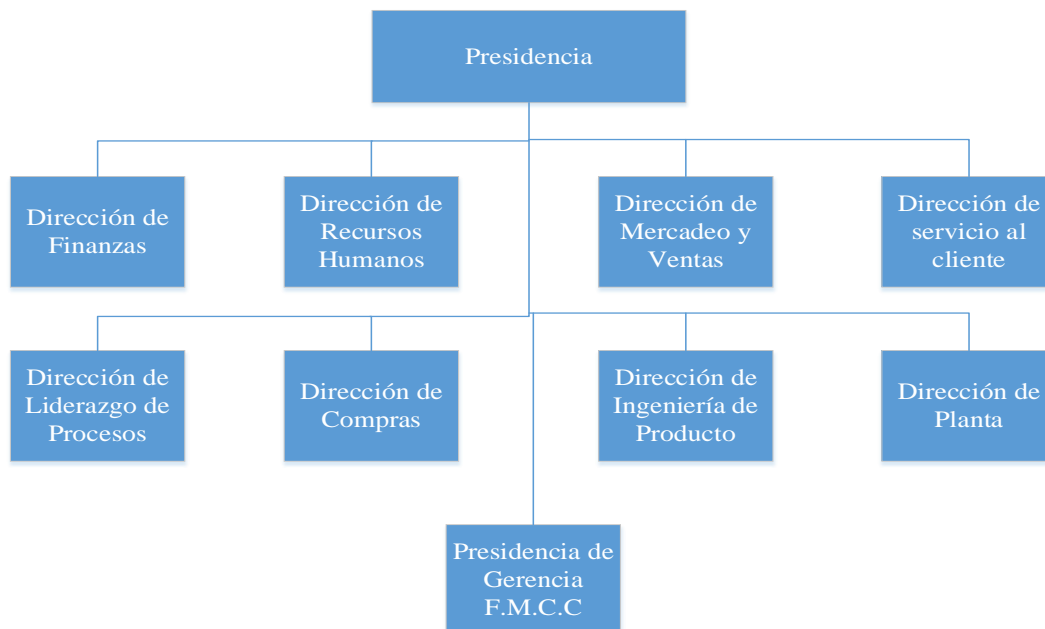


Figura 3. Estructura organizativa de Ford Motor de Venezuela S.A.

Fuente: Dirección de Operaciones de Planta (2013)

1.7.- Descripción del Departamento:

El departamento de *Vehicle Operation Manufacturing Engineer* (VOME), es el área encargada de planificar y ejecutar la incorporación de nuevos equipos, herramientas y facilidades, adopción de procesos requeridos en planta, para ensamblar nuevos modelos de vehículos bajo los estándares de calidad y aceptación, de acuerdo al *Vehicle Operations Structures Standards* (VOSS), así como mejorar la infraestructura de la organización.

En el departamento se realizan constantes estudios del proceso en general, para la elaboración de proyectos de mejora de cada uno de los procesos, aumentando su eficiencia y mejorando a su vez las condiciones de trabajo del operario a través de estudios ergonómicos continuos a los puestos de trabajo. (VOME, op. cit.; p.s/n).

1.7.1.- Misión del Departamento:

Proporcionar un excelente servicio que satisfaga las necesidades de los clientes, mediante un equipo de personas proactivas que mejoren constantemente los procedimientos y controles a fin de adaptarlos a los nuevos requerimientos.

1.7.2.-Estructura del departamento:

Responsable de la planificación, adquisición, instalación, capacidad y lanzamiento de sistemas de fabricación de última generación para producir nuevos vehículos en plantas de fabricación y ensamble. Los ingenieros de VOME dirigen los proyectos desde el inicio del programa, pasando por las fases de diseño, prueba y lanzamiento, hasta la producción en masa. Para ello se organizan siguiendo la estructura a continuación:

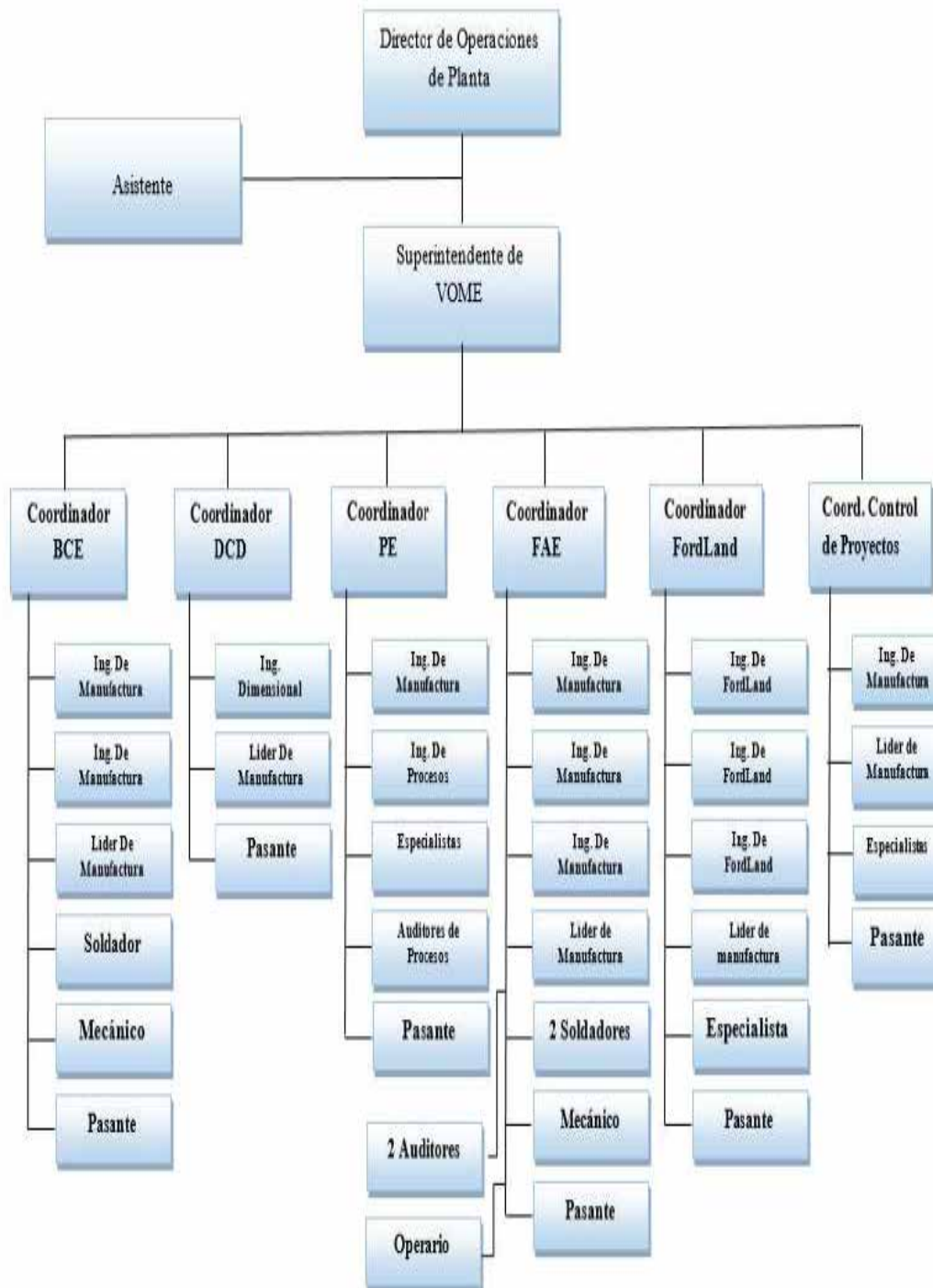


Figura 4. Estructura organizativa del departamento de manufactura.

Fuente: Dirección de Operaciones de Planta (2013)

1.8.- Actividades a desarrollar durante el periodo de pasantías:

Dentro del departamento *Vehicle Operation Manufacturing Engineer* (VOME), se desarrollaron un conjunto de actividades durante un periodo de 12 semanas. Dichas actividades se enlistan de la siguiente forma:

- Cursos de inducción y conocimiento de la organización
- Cursos de inducción corporativos
- Levantamiento en Autodesk Auto CAD del layout de ciertas áreas de la planta, así como, elaboración de planos eléctricos y de aguas blancas.
- Elaboración de manuales de mantenimiento de diversas áreas del comedor
- Apoyo en las tareas de diagnóstico, planificación, control y seguimiento de los proyectos de mantenimiento y re-arreglos a diversas áreas de la planta
- Levantamiento de la información del proceso de ensamble de la suspensión delantera y trasera de EcoSport.
- Elaboración de croquis del área de motores
- Estudio de estándares de diseño de puestos de trabajo *Workstation Readiness*
- Estudio de estándares de ergonomía y seguridad VOSS
- Generación y análisis de soluciones al problema puestos de trabajo para el sub-ensamble y ensamble de suspensiones de EcoSport.
- Estudio de factibilidad de la propuesta
- Presentación de la propuesta de diseño de distribución en el área de motores para el ensamble de suspensiones de EcoSport.
- Asistencias a las caminatas ambientales y de seguridad
- Elaboración y seguimiento de órdenes de cotización y de compra para suministros solicitados por el departamento
- Mediciones diversas requeridas en áreas de la empresa
- Apoyo en las tareas que se pudieran presentar en el departamento

CAPITULO II

EL PROBLEMA

Todo problema aparece a raíz de una dificultad, la cual se origina a partir de una necesidad en la que aparecen dificultades sin resolver. Es el resultado de una profunda y serena reflexión, realizada por el investigador que le permite formular el problema que se pretende resolver con la investigación.

De acuerdo con Heinz Dieterich (2001) “el planteamiento del problema es la delimitación clara y precisa... del objeto de investigación...”. Ahora bien, como señala Ackoff (1967) un problema bien planteado esta parcialmente resuelto; a mayor exactitud corresponden más posibilidades de obtener una solución satisfactoria.

2.1.- Descripción del Problema:

El primer automóvil con motor de combustión interna se le atribuye a Karl Friedrich Benz, en la ciudad de Mannheim (Alemania) en 1886 con el modelo *Benz Patent-Motorwagen*. En 1900, la producción masiva de automóviles ya había empezado en Francia y Estados Unidos. En 1908 Henry Ford comenzó a producir automóviles en una cadena de montaje, sistema totalmente innovador que le permitió alcanzar cifras de producción hasta entonces impensables.

En principio, este medio de transporte tenía una finalidad: superar las limitaciones de los carros tirados por caballos y proporcionar autonomía a los conductores. Sin embargo, estos objetivos han sido superados ampliamente. En nuestros días la industria automotriz es una de las más importantes del mundo, teniendo una influencia inmensa influencia en la política, la economía y la sociedad en general.

Dentro de este marco, el sector automotriz ha sufrido en los últimos diez años una profunda transformación que llevo a las grandes compañías ensambladoras a aportar directamente cada vez menor producción de valor agregado al proceso de elaboración de vehículos automotores. Dicha transformación, ha introducido al sector automotriz en una dinámica de muy alta competitividad, donde se busca que la cadena de abastecimiento sea lo más corta posible y de esta manera lograr el menor costo de producción a nivel global. En palabras de Bianchi y Lee (1999) “... se observa como resultado de la fragmentación de la producción, [que]se origina automáticamente un proceso intenso de “tercerización” (*outsourcing*) de la producción, intensificando la conformación de redes empresariales integradas por medio de cadenas logísticas de suministro”

En este sentido, Ford Motor de Venezuela S.A., dentro de sus estrategias de manufactura transfiere el trabajo de la mayoría de los subensambles de suspensiones a otra empresa que pueda realizarlo de forma más económica y rápida, con el objetivo de reducir los costos de producción, eliminar desperdicios, disminuir la variabilidad de sus procesos y sus inventarios. Sin embargo, el cese de relaciones comerciales con su principal proveedor de subensambles ha obligado a la empresa para el lanzamiento de la EcoSport realizarlos en planta, lo que amerita un proceso de redistribución para adaptar dichas operaciones a la línea de producción existente.

Según Barón y Zapata (2012) la distribución en planta ha adquirido gran importancia, ya que dicha actividad era considerada como una ciencia, pero teniendo en cuenta el competitivo mercado mundial actual se empezó a considerar como una estrategia decisiva para la supervivencia de pequeñas y grandes empresas, las cuales han empezado a preocuparse y analizar con mayor grado de profundidad, el comportamiento de los ingresos, los costos y los elementos que conllevan en ellos. Actualmente, las empresas estudian su distribución en busca del mejoramiento continuo ya que han sido afectadas por cambios en el volumen de producción, en los procesos y en la tecnología.

En consideración a lo anterior, es importante acotar que todo proceso de distribución en planta debe contemplar los espacios necesarios para los movimientos, el almacenamiento, los colaboradores directos o indirectos y todas las actividades que tengan lugar en dicha instalación. Se debe considerar además el factor seguridad y ergonomía desde el diseño, el cual es una perspectiva vital desde la distribución, de esta manera se contribuye a la realización de un trabajo seguro que incrementa la moral del trabajador aumentando a su vez la productividad.

En la figura 5 se representa el Diagrama de Ishikawa para la identificación del problema de estudio en la investigación:

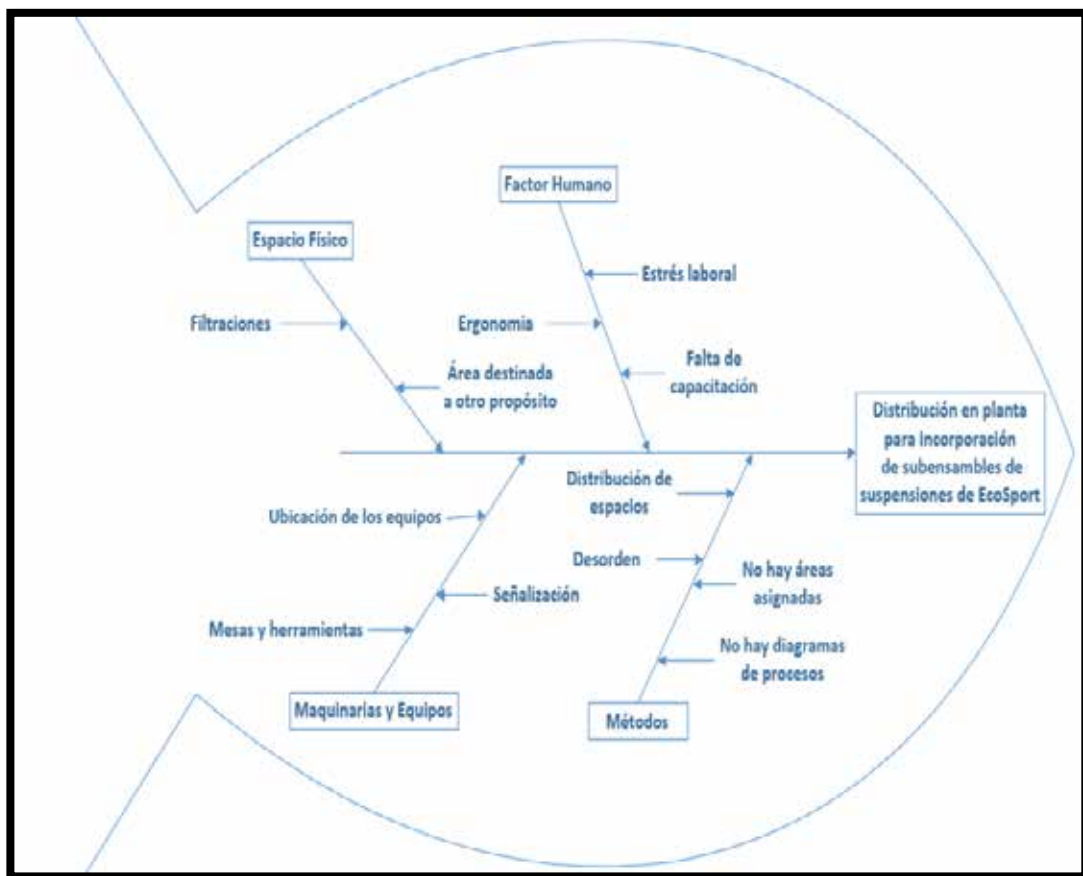


Figura 5. Diagrama de Ishikawa. Descripción del problema

Fuente: Castro Anthony. (2018)

2.2.- Formulación del Problema:

¿Qué estrategias debe implementar Ford Motor de Venezuela S.A., para implementar una distribución en planta que optimice el proceso de elaboración de suspensiones de EcoSport?

2.3.- Objetivos de la investigación:

Objetivo General:

Proponer una distribución en el área de motores que optimice el proceso de ensamble de suspensiones de EcoSport de la empresa Ford Motor de Venezuela S.A.

Objetivos específicos:

- Diagnosticar el área donde se van a realizar los subensambles de las suspensiones de EcoSport
- Analizar los requerimientos en cuanto al producto, procesos y recursos.
- Diseñar una propuesta de distribución en el área de motores que integre los subensambles al proceso.
- Evaluar la factibilidad técnica y económica de la propuesta.

2.4.- Justificación:

Realizar el diseño y distribución en planta de manera eficiente y adecuada no es algo fácil de llevar a cabo debido a un gran número de factores técnicos y humanos a considerar, ya que una planta industrial es un sistema complejo donde interactúan máquinas, materiales y hombres. Es evidente, que la forma de orientar los medios productivos influye en la concepción de la instalación, en los medios de manutención y almacenamiento a emplear. Inicialmente se concibe la planta para unos productos que requieren procesos específicos, la aparición de nuevos productos o de nuevos procesos originan problemas de distribución en planta, que implica la organización de los recursos para garantizar una producción eficiente.

Según Muther (1968) “La distribución en planta es un fundamento de la industria. Determina la eficiencia y en algunos casos, la supervivencia de una empresa”. En base de lo planteado, resulta de vital importancia para el proceso productivo de la EcoSport incorporar a su línea de producción un área para los subensambles necesarios de las suspensiones trasera y delantera. Por lo que debe realizarse un estudio detallado de las necesidades de la empresa, del proceso productivo y en general de todos los aspectos necesarios para desarrollar un correcto diseño y distribución en planta logrando la optimización de los procesos involucrados.

A partir de los resultados de este estudio deben obtenerse para la Empresa una distribución en planta que se adapte fácilmente a las variaciones del volumen de producción, que ahorre costos y asegure la fluidez del trabajo, materiales y servicios conexos y que a su vez brinden mejores condiciones de seguridad industrial y salud ocupacional a sus operarios.

En síntesis, conforma una investigación viable enmarcada en el área de Calidad, Productividad e Ingeniería de Métodos, siguiendo la línea de Ergonomía y Diseño de Puestos de Trabajo contemplada por la Universidad José Antonio Páez. Siendo un ejemplo de la alta variedad que existe en cuanto a las áreas donde se pueden realizar proyectos de mejoramiento y optimización, que puede ser llevadas a cabo en otras entidades productivas, incluso en aquellas que no estén relacionadas con la industria automotriz.

2.5.- Alcances:

Esta investigación se enmarca en el diseño de una distribución que incorpore los procesos de subensamble de suspensiones delantera y trasera y optimice a su vez el proceso de ensamble general, planificando la disposición de materiales, mano de obra, maquinarias, equipos, herramientas y servicios auxiliares. Asegurando la seguridad y salud de los operarios, siguiendo los estándares Ford.

2.6.- Limitaciones:

- Por razones ajenas a la presente investigación la producción suele detenerse, ya sea por falta de materia prima o por desarrollo de otras actividades consideradas prioritarias, lo que puede dificultar el proceso de control y seguimiento.
- La investigación está limitada al área de ensamble de motores, por decisión de la empresa.
- Disponibilidad de tiempo del autor para el proceso investigativo motivado a diversos factores externos (transporte, estudios, otras actividades propias del periodo de pasantías, entre otros).
- La empresa proveedora de las piezas subensambladas no entregó detalles sobre el proceso productivo; como hojas y diagramas de procesos, entre otros.
- El estudio está limitado al nivel de propuesta, pues la implementación depende directamente de las decisiones tomadas por la empresa en cuanto al nivel de producción y lanzamiento.

CAPITULO III

MARCO REFERENCIAL CONCEPTUAL

El marco teórico nos amplía la descripción del problema, integra la teoría con la investigación y sus relaciones mutuas, en la teoría del problema, se indaga sobre los elementos que se desprenden del diseño de distribución en planta para el subensamble y ensamble de suspensiones para la EcoSport en la empresa Ford Motor de Venezuela S.A. Así como también, se realiza la sustentación de la presente investigación en trabajos de autores que aportan valiosos conocimientos para un acertado enfoque del problema.

3.1.- Antecedentes:

Los antecedentes son los trabajos realizados, relacionados con el objeto de estudio presente en la investigación que se está haciendo. En este mismo orden de ideas, representa un aporte que permite detectar, obtener y consultar otros materiales que puedan ser útiles al proceso investigativo.

Un primer trabajo corresponde al Trabajo de Grado elaborado por González (2018), egresada de la Universidad José Antonio Páez, titulado: **“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA PARA EL ENSAMBLE DE MÓDULOS DE SUSPENSIÓN DELANTERO Y TRASERO DEL VEHÍCULO MODELO FORZA (BK) EN FIAT CHRYSLER AUTOMÓVILES DE VENEZUELA, L.L.C”**, donde detalla la dificultad de la empresa en cumplir con lo establecido en la Gaceta Oficial N° 41.253, la cual obliga a las empresas ensambladoras a integrar un 35% de producción nacional en los ensambles de vehículos, debido a que la empresa proveedora de los módulos de suspensión les notifico el cierre de la línea de producción, la empresa debe elaborar un estudio de factibilidad técnica que permita el ensamble de los módulos de suspensión delantero y trasero en sus instalaciones.

Este trabajo se enmarca dentro de la modalidad de proyecto factible, con un diseño de campo de tipo descriptivo y explicativo. Se tomó como población a los trabajadores del área de ensamble de módulos de suspensión de la empresa proveedora, donde se buscó la elaboración de métodos explicativos en el cual se puedan observar secuencias de causa – efecto. La metodología empleada para el diseño y evaluación serán tomadas como referencia para el desarrollo de la presente investigación.

Por otra parte, el trabajo realizado por González y Tineo (2016), egresados de la Universidad Señor de Sipán (Perú) titulado: **“REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA HILADOS RICHARDS S.A.C – CHICLAYO 2015”**, destaca que el crecimiento acelerado de las ventas y nivel de producción han llevado que la distribución original se haya convertido en una barrera para un flujo acelerado de producción, que permita a la empresa cumplir con la demanda, siendo el principal problema las distancias recorridas ya sea por materiales, herramientas o estaciones que genera pérdidas de tiempo y por consecuencia aumento de costos. Por lo que el objetivo planteado fue el de elaborar una redistribución en planta que permita mejorar la productividad.

Este es un estudio descriptivo y aplicativo, dentro de un diseño cuantitativo y no experimental porque no existe manipulación de las variables. La redistribución propuesta comprende la redistribución de la maquinaria, eliminando las que se encuentren en desuso, así como, la redistribución de los almacenes para un mejor control de los mismos, disminución del recorrido y tiempos de espera. La propuesta fue evaluada mediante un análisis de productividad y uno de costo – beneficio el cual dio como resultado que dicha propuesta aumenta la productividad en un 24% respecto a los tiempos de producción y es económicamente factible ya que la empresa puede recuperar la inversión en la redistribución en un año. Estos estudios serán tomados como referencia para el desarrollo de la presente investigación.

Otro trabajo, corresponde al Informe de Pasantías elaborado por Villamizar (2013), egresado de la Universidad José Antonio Páez titulado: **“PROPUESTA DE MEJORA EN REDISTRIBUCIÓN EN EL ÁREA DE CONVERSIÓN TAPE CON EL FIN DE REDUCIR LOS RECORRIDOS Y EL TIEMPO DE DESARROLLO DE LOS PRODUCTOS”**. Este trabajo se realizó en la empresa 3M de Venezuela Manufacturera S.A., donde se identificaron deficiencias relacionadas al manejo de materiales en el proceso de producción que originaba desperdicios de material y tiempo que incidían negativamente en los costos, por lo que el objetivo planteado fue el de implementar una propuesta de distribución, para esto se incluyó un nuevo layout del área y la reubicación de las máquinas.

La metodología empleada fue la elaboración de una investigación enmarcada en la modalidad de proyecto factible, con diseño de campo y nivel descriptivo. En la fase de Análisis de la Situación Actual se utilizaron herramientas de Manufactura Esbelta que permitieron describir la situación problema, como el Justo a Tiempo, Kaizen, Diagramas de Operación de Proceso, Diagramas de Flujo de Operaciones, entre otras. Estos métodos de aplicación servirán de referencia para el desarrollo de la fase de diagnóstico del presente estudio.

Seguidamente, Benavides y Quiroga (2013) egresados de la Universidad de Bogotá en su Trabajo de Grado titulado **“IMPLEMENTACION DE LA DISTRIBUCION EN PLANTA EN LA MANUFACTURERA DE ARTICULOS DE SEGURIDAD KADIS E.U”**., buscaban implementar una distribución en planta que mejore el proceso de producción de cajas fuertes, cofres, cajas y puertas de seguridad, así como, un mejor funcionamiento de la empresa con el objeto de cumplir con los tiempos de entrega y aprovechar al máximo los recursos que tienen disponibles para minimizar el desperdicio de material que incide negativamente en los costos de producción, por lo que se tuvo que plantear una redistribución en planta utilizando diferentes herramientas de ingeniería para la elaboración del *Plan Layout*.

La investigación se insertó bajo la modalidad de proyecto factible, con diseño de campo y nivel descriptivo. Las técnicas e instrumentos fueron la observación directa, la encuesta a clientes y trabajadores y la revisión documental, llegando a la conclusión que una correcta distribución en planta permite mejorar los procesos productivos, crear un ambiente de trabajo más seguro y organizado, que incide en la motivación de los operarios, producción optima y reducción de riesgos. Este trabajo presenta una gran contribución a la presente investigación ya que aportó los conocimientos necesarios para elaborar los indicadores de evaluación de la propuesta.

Por su parte, Panyella (2011) egresada de la Universidad Católica Andrés Bello en su Trabajo de Grado titulado **“PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN DE LA MAQUINARIA, EQUIPOS Y PUESTOS DE TRABAJO DE UNA PLANTA MANUFACTURERA DE PASTILLAS PARA FRENOS”**, detalla el proceso productivo de la empresa Driff C.A., así como, la caracterización de los productos elaborados en función de su promedio de ventas y los recursos e insumos, basados en los registros de la empresa y la observación para así proponer una redistribución que optimice el proceso productivo, flujo de materiales y distancias entre estaciones de trabajo. Obteniendo la información mediante la observación directa y datos suministrados por la propia empresa, apoyados en elementos de análisis como diagramas, hojas de revisión y comprobación del manejo de materiales, entrevistas directas, entre otros.

La investigación se llevó bajo la modalidad de proyecto factible, con un nivel descriptivo y documental. El análisis del manejo de materiales permitió determinar fallas en el almacenamiento de productos en proceso y productos terminados, así como en el registro de los materiales, además de presentar recorridos innecesarios en su traslado lo que permitió dentro de la propuesta de redistribución establecer mejoras al proceso de manejo de materiales, lo que supone la optimización del proceso productivo. Este trabajo servirá como referencia en cuanto al enfoque dado al manejo de materiales y la metodología aplicada para su correcta implementación.

3.2.- Bases Teóricas:

Las bases teóricas amplían la descripción del problema al integrar la teoría con la investigación y sus relaciones mutuas. Mijares y García (2007) plantean que, en términos generales, representa la “explicación” teórica para comprender la naturaleza del hecho investigado. En este orden de ideas y con la finalidad de atender los objetivos, sustentar el estudio y aplicaciones correspondientes a la propuesta se procede a la conformación de una síntesis conceptual sustentada en la teoría de autores conocidos, los cuales se muestran a continuación:

3.2.1.- Distribución en Planta:

Gómez y Núñez (2005) establecen que la distribución en planta “Es el arreglo y localización de equipos de producción, maquinarias, centros de trabajos y recursos auxiliares y actividades... con el propósito de lograr la máxima eficiencia en la producción de bienes o en el suministro de servicios al consumidor”. En general existen una gran variedad de síntomas que nos indican si una distribución precisa ser replanteada. Las buenas distribuciones son proyectadas a partir de la maquinaria y el equipo, los cuales se basan en procesos y métodos, por ende, siempre que una iniciativa de redistribución se proponga se deberá reevaluar los métodos y procesos.

Según Muther (1970), los objetivos fundamentales de la distribución en planta son los siguientes:

- Integración conjunta de todos los factores que afecten la distribución
- Movimiento del material según distancias mínimas
- Circulación del trabajo a través de la planta
- Utilización efectiva de todo el espacio
- Satisfacción y seguridad de los trabajadores
- Flexibilidad de ordenación para facilitar cualquier reajuste

3.2.1.1.- Elementos básicos en la preparación de la Distribución en Planta:

Los elementos básicos en los que se fundamenta un problema de Distribución en Planta son los siguientes:

(a) El Producto: denotado P, define a los materiales fabricados en la planta, la materia prima, las piezas compradas, así como productos terminados y semiterminados.

(b) La Cantidad - Q (del inglés "*Quantity*"): representa el volumen de material, productos fabricados o materiales empleados. Estos pueden ser valorados por el número de piezas, por toneladas, por metros cúbicos, por valor producido o vendido.

(c) Recorrido – R: puede definirse como las actividades realizadas durante el proceso y el orden de secuencia de las operaciones. Las máquinas y las instalaciones necesarias dependerán de las operaciones seleccionadas para modificar la configuración o características de los materiales. El recorrido depende del orden de las operaciones y estas a su vez, son determinadas por el proceso a seguir y el orden de los mismos.

(d) Servicios Anexos: identificado como S, estos son actividades y funciones que son necesarios para cumplir con la función efectivamente. Los servicios sanitarios, el comedor, el servicio médico, las oficinas de producción, los muelles de carga y descarga, recepción y despacho y las áreas de almacén son ejemplos de esto y en conjunto ocupan más espacios que los departamentos de producción propiamente dichos, de ahí la importancia de prestarle atención a estos elementos.

(e) Tiempo: se denota T, permite precisar cuándo se deben fabricar los productos. También influye en las operaciones, ya que es el tiempo empleado en cada operación el que determinará, en parte, el proceso y elección de las máquinas. Durante las operaciones este será uno de los elementos fundamentales para equilibrar las estaciones de trabajo, las instalaciones y la mano de obra.

3.2.1.2.- Tipos de Distribución en Planta:

Los tipos clásicos de distribución son tres:

(a) Distribución por posición fija: es decir, permaneciendo el material en situación invariable. Se trata de una distribución en la que el material o el componente permanecen en un lugar fijo; todas las herramientas, maquinarias, hombres y otras piezas del material concurren a ella. Todo el trabajo se hace con el componente principal estacionado en una misma posición. Ejemplos de este tipo de distribución son astilleros, aeronáutica, locomotoras, equipos espaciales, entre otros.



Figura 6. Astilleros, ejemplo de Distribución por Posición Fija.

Fuente: J. Albertos.

(b) Distribución por proceso: en ella todas las operaciones del mismo proceso están agrupadas. Las operaciones similares y el equipo están agrupados de acuerdo con el proceso o función que llevan a cabo. Ejemplo de organizaciones que presentan este tipo de distribución son algunas plantas industriales que se dedican a la elaboración de productos de tamaño pequeño con procesos de fabricación intermitentes tales como talleres mecánicos, empresas dedicadas a la fabricación de tejidos, entre otros.

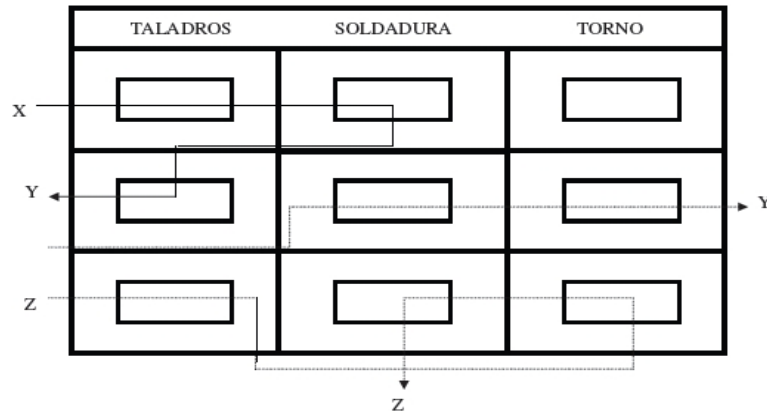


Figura 7. Ejemplo de Distribución por Procesos

Fuente: Apuntes de Operaciones II de la FCA de la UNAM

(c) Distribución por producto: en esta un producto o tipo de producto se realiza en un área, pero al contrario de la distribución fija, el material está en movimiento. Esta distribución dispone cada operación inmediatamente al lado siguiente. Es decir, que cualquier equipo (maquinaria) usado para conseguir el producto, sea cual sea el proceso que se lleve a cabo, esta ordenado de acuerdo a la secuencia de operaciones. Ejemplo de esta distribución es el ensamble de automóviles, manufactura de papel, entre otros.



Figura 8. Ejemplo de Distribución por Producto. Ensambladora de vehículos

Fuente: Ford Motor Company (2018)

3.2.1.3. - Factores que afectan la Distribución en Planta:

La distribución en planta no es en extremo fácil ni compleja, lo que requiere es un conocimiento ordenado de los diversos elementos o particularidades implicados en la distribución y de las diversas consideraciones que pueden facilitar la ordenación de aquellos y un conocimiento de las técnicas y procedimientos de cómo debe ser realizada una distribución para integrar cada uno de estos elementos. A fin de integrar los conocimientos anteriormente planteados, cabe destacar, los factores que tienen influencia sobre cualquier distribución, que se dividen en ocho grupos:

- (a) Material: incluye el diseño, variedad, cantidad, operaciones necesarias y su secuencia
- (b) Maquinaria: abarcando equipo de producción y herramientas, y su utilización
- (c) Hombre: involucra la supervisión y los servicios auxiliares, al mismo tiempo que la mano de obra directa.
- (d) Movimiento: engloba transporte inter o intradepartamental, así como el manejo de diversas operaciones, almacenamientos e inspecciones.
- (e) Espera: incluye los almacenamientos temporales y permanentes, así como las esperas.
- (f) Servicio: cubriendo el mantenimiento, inspección, control de desperdicios, programación y lanzamiento.
- (g) Edificio: comprendiendo los elementos y particularidades interiores y exteriores del mismo, así como la distribución y equipo de las instalaciones.
- (h) Cambio: teniendo en cuenta versatilidad, flexibilidad y expansión.

No todos los elementos anteriormente descritos afectaran a la distribución en particular que se esté realizando, pero repasando la lista completa de los mismos, se estará seguro de que se han tenido en consideración todos los factores y de esta manera conseguir una evaluación que determine la mejor solución para la distribución.

3.2.1.4. - *Systematic Layout Planning* (Método SLP):

La planeación sistemática de la distribución en planta es una metodología desarrollada por Richard Muther, y es considerada como una forma organizada para realizar la planeación de una distribución, es una serie de procedimientos y símbolos para identificar, evaluar y visualizar los elementos y áreas involucradas en la mencionada planeación. Esta metodología consta de cuatro fases que son:

Fase I. – Localización: consiste en decidir la ubicación de la planta que se va a distribuir. En el caso de ser una redistribución el objetivo es determinar si la ubicación actual es la más conveniente o es mejor alternativa trasladar la planta hacia un área similar que se encuentre disponible.

Fase II. – Distribución General del Conjunto: consiste en establecer el flujo para el área disponible a realizar la distribución y se indica también el tamaño, la relación y la configuración de cada actividad principal, departamento o área.

Fase III. – Distribución detallada: consiste en realizar la preparación en detalle del plan de distribución, en esta fase se incluye la planificación de donde van a ser colocados los puestos de trabajo, así como las maquinarias y los equipos.

Fase IV. – Instalación: esta última fase implica los movimientos físicos y ajustes necesarios, conforme se van colocando los equipos y máquinas, para lograr la distribución en detalle cómo fue planeada.

3.2.1.4. – Esquema general del Método SLP:

Etapa I. Análisis: se comienza con la recolección de datos sobre la empresa, información sobre productos, cantidades y los diferentes procesos de manufactura que se efectúan. Aquí se identifica el flujo de materiales, así como su relación, es decir, cual es la importancia de los intercambios de material e información sobre los departamentos. Además, en esta etapa se analiza y se determina cuáles son los requerimientos de espacio para las actividades y cuál es el espacio disponible.

Etapa II. Búsqueda: en esta etapa se buscan alternativas factibles de distribución, por medio del cálculo de espacios existentes y las estimaciones de área requerida para cada departamento, y su posterior confrontación, para evaluar la necesidad de espacio versus la disponibilidad. Luego con el diagrama de relación de espacios más los factores críticos y limitaciones identificadas, se construyen una serie de distribuciones factibles que le den solución al problema.

Etapa III. Selección: en esta etapa se evalúan las diferentes propuestas de distribución, para luego hacer la respectiva selección de acuerdo a los criterios o factores más idóneos para satisfacer las metas y objetivos de la empresa. En la figura 9 se puede observar el esquema general del Método SLP:

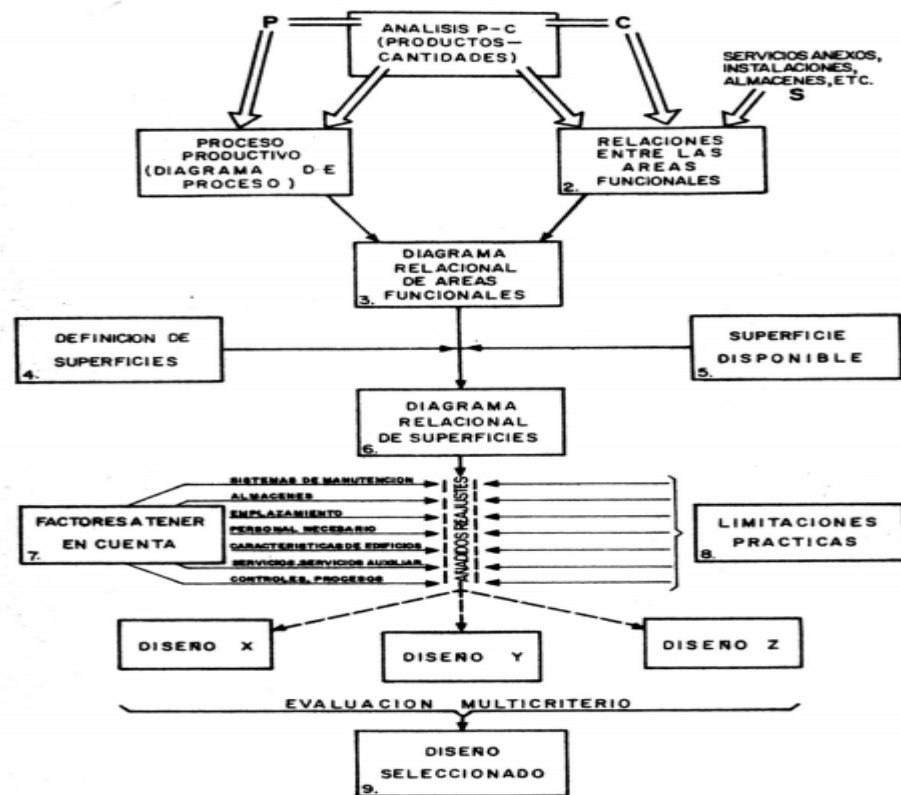


Figura 9. Esquema general Método SLP

Fuente: Distribución en Planta (1970). p. 360

3.2.2.- Procesos:

ISO 9000:2000 define proceso como: “Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados”. Pérez (2004), lo define como una secuencia ordenada de actividades repetitivas cuyo producto tiene un valor para su usuario o cliente. Entendiendo valor como “todo aquello que se aprecia o estima” por el que lo percibe (clientes, accionistas, personal, proveedores, sociedad).



Figura 10. Definición de Proceso.

Fuente: Gestión por Procesos (2004). p.39

3.2.3.- Manejo de Materiales:

Kulwiec (1985) define el manejo de materiales como un sistema o combinación de métodos, instalaciones, mano de obra y equipamiento para transporte, embalaje y almacenaje para corresponder a objetivos en específico. El manejo de material no se limita solo al movimiento sino al embalaje, manipulación, transporte, ubicación y almacenaje, teniendo en cuenta el tiempo y el espacio disponible. Aunado a lo anterior, hay un aspecto muy importante como lo es la seguridad en el manejo de material tanto por maquinarias como por el manejo humano. La forma más óptima de lograrlo es mediante la prevención de riesgos laborales. Esto es muy importante para la salud del trabajador y hace mejor capacitada a la empresa en todos los aspectos.

3.2.3.1.- Diez principios básicos de manejo de materiales:

Tompkins, White, Bozer y Tanocho (2006), plantean diez principios que aportan una guía para aquellos que quieran diseñar o evaluar un sistema de manejo de materiales. Estos son:

- **Planificación:** analizar y estudiar los objetivos de manejo de materiales y clasificar las actividades a seguir para alcanzar dichos objetivos.
- **Estandarización:** procura que todos los elementos que constituyan el proceso de manejo de materiales funcionen en conjunto para garantizar un buen sistema, tomando en cuenta la calidad del proceso y la seguridad de los operarios.
- **Trabajo:** se mide multiplicando el flujo de materiales por la distancia recorrida
- **Ergonomía:** tomando en cuenta las condiciones laborales y necesidades humanas, para llevar a cabo operaciones seguras y eficientes.
- **Carga unitaria:** es un contenedor o recipiente que se manipula, transporta o almacena como una entidad única. Dichas cargas deben tener las dimensiones adecuadas para su fácil manipulación.
- **Utilización del espacio:** se mide tridimensionalmente, por lo tanto, se toma en cuenta el volumen, y se debe tener un uso eficiente del mismo.
- **Sistema:** se deben agrupar los procesos de la empresa para formar un sistema de manejo de materiales integrado.
- **Automatización:** crear un sistema de manejo de materiales lo más automatizado posible, para aumentar la productividad, asegura su constancia y repetitividad y disminuir los costos operativos, evitando así errores humanos.
- **Ambiental:** al seleccionar los sistemas y equipos de manejo de materiales se debe de tener en cuenta su impacto ambiental.
- **Costo de ciclo de vida:** se debe realizar un estudio del ciclo de vida de los sistemas y equipos de manejo de materiales, que incluyan todos los flujos de efectivo que ocurren a partir de su implementación.

3.2.3.2.- Características de un buen manejo de materiales:

El diseño de las instalaciones de manufactura y manejo de materiales afecta casi siempre la productividad y a la rentabilidad de una compañía, más que cualquier otra decisión corporativa importante. Un buen manejo de materiales contribuye a aumentar la capacidad de almacenaje y se logra una mejor distribución de los espacios. Por lo que un buen manejo de materiales debe:

- Hacer las distancias de transporte lo más cortas posibles
- Reducir los cruces y congestiones
- Evitar el manejo manual
- Emplear la aceleración de la gravedad en lo que sea posible
- Etiquetar los materiales
- Transportar cargas en ambos sentidos
- Eliminar el transporte vacío

3.2.3.3.- Equipos de manejo de materiales:

Meyers y Stephens (2006) explican que los equipos para manejar materiales varían desde las herramientas de mano más básicas a los sistemas de manejo de materiales más sofisticados, que incorporan un vasto conjunto de diferentes funciones de manufactura y control.

Los equipos de trabajo para el manejo de materiales se clasifican en cuatro categorías generales: de ruta fija, entre los que se encuentran los sistemas de transportador. Los de área fija, que atienden a cualquier punto dentro de un cubo o zona tridimensional, ejemplo de esto son las grúas. Los de área variable que se mueven a cualquier área de la instalación como carros de mano, vehículos motorizados y montacargas. Finalmente, las herramientas y equipos auxiliares tales como plataformas, patines, sistemas automáticos de obtención de datos y contenedores.

3.2.4.- Manufactura Esbelta:

Hernández y Vizán (2013) la explican como una filosofía de trabajo, la cual nació en Japón y fue concebida por los grandes gurús del Sistema de Producción Toyota: William Eduard Deming, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Eiji Toyoda, entre otros. Está basado en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de desperdicios que se observan en la producción: tiempo de espera, transporte, sobreproducción, exceso de procesado, inventario, movimientos y defectos. Para alcanzar sus objetivos, despliega una aplicación sistemática y habitual de un conjunto extenso de técnicas que cubren la práctica total de las áreas operativas de fabricación.

3.2.4.1.- Estructura del sistema de Manufactura Esbelta:

De forma tradicional se ha recurrido al esquema de la “Casa de Sistema de Producción Toyota” para visualizar de forma rápida la filosofía que encierra. Se explica utilizando una casa porque constituye un sistema estructural que es siempre fuerte en los cimientos y las columnas; una parte en mal estado debilitaría todo el sistema. La figura 11 nos muestra este esquema:



Figura 11. Estructura del sistema de Manufactura Esbelta

Fuente: Implantación de la mejora continua. XIV Congreso de Ingeniería de Organización

3.2.4.2.- Principios del sistema de Manufactura Esbelta:

Además de la Casa Toyota los expertos recurren a explicar el sistema identificando los principios sobre los cuales se fundamenta la Manufactura Esbelta, siendo los más frecuentes los asociados al “factor humano” y a los de la manera de trabajar y de pensar, los cuales son:

- Trabajar en planta y verificar las cosas *in situ*
- Formar líderes de equipos que asuman el sistema y lo enseñen a otros
- Interiorizar la cultura de “parar la línea”
- Desarrollar personas involucradas que sigan la filosofía de la empresa
- Respetar a la red de suministradores y colaboradores, ayudándoles y proponiéndoles retos
- Identificar y eliminar funciones y procesos que no son necesarios
- Promover personas y equipos multidisciplinarios
- Descentralizar la toma de decisiones
- Integrar funciones y sistemas de información
- Obtener el compromiso total de la organización con el modelo

A estos principios hay que añadir los relacionados con las medidas operacionales y las técnicas a utilizar:

- Crear un flujo de proceso continuo que visualice los problemas a la superficie
- Utilizar sistemas “*Pull*” para evitar la sobreproducción
- Nivelar la carga de trabajo para equilibrar las líneas de producción
- Estandarizar las tareas para poder implementar la mejora continua
- Utilizar el control visual para la detección de problemas
- Eliminar inventarios a través de las distintas técnicas *Just In Time*.
- Reducir los ciclos de fabricación y diseño
- Conseguir la eliminación de defectos

3.2.5.- Ergonomía y principios de la Economía de Movimientos:

El resultado de la ergonomía y el diseño de la estación de manufactura es una distribución de esta última que determina los requerimientos de espacio. La ergonomía es la ciencia de impedir lesiones musculares y óseas en el lugar de trabajo. Es el estudio del diseño del sitio laboral y la integración de los trabajadores con su ambiente. El diseño resultante de la estación de manufactura es un plano, normalmente la vista superior de ella, que incluye el equipo, los materiales y el espacio de cada operador. El diseño de estaciones de manufactura ha sido una actividad realizada durante más de un siglo por los ingenieros industriales y de manufactura. Durante dicho periodo, los profesionales han realizado una lista de principios ergonomía y economía de los movimientos los cuales todo ingeniero debe conocer y aplicar, la cual se explica a continuación:

(a) Primer principio. Movimientos de la mano: en primer lugar, deben eliminarse los movimientos de mano tanto como sea posible. Que lo haga un dispositivo mecánico, pero si se necesitan, deben operar como imágenes de un espejo. Deben iniciar y terminar movimientos al mismo tiempo; moverse en direcciones opuestas y ambas deben trabajar en todas las ocasiones. Las herramientas deben adaptarse a operarios tanto diestros como zurdos.

(b) Segundo principio. Tipos básicos de movimiento: los movimientos balísticos deben estimularse ya que son movimientos rápidos que se crean al poner en movimiento un conjunto de músculos sin tratar de detenerlos con el uso de otros músculos. En cambio, deben evitarse los movimientos restringidos que requieren un control especial ya que son costosos, cansados e inseguros. Finalmente, los movimientos continuos son curvados y muchos más naturales cuando se requiere cambiar de posición la velocidad se reduce y se originan dos movimientos separados, lo que también es recomendable.

(c) Tercer principio. Ubicación de las partes y herramientas: hay que tenerlas en un lugar fijo y tener todo tan cerca posible del punto de uso. Esto ayuda en la formación de hábitos y acelera el proceso de aprendizaje.

(d) Cuarto principio. Liberar las manos de tanto trabajo como sea posible: la mano es uno de los elementos más valiosos que podrá utilizar un diseñador. Por tanto, debe proveer otras formas de sujetar las partes. Los accesorios y plantillas están diseñados para sujetar partes de modo que el trabajador pueda utilizar las manos. En cuanto a la activación pueden ser eléctricos, hidráulicos, neumáticos y manuales.

(e) Quinto Principio. Gravedad: La gravedad es energía gratuita. Puede mover partes más cerca del operador, también puede utilizarse para retirar las partes terminadas de la estación de manufactura.

(f) Sexto principio. Consideraciones sobre la salud y seguridad del operador: al diseñar las estaciones de trabajo deben considerarse los riesgos para la seguridad y anticipar los requerimientos de acciones de emergencia. Cuando se diseñe la estación se deben considerar las dimensiones antropométricas de la fuerza de trabajo. El diseño debe contemplar la eliminación de la tensión en el cuello cuando se miren objetos, para que no haya encorvamientos ni flexiones, suprimir los giros a los lados o hacia atrás y eliminar alcances o movimientos excesivos.

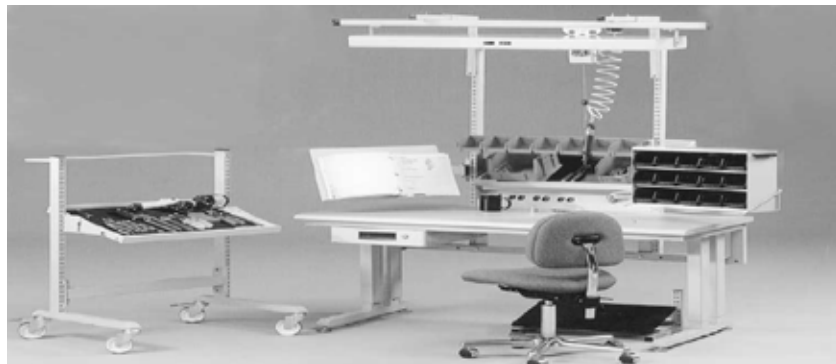


Figura 12. Estación de Manufactura

Fuente: Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales (2006). p.222

3.2.5.1.- *Workstation Readiness* (WSR):

Es un proceso interno de Ford Motor Company que valida estándares físicos y operativos de la estación de trabajo dentro de las fases de construcción física en marco del lanzamiento de nuevos modelos, o después de un nuevo balance o procesos de mejora en estaciones de trabajo nuevas o ya existentes.

Requerimientos del *Workstation Readiness* (WSR):

(a) Requerimientos de seguridad:

- Las superficies de trabajo para caminar deben estar limpias, no deben existir superficies irregulares que representen riesgos de tropiezo, así mismo, las superficies inclinadas deben contar con una pendiente menor a veinte grados y una cubierta antideslizante.
- En cuanto al sistema eléctrico y de aire comprimido debe estar alejado del suelo
- Todo elemento colocado en altura debe de tener una restricción secundaria. Asimismo, todos los rieles deben tener un tope primario y uno secundario.
- Los controles, la capacidad de los rieles, paneles eléctricos, equipos de emergencia y materiales deben de estar identificados.



Figura 13. Estándares de seguridad WSR:

- (a) superficies para caminar, (b) restricción secundaria (c) identificación de capacidad de rieles
(d) identificación equipos de emergencia.

Fuente: Ford Motor Company (2018)

(b) Requerimientos Ergonómicos:

- Todas las herramientas, ayudas de elevación y sistemas de identificación de materiales peligrosos deben estar al alcance del operador
- La distribución del área de trabajo debe permitir al operario mantener una postura adecuada con una línea de visión clara de las tareas de ensamblaje con una iluminación adecuada (300 lux).
- Los operadores sentados deben tener espacio suficiente para las piernas (660 mm de altura, 610 mm de profundidad, 380 mm de profundidad en la rodilla y 600 mm de profundidad para el dedo del pie), así mismo, los operadores de pie deben tener el espacio suficiente para los pies (100 mm en vertical y 130 mm de profundidad).

(c) Herramientas y Equipos:

- Las herramientas deben estar colocadas en orden de uso, las mangueras de aire no deben interferir con el operador mientras realiza el trabajo.
- Se debe verificar que las herramientas y equipos estén calibrados y en funcionamiento

(d) Flujo de Materiales:

- Con el fin de eliminar o minimizar el desperdicio de movimiento, se debe buscar que el *stock* esté cerca del punto de ajuste, las piezas deben estar dispuestas de forma tal que sean fáciles de recoger y colocar, sin enredos ni clasificación de partes.
- Las partes similares deben de estar segregadas para evitar errores
- El material debe estar identificado y etiquetado según el estándar
- Debe existir un proceso para reponer el stock que no ocasione paros en la línea o interferencia en el trabajo del operador
- Debe haber un área designada, así como un proceso para la eliminación de piezas sospechosas, chatarra, retazos, contenedores retornables entre otros.

3.2.6.- Herramientas:

3.2.6.1.- Diagrama de Flujo de Procesos:

Carro y González (2012) establecen que los diagramas de flujos se utilizan para describir y mejorar el proceso de transformación en los sistemas productivos. La grafica de flujos de proceso es una herramienta clave para mejorar el flujo de materiales, una vez que está completa ya sea para un proceso nuevo o para uno existente, se convierte en el punto de partida de una gran cantidad de ideas para mejorarlo. En este tipo de graficas se desglosa el proceso en términos de los símbolos que se muestran a continuación:

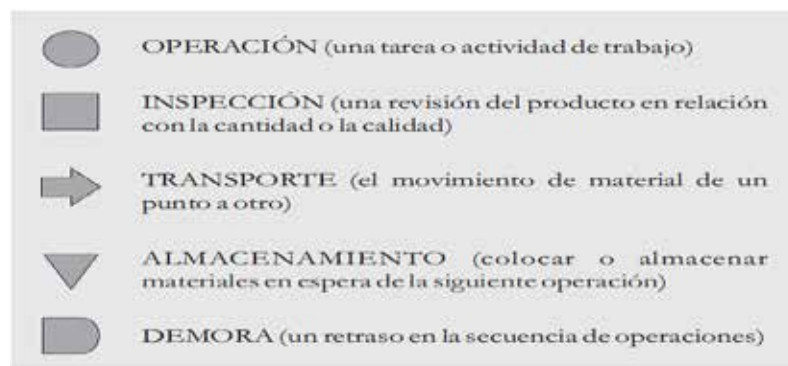


Figura 14. Símbolos utilizados en Diagramas de Flujo de Procesos

Fuente: Diseño y selección de procesos (2014). p.15

Fases para elaborar un Diagrama de Flujo de Procesos:

- Definir el proceso y concretar su alcance
- Representar las etapas intermedias y su relación
- Documentar cada una de las etapas: responsable, proveedor y cliente
- Analizar el proceso actual desde el punto de vista deseado
- Proponer alternativas y definir las nuevas etapas y sus relaciones
- Representar el diagrama del nuevo proceso e indicar las diferencias con el actual

3.2.6.2.- Diagrama de Ishikawa:

Según Gutiérrez y de la Vara (2009), el Diagrama Causa – Efecto o Diagrama Espina de Pescado es un método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan. La importancia de este diagrama radica en que obliga a buscar las diferentes causas que afectan al problema bajo análisis y, de esta forma, se evita el error de buscar de manera directa las soluciones sin cuestionar cuáles son las verdaderas causas.

Existen tres tipos de diagramas, los cuales dependen de cómo se buscan y se organizan las causas en la gráfica:

(a) Método de las 6M: consiste en agrupar las causas principales en seis ramas principales: métodos de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente. Las principales ventajas de este método son que se puede utilizar aun si no se conoce el proceso al detalle y que se concentra en el proceso. Entre sus principales desventajas destaca en que no es muy ilustrativo para quienes desconocen el proceso y que en una sola rama identifica demasiadas causas potenciales.

(b) Método tipo Flujo del Proceso: Los factores que pueden afectar la característica de calidad se agregan en el orden que le corresponde, según el proceso. Este método permite explorar formas alternativas de trabajo, detectar cuellos de botella, descubrir problemas ocultos, entre otros. Las desventajas de este método radican en que es difícil utilizarlo por mucho tiempo, sobre todo en procesos complejos y se corre el riesgo de repetir causas potenciales, así como de omitirlas.

(c) Método de Estratificación: la idea es ir directo a las principales causas potenciales, pero sin agrupar según las 6M. Con el objetivo de atacar causas reales y no consecuencias o reflejos, debe ser construido de lo general a lo particular, por lo que el abanico de búsqueda será más reducido y es probable que los resultados sean más positivos. Su principal desventaja es que se requiere de un gran conocimiento de las causas y del proceso.

3.2.6.3.- Diagrama de Actividades Relacionadas (REL):

Muther (1970) define este diagrama como la relación de las actividades establecidas en el Diagrama de Flujo de Procesos. En esta representación cada actividad se coloca dentro de cuadros de igual tamaño, conectados con un número de líneas que indican en orden decreciente la importancia de esta relación. Los cuadros se rotan hasta que se obtenga las relaciones más apropiadas entre las actividades. Una muestra del diagrama REL se muestra en la figura 15 a continuación:

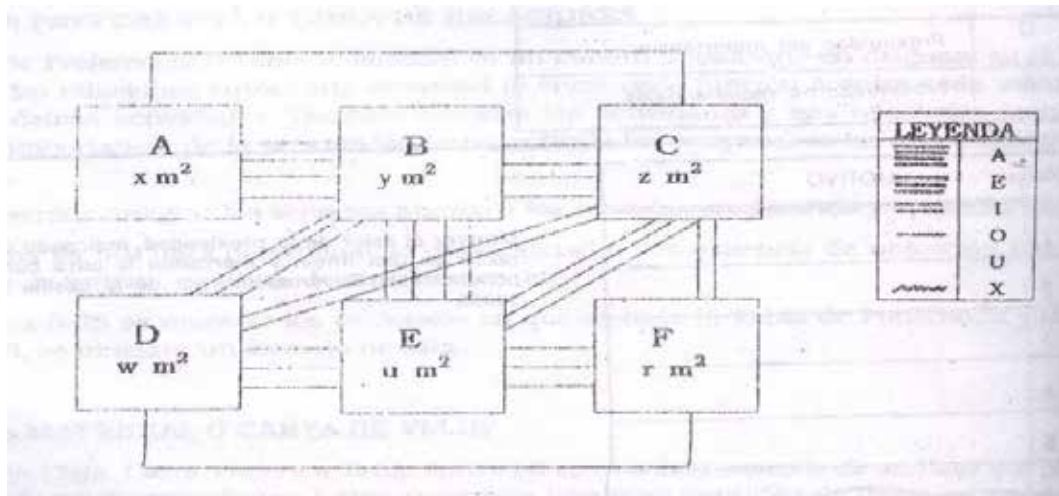


Figura 14. Diagrama de Actividades Relacionadas (REL)

Fuente: Plantas Industriales (2005). p. 131

3.2.7.- Análisis del Flujo de Materiales, de Requerimientos de Equipos, Personal y Espacio:

La Distribución en Planta facilita el flujo de productos, desde su condición de materias primas hasta productos terminados, es por ello que para su diseño debe realizarse un análisis previo del volumen de producción, es decir, la cantidad optima de unidades a producir, por lo que debe considerarse el número necesario de maquinarias y el número de operarios. Este es un paso previo para la determinación de los espacios.

3.2.7.1.- Flujo de Materiales:

La dirección y el sentido del recorrido que siguen los materiales varían de una disposición a otra y depende del flujo de los productos y la arquitectura del edificio de la planta. Sin embargo, existen patrones que pueden ser utilizados como referencia. Los principales tipos de patrones de flujo son:

(a) Patrones para la Línea de Producción: se dividen en horizontales que comprenden flujo en I, L, U, Circular y S, así como sus combinaciones (ver figura 16). Los verticales se presentan en fábricas tanto de uno como de varios pisos, esto permite la utilización del espacio disponible con flujo de materiales manejados por transportadores mecánicos.

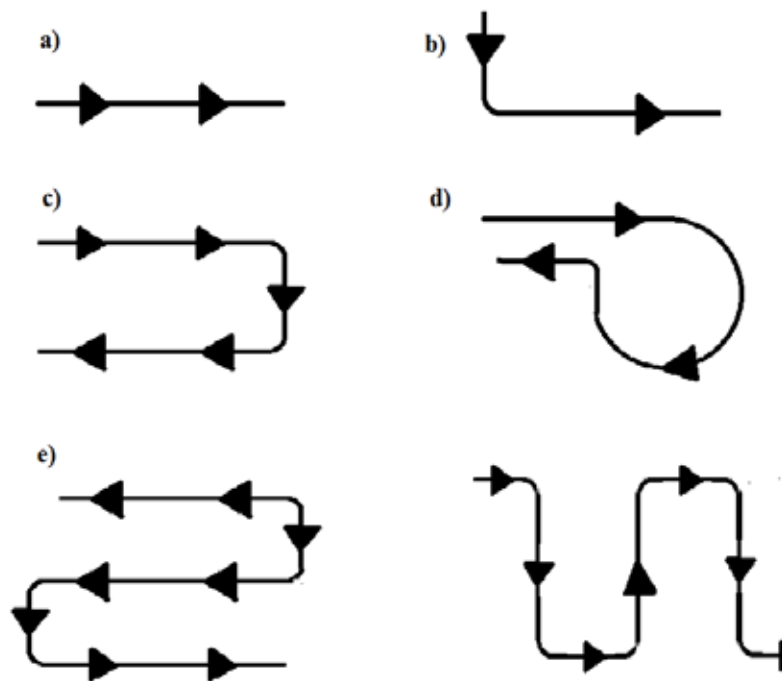


Figura 16. Tipos de Flujo Horizontal:

a) Flujo en I, b) Flujo en L, c) Flujo en U, d) Flujo Circular y e) Flujo en S

Fuente: Anthony Castro (2018)

b) Patrones para Líneas de Ensamble: las líneas de ensamble deben adoptar un patrón de montaje, que garantice que el tiempo total de fabricación y el manejo o transporte se reduzca al mínimo. También se busca lograr un aprovechamiento óptimo del espacio, dentro de las limitaciones impuestas por la eficiencia y el costo total de producción (ver figura 17).

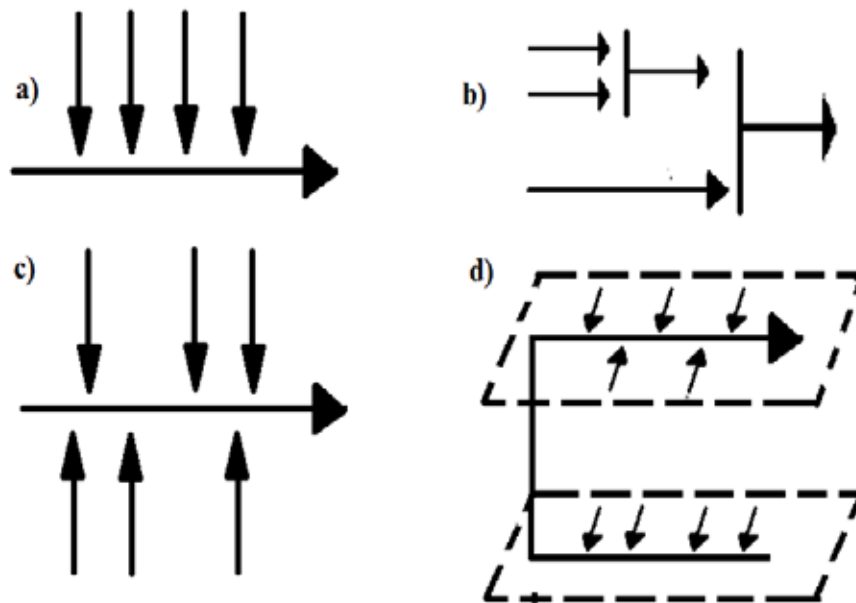


Figura 17. Patrones para Líneas de Ensamble: a) Peine, b) Dendrítico, c) Árbol y d) Por encima
Fuente: Anthony Castro (2018)

3.2.7.2.- Determinación de los Requerimientos de Equipos:

Para el diseño de los Sistemas de Producción, compuestos por todos los equipos es necesario determinar los componentes individuales del sistema, es decir, el número de máquinas necesarias para cumplir el volumen de producción deseado. Para calcular el número de máquinas es necesario conocer:

(a) El número de unidades a producir: se denota X , es el número de unidades buenas que deben producirse para satisfacer los requerimientos del mercado.

(b) Tiempo Total: se denota T_t , es el tiempo necesario para producir las unidades requeridas durante la unidad de tiempo referida.

(c) Tiempo Estándar: definido como T_e , es el tiempo necesario para que la maquinaria elabore una unidad de producto.

(d) Porcentaje de Rechazo: se define como $\%R$, indica el porcentaje de unidades malas que produce cada equipo, pueden ser rechazadas por Control de Calidad, pérdidas durante el proceso o piezas mal trabajadas o deterioradas.

Donde:

M_j : número de máquinas del tipo j requeridas por el periodo de producción

n : número de productos

P_{ij} : número de unidades a producir del producto i en la maquina j . Medidas en pieza por periodo de producción

T_{ij} : tiempo de producción para el producto i en la maquina j . es el tiempo estándar medido en Hr-maq/pieza

C_{ij} : número de horas disponibles en el periodo de producción

3.2.7.3.- Determinación de los Requerimientos de Mano de Obra:

En el caso de operaciones normales se puede determinar el número de operarios requeridos de la misma forma que se calcula el número de máquinas. Por lo tanto, se obtiene que:

Donde:

O_j : número de operarios requeridos para el ensamble en la operación j

n : número de productos

P_{ij} : producción requerida para el producto i en la operación de ensamble j . Medidas en piezas por día

T_{ij} : tiempo estándar de producción de la operación j en el producto i , medido en minutos por pieza

C_{ij} : número de minutos disponibles por día para la operación de ensamble j sobre el producto i

Sin embargo, el número de operadores de las maquinas depende de cuantos operarios y ayudantes se requieran para que funcione el equipo. También se debe tomar en cuenta si un operario puede manejar más de una maquina a la vez. Para lo cual se deben emplear otras técnicas de Ingeniería de Métodos, como, por ejemplo, los diagramas hombre(s) – maquina(s).

3.2.7.4.- Requerimientos de Espacio:

Gómez y Núñez (2005) establecen que las maquinarias, equipos y otros equipos que requiere la planta necesitan un espacio donde van a estar localizados. La idea sería la de desarrollar la distribución de los equipos y diseñar el edificio alrededor de esta. Sin embargo, esto no siempre se puede ya que con frecuencia las posibles soluciones están restringidas por la cantidad y configuración del espacio disponible, o está limitada al tamaño del sitio en específico y la disponibilidad de capital. Por esta razón no solo se debe considerar los requerimientos de espacio sino también la disponibilidad del mismo.

Después de calcular cuantas maquinas se deben asignar a un operario, se deben determinar los requerimientos de espacio para los departamentos de ensamble ya que se conoce el número de operaciones para su realización. A continuación, se presentan algunos métodos que se utilizan frecuentemente para la estimación del espacio requerido:

(a) Método del Centro de Producción: consiste en una sola maquina más todos los equipos y herramientas y el espacio requerido para su normal funcionamiento. Esto incluye espacio para la máquina, estante para las herramientas, partes procesadas y sin procesar, acceso al pasillo y al mantenimiento. Todos los equipos y el espacio de almacenamiento son ordenados en el Centro de Producción y se calcula el área de piso requerido para esto. Luego el área se multiplica por el número de centros de producción que se usaran en el departamento y se obtiene el área total requerida.

(b) Método de la Conversión o Extrapolación: consiste primeramente en determinar los espacios ocupados actualmente y transformar luego las cifras para el proyecto planteado. Es necesario pasar del espacio existente a aquel que necesitamos desde ahora y efectuar una conversión en cada zona elemental. Este método se usa en forma general para determinar necesidades de espacio para los almacenes y servicios anexos.

(c) Método de la Distribución en Planta Aproximada: si se dispone de un plano a escala y de maquetas resulta muy cómodo hacer una distribución estimada de la configuración y requerimientos de espacio. La disposición final no corresponde totalmente con la estimada, pero esta técnica es suficiente para determinar las necesidades de espacio de manera aproximada. Hoy en día, con ayudas graficas por medio de computadoras, específicamente de herramientas como Auto CAD, permiten simplificar y mejorar la aplicación de este método, ya que permite examinar y registrar un mayor número de alternativas de distribución en planta, lo que incrementa la precisión del método.

(d) Método de los Espacios Estándares: utiliza normas estándares preestablecidas de espacio. En la práctica es peligroso adoptar normas establecidas por otros, a menos que se sepa lo que va incluido en el elemento espacio, cuales son las condiciones de trabajo y como tener acceso a los datos que han servido para establecer la norma.

(e) Método de Ratios: está limitado a los requerimientos generales. Es probablemente el menos preciso de los métodos presentados. Es totalmente valido para planificaciones a largo plazo especialmente para los sectores administrativos y almacenes, donde las instalaciones y maquinarias, así como las inversiones fijas son relativamente escasas. Para usar este método se establece la relación entre la superficie y otro factor que pueda ser medido y predecir su comportamiento para la distribución propuesta.

(d) Espacios Requeridos y Disponibilidades: si las necesidades son superiores a las disponibilidades, es preciso reducirlas. Esto no debe hacerse por simple proporcionalidad de los sectores que intervienen; es recomendable reducir el espacio en aquellos departamentos donde se produzca el mínimo perjuicio para el funcionamiento de la empresa. Esta reducción debe hacerse en aquellos sectores previamente evaluados y clasificados.

3.2.8.-Diseño de la Distribución en Planta:

Para diseñar la Distribución en Planta es necesario tomar la decisión de si esta se hará fundamentalmente por producto o por procesos. Ya que en el primer caso la disposición de los equipos está determinada por la secuencia de operaciones que requiera el producto. Esto limita en gran parte la ubicación de los equipos, reduciéndose este a encontrar una disposición adecuada dentro de la secuencia establecida. El problema principal de la distribución por productos es balancear las cargas de trabajo mediante un balance de líneas de producción. Por esta razón se analizarán los métodos de distribución por procesos.

3.2.8.1.- Métodos de la Carta Viajera:

Este método utiliza la tabla matricial como el método básico de análisis, el criterio principal es buscar un arreglo que minimice el costo de manejo de materiales. Se toma como medida del costo de manejo de materiales el producto de la distancia por el número de cargas a transportar por periodo de tiempo. Entonces para una distribución dada se suman los productos de las cargas por distancias en todas las combinaciones de departamentos. La distribución que tenga un costo menor será la distribución que se busca, matemáticamente se expresa así:

Donde:

V_{ij} : número de cargas por periodo de tiempo

D_{ij} : distancia entre los departamentos i y j

3.2.8.2.- Método de la Tabla de Preferencia:

Es útil para proyectar distribuciones en planta cuando no se conocen los valores de flujo entre departamentos o es muy difícil evaluarlos, toma en cuenta aspectos cualitativos como la conveniencia o preferencia de ubicar adyacentes o no a los departamentos. Las relaciones entre departamentos se pueden indicar con las letras A, E, I, O, U, X, para denotar la alta deseabilidad o por el contrario indicar que no es deseable. Para poder hacer comparaciones entre alternativas se pueden establecer puntos que reflejen mediante una escala arbitraria, la importancia de la relación. Generalmente la importancia se establece en orden decreciente de importancia, es decir, a mayor importancia, mayor puntuación.

Metodología:

(a) Se determina el número de departamentos o actividades relacionadas y sus respectivas áreas requeridas.

(b) Se establecen las restricciones del problema.

(c) Se recolectan datos.

(d) Se prepara la tabla resumen con la secuencia de producción o en el caso de evaluar aspectos cualitativos, establecer prioridades del proceso.

(e) Se establece una escala de valoración para indicar la importancia de la relación

(f) Se construye la tabla de preferencias, llenando los cuadros con los valores que establecen la relación con cada área o departamento.

(g) Se hace un arreglo inicial tomando en cuenta, aquellos cuadros con alta puntuación para su ubicación adyacente (se puede utilizar como auxiliar un diagrama de relaciones).

(h) Se suma la puntuación de los departamentos adyacentes, para usarlos como referencia.

(i) Se hace un nuevo arreglo y se vuelve a calcular la puntuación obtenida, el proceso se repite tantas veces como se justifique.

(j) Se seleccionará la alternativa que tenga la mayor puntuación.

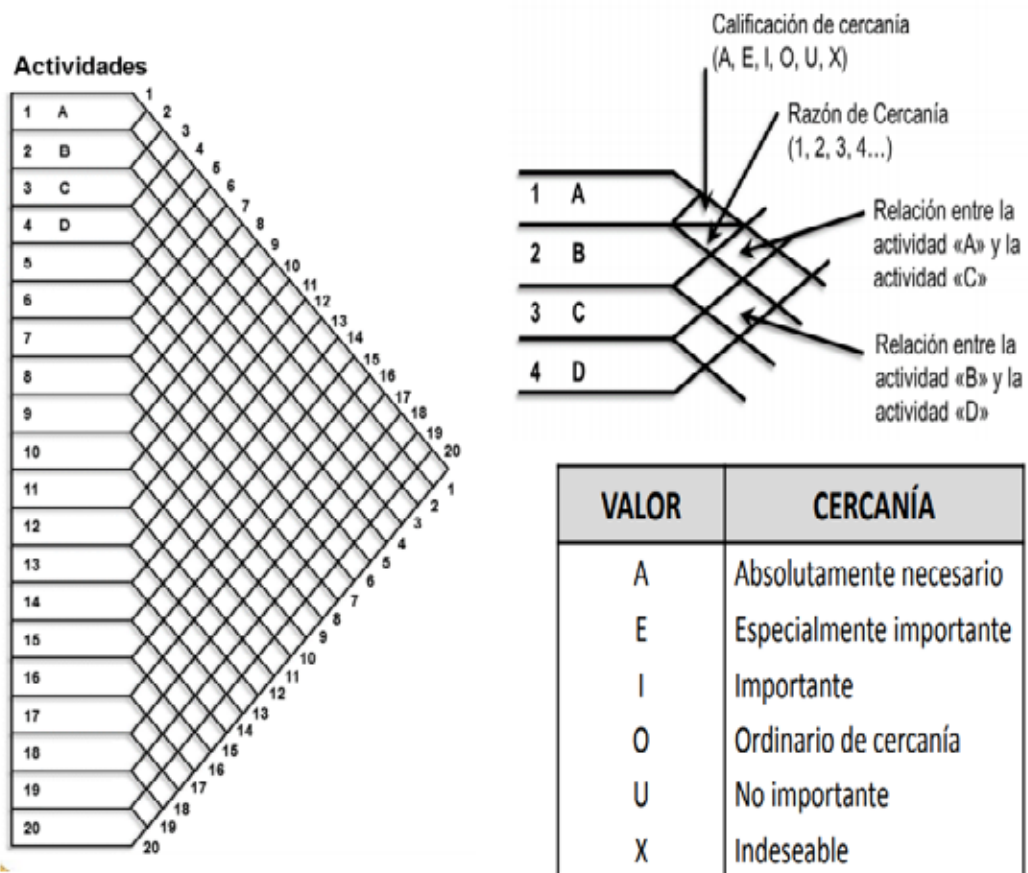


Figura 19. Tabla de Preferencias

Fuente: Distribución en Planta (1970). p.16

3.2.9.- Balance de Líneas:

Es la determinación del número de operarios que deben integrar la línea y la forma de cómo debe ser repartido el trabajo entre ellas, de tal forma que se cumpla la secuencia de producción, se respeten las restricciones del proceso y se minimice el costo. El balance de una línea se puede obtener de varias formas, las más utilizadas son las siguientes:

(a) Dividir las tareas en elementos de trabajo y asignarlos en diferentes estaciones de trabajo, tratando de conseguir un tiempo igual para cada estación.

(b) Asignar grupos de operaciones a grupos de operarios.

(c) Mejorar las operaciones mediante el estudio de métodos y aplicación de dispositivos para disminuir los tiempos de trabajo sobre todo en las operaciones cuello de botella.

(d) Variando las velocidades de las máquinas para ponerlas a tono con el resto de las operaciones de trabajo.

(e) Almacenar material y realizar las operaciones más lentas en sobre tiempo.

(f) Realizar las operaciones a la velocidad de la operación cuello de botella, desplazar los operarios con tiempo libre hasta otras estaciones de trabajo sobrecargadas.

El problema de balance de línea se puede formular de la siguiente manera: asignar elementos de trabajo a estaciones de trabajo de tal manera que el tiempo asignado no sobrepase el tiempo de ciclo, se cumpla con las restricciones del proceso y el tiempo de ocio sea el mínimo posible. El problema se complica debido a las secuencias impuestas por el diseño del producto y las características tecnológicas del proceso. Estas restricciones son llamadas relaciones de precedencia y son una descripción del

orden en el cual deben realizarse las unidades de trabajo en la línea de producción o de ensamblaje.

3.2.9.1. - *Work Balance Boards for operations (WBB):*

La WBB conocida como Tabla de Balance de Trabajo por sus siglas en inglés, es una representación visual básica de la hoja de instrucciones del operador para una agrupación de operadores. Cada barra de pila representa la carga de trabajo de un trabajador individual. Los operadores se colocan en secuencia del trabajo que se realiza a partir del lado izquierdo de la tabla (ver figura 19).

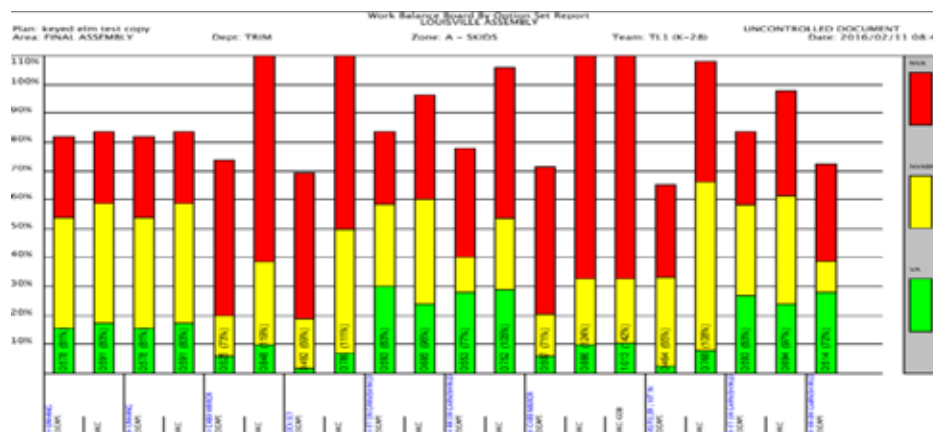


Figura 20. *Work Balance Boards for Operations (WBB)*

Fuente: Ford Motor de Venezuela S.A (2018). p. s/n

Lectura del WBB:

- Cada carga de trabajo del operador está representada por una barra de pila
- Todos los elementos de trabajo de principio a fin para un operador se incluyen en la barra de apilamiento.
- Se tienen en cuenta todos los elementos de trabajo cíclicos como no cíclicos.
- Elementos cíclicos, se realiza cada ciclo (cada unidad)
- Los no cíclicos se realizan entre los ciclos de trabajo o durante varios ciclos

Código de colores del WBB:

(a) Verde: cualquier actividad que agregue o cambie el ajuste, la forma o función del producto y haga que el producto avance hacia su estado final.

(b) Rojo: cualquier actividad que no agregue o cambie el ajuste, la forma o función del producto y no haga avanzar el producto hacia su forma final. Entran en el grupo de desperdicios.

(c) Amarillo: cualquier actividad que no agregue o cambie el ajuste, la forma o función del producto y que no avance el producto hacia su estado final, pero permita que se realice la actividad de valor agregado.

3.3.- Definición de Términos Básicos:

Calidad: es el juicio que el cliente tiene sobre un producto o servicio, resultado del grado con el cual un conjunto de características inherentes al producto cumple con los requerimientos. (Gutiérrez y de la Vara 2009)

Diagrama hombre – máquina: se utiliza para estudiar, analizar y mejorar una estación de trabajo a la vez. El diagrama muestra la relación de tiempo exacta entre ciclo de trabajo de la persona y el ciclo de operación de la máquina. Estos hechos pueden conducir a una utilización más completa del tiempo del trabajador y de la máquina, así como a obtener un mejor balance del ciclo de trabajo. (Chase, Jacobs y Aquilano. 2009)

Disposición de una Planta (*Plant Layout*): Disposición física existente o planificada de las instalaciones industriales (Gutarra 2015).

Eficacia: grado con el cual las actividades planeadas son realizadas y los resultados previstos son logrados. Se atiende maximizando los resultados. (Gutiérrez y de la Vara 2009)

Eficiencia: relación entre los resultados logrados y los recursos empleados. Se mejora optimizando recursos y reduciendo tiempos desperdiciados por paros de equipo, falta de material, retrasos, entre otros. (Gutiérrez y de la Vara 2009)

Especialización Laboral: trabajos simples y repetitivos que son asignados a cada trabajador. (Chase, Jacobs y Aquilano. 2009)

Estudio de tiempos: consiste en dividir un trabajo en partes medibles y cronometrar cada elemento por separado. A continuación, los tiempos individuales se combinan y se suman las tolerancias para calcular un estándar de tiempo. (Chase *et al.* 2009)

Estudio costo/beneficio: es una herramienta financiera que mide la relación entre los costos y beneficios asociados a un proyecto de inversión con el fin de evaluar su rentabilidad (Ibáñez 1989)

Kaizen: significa “cambio para mejorar”, es el cambio en la actitud de las personas. Su significado puede parecer muy sencillo, pero en la realidad muestra que en el mundo empresarial su aplicación es complicada si no hay un cambio de pensamiento y organización radical que permanezca a lo largo del tiempo. Los antecedentes se encuentran en los aportes de Deming y Juran en materia de Control Estadístico de la Calidad que sirvieron de punto de partida a los nuevos procedimientos de Ishikawa, Imai y Ohno quienes incidieron en la importancia de los operarios en grupos o equipos de trabajo orientados a la resolución de problemas y la potenciación de la responsabilidad personal. Convirtiéndose en referencia de competitividad y éxito empresarial (Hernández y Vizán 2013).

Planificación de la Producción: programación sistemática de personas, materiales y maquinas mediante la aplicación de tiempos de avance, estándares de duración, fechas de entrega, cargas de trabajo y datos similares, con el fin de elaborar productos de forma eficiente y económica, y cumplir con las fechas de entrega previstas (Gutarra 2015).

Simulación de procesos: es la representación de un proceso o fenómeno mediante otro más simple que permita analizar sus características. Es una de las más grandes herramientas de la Ingeniería Industrial, permite realizar un análisis de los puestos de trabajo, optimizar parámetros como distancias y ubicación de los recursos y validar el modelo desde el punto de vista matemático. (Himmelblau y Bischoff 1992)

Six Sigma: es una estrategia de mejora continua del negocio que busca mejorar el desempeño de los procesos de una organización y reducir su variación; con ello es posible encontrar y eliminar las causas de los errores, defectos y retrasos en los procesos del negocio. La estrategia se apoya en una metodología fundamentada en las herramientas y el pensamiento estadístico. (Gutiérrez y de la Vara 2009)

Superficie estática (Ss): Es la superficie correspondiente a los muebles, máquinas e instalaciones.

Superficie de gravitación (Sg): Es la superficie utilizada alrededor de los puestos de trabajo por el obrero y por el material acopiado para las operaciones en curso. Ésta superficie se obtiene para cada elemento multiplicando la superficie estática por el número de lados a partir de los cuales el mueble o la máquina deben ser utilizados. $Sg = Ss \times N$

Superficie de evolución (Se): Es la superficie que hay que reservar entre los puestos de trabajo para los desplazamientos del personal y para la manutención. $Se = (Ss + Sg)(K)$

Tiempo de ciclo: es el tiempo promedio que transcurre entre el término de una unidad y otras sucesivas dentro de un proceso. A veces, el término se entiende como el tiempo que transcurre entre el inicio de un trabajo y su final. (Chase *et al.* 2009)

CAPITULO IV

FASES METODOLÓGICAS

4.1.- Tipo de Investigación:

Hernández (1991), establece que: “la metodología de la investigación es aquella que contiene la descripción y argumentación de las principales decisiones metodológicas adoptadas según el tema de investigación y según las posibilidades del investigador”. En este contexto y con la finalidad de proponer una distribución en el área de motores para optimizar el proceso de ensamble de suspensiones de EcoSport de la empresa Ford Motor de Venezuela S.A., se ha realizado una investigación de carácter aplicado y de tipo proyecto factible ya que propone soluciones a la situación planteada a partir de un proceso de indagación, mas no necesariamente de ejecución de la propuesta.

En este orden de ideas, Mijares y García (2007) definen como proyecto factible aquellos que consisten en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades. Este debe tener apoyo de una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades. Pueden llegar hasta la etapa de conclusiones sobre su viabilidad o consistir en la ejecución y evaluación.

En base de lo planteado y en función al tipo de datos a ser recogidos, la investigación presenta un diseño de campo el cual según establece Sabino (1992): “... se basan en informaciones o datos primarios, obtenidos directamente de la realidad. Su innegable valor reside en que a través de ellos el investigador puede cerciorarse de las verdaderas condiciones en que se han conseguido sus datos, haciendo posible su revisión o modificación... “.

4.2.- Técnicas de recolección de información:

Una vez obtenidos los indicadores de los elementos teóricos y definido el diseño de la investigación, se hace necesario definir las técnicas de recolección de datos necesarias para la elaboración de los instrumentos a utilizar. Sabino (1992) define como instrumento de recolección de datos “... cualquier recurso de que se vale el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información”, por lo que se puede afirmar que es el medio por el que la teoría y los hechos se vinculan de manera efectiva.

Las principales técnicas de recolección de datos utilizadas con el propósito de aportar datos significativos a la presente investigación fueron las siguientes:

(a) **Observación directa:** según Sabino (1992) “... consiste en el uso sistemático de nuestros sentidos orientados a la captación de la realidad que queremos escuchar”. En este sentido, esta técnica presenta gran utilidad para el reconocimiento y diagnóstico del área de estudio, así como los procesos, maquinarias, herramientas y personal involucrado en el proceso de producción.

(b) **Entrevistas no estructuradas:** es aquella que no se guía de un cuestionario o modelo rígido, sino que discurren con cierto grado de espontaneidad, siendo útil para estudios exploratorios donde se recurre a “informantes clave”, es decir, expertos, líderes formales o informales o cualquier persona que posea información de interés para la investigación. Al respecto, Behar (2002) la define como:

...una forma específica de interacción social que tiene por objeto recolectar datos para una indagación. El investigador formula preguntas a las personas capaces de aportarle datos de interés, estableciendo un dialogo peculiar, asimétrico, donde una de las partes busca recoger informaciones y la otra es fuente de esas informaciones.

La entrevista no estructurada permite cierto margen de libertad para formular preguntas y respuestas, de forma espontánea, focalizándose en un único tema. Se emplea dentro de la investigación para conocer las experiencias de los operarios dentro del proceso productivo y de esta manera realizar un diseño que se adapte a sus necesidades a la vez que les brinde seguridad y permita la máxima eficiencia en la realización de sus tareas.

(c) **Análisis operacional:** García Criollo (2005) establece que esta técnica “trata de eliminar las principales deficiencias existentes en ellos [los procesos] y lograr la mejor distribución posible de la maquinaria, equipo y área de trabajo dentro de la planta”. Para esto se utilizó el Diagrama de Flujo y el Diagrama de Operaciones del Proceso, lo que permitió elaborar una distribución óptima que perfeccione los métodos de trabajo y facilite el diseño de útiles y herramientas de forma que pueda ser reproducible en cualquier momento.

(d) **Revisión documental:** es una técnica de observación complementaria, permite hacerse una idea del desarrollo y las características de los procesos y también disponer de información que confirme o haga plantear nuevas interrogantes dentro del tema investigado. Se basa en información propia de la empresa como organigramas, fichas técnicas, registro de proveedores, costos de producción, entre otros. Esta información permitió el desarrollo del Marco Teórico y sirvió de referencia para el desarrollo de las Fases Metodológicas del presente estudio.

(e) **Revisión Bibliográfica:** es una modalidad de trabajo académico cuyo objetivo principal es recopilar información ya existente sobre un tema o problema. Esta información se puede obtener de diversas fuentes, como, por ejemplo, libros, revistas, artículos científicos, material archivado y otros trabajos académicos. Para su elaboración se debe elaborar una relación entre las fuentes y compararlas para analizar críticamente la información recolectada sobre el tema en cuestión.

4.3.- Fases Metodológicas:

Las fases metodológicas a llevar a cabo en el proceso de investigación deben tomar en consideración los objetivos específicos planteados, además de realizar una descripción exhaustiva de las técnicas, procedimientos e instrumentos a utilizar. A razón de lo planteado, la presente investigación se desarrollará cumpliendo con las fases descritas a continuación:

4.3.1.- Fase I. Diagnóstico del área donde se van a realizar los subensambles de las suspensiones de EcoSport:

En esta fase se inició con el levantamiento de la información para determinar de esta manera, la situación actual de la distribución del galpón de motores donde se realiza el proceso de ensamble de la suspensión delantera de la EcoSport. A través de este diagnóstico se precisó el espacio disponible con que se cuenta actualmente y la cantidad de espacio requerida para aprovechar la capacidad en el área de producción. Esta información fue sustentada en mediciones directas y planos de las instalaciones, diagramas de operaciones, flujogramas de proceso, así como, la descripción del personal autorizado en el área, maquinarias y equipos; suministrados por la empresa y el personal de la planta. De igual manera, se contó con información documental proveniente de las filiales de Ford en Rusia y Brasil, las cuales realizan los procesos de ensamble de sus suspensiones en planta.

Asimismo, se realizaron visitas a Gabriel de Venezuela S.A., y Danaven C.A., donde se observaron las líneas de producción y los procesos asociados a varias empresas automotrices para las que estas empresas trabajan. Allí se realizaron entrevistas no estructuradas, revisión documental y observación directa. También se realizó una visita a la empresa Fiat Chrysler Automóviles de Venezuela, LLC; donde se pudo intercambiar información sobre su experiencia en la aplicación de un estudio de factibilidad para el ensamble de módulos de suspensión en el modelo Forza (BK).

4.3.2.- Fase II. Análisis de los requerimientos en cuanto al producto, proceso y recursos:

Para el análisis de los datos obtenidos en la primera fase, se siguió el método SLP (*Systematic Layout Planning*) el cual busca identificar, evaluar y visualizar los elementos y áreas involucradas en la planeación. Mediante el análisis de los datos obtenidos se buscan alternativas factibles para la distribución y de esta manera evaluar la necesidad de espacio versus disponibilidad. A partir de esto, se establecieron los requerimientos de cada subensamble y los instrumentos necesarios para describir los procesos, maquinarias, herramientas y materiales necesarios para el diseño de la propuesta.

Esta fase se maneja dentro del modelo de gestión de la Manufactura Esbelta, siguiendo la metodología de calidad Six Sigma y utiliza herramientas propias del estudio de distribución en planta, como la tabla de preferencias la cual permite mediante aspectos cualitativos establecer relaciones entre tareas o departamentos y determinar cuáles de ellas son las más factibles. De igual manera, se empleará el balance de líneas utilizando el *Works Balance Boards for operations*, el cual permitirá discernir entre las actividades que generan valor, las que no lo generen, pero sean necesarias y las que no generen valor y puedan ser eliminadas. Este análisis se sustenta además en los diagramas hombre-operación, layout digital a través de Auto CAD y la simulación de estaciones de trabajo.

4.3.3.- Fase III. Diseño de una propuesta de distribución en el área de motores que integre los subensambles al proceso:

En el desarrollo de esta fase se procedió a realizar el diseño de una propuesta que integrara los subensambles al proceso, considerando factores como el acoplamiento armónico con las demás estaciones de ensamble, la disminución de recorridos, un eficiente flujo de materiales, ergonomía, seguridad y salud laboral, entre otros, para generar propuestas que sean factibles.

4.3.4.- Fase IV. Evaluación de la factibilidad técnica y económica de la propuesta:

Una vez diseñada la propuesta se procede a su evaluación, determinando de manera implícita o explícita los costos y beneficios mediante la conjunción de diversas técnicas de gerencia y finanzas en unidades de medición estándar, usualmente monetarias para que se puedan comparar directamente. La intención es encontrar o tomar la decisión adecuada, es decir, la que aporte mayor rentabilidad respecto a la situación anterior donde los subensambles se encargaban a otra empresa.

CAPITULO V

RESULTADOS

5.1.- Diagnóstico del área de motores:

El diagnóstico sirve como ayuda para conocer la realidad en el área de estudio y está dividido en dos partes: diagnóstico interno y diagnóstico externo. En el diagnóstico interno se evalúan las fortalezas y debilidades del espacio para la ejecución de los procesos y en el diagnóstico externo las oportunidades y amenazas de la ubicación del área para el propósito asignado. Para elaborar este análisis se requiere conocer a fondo el área en cuestión: las medidas, la distribución actual, los procesos realizados, las facilidades y herramientas disponibles, así como, el personal autorizado.

5.1.1.- Descripción del Galpón de Motores:

El galpón de motores se encuentra en la zona noroeste de la planta, dispone de un espacio de 3.360 m², en los cuales se encuentran dos conveyors: el primero comprende las estaciones 1 a la 5 donde se realiza el subensamble del motor antes de pasar a serialización y las estaciones de la 6 a la 12 donde se instala el múltiple, compresor, arranque, tubería de enfriamiento, sensor catalítico, el conjunto disco – Mc Pherson –trípode (estación 11), múltiple y llenado de aceite. Además, posee un área de almacenamiento de autopartes con varios racks, área de oficina, área de descanso y baño. Entre las facilidades destaca una red de aire comprimido, red eléctrica, rielera, herramientas eléctricas y neumáticas. En cuanto a las operaciones, estas se adaptan a los modelos que la planta este fabricando. El número de trabajadores autorizados es de 25.

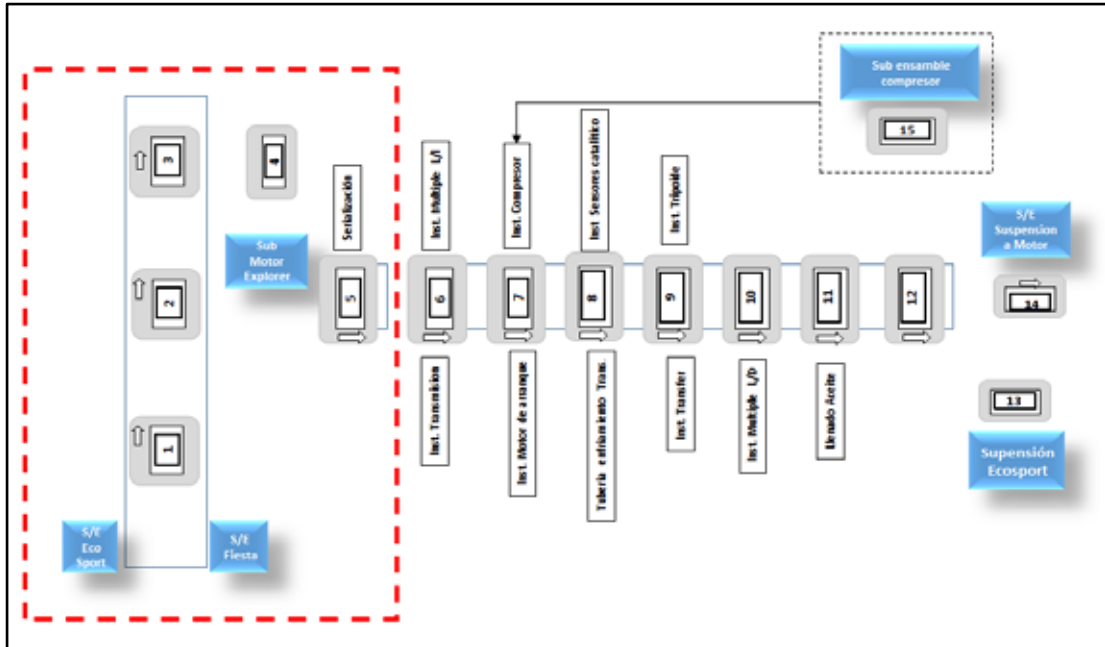


Figura 21. Layout Galpón de Motores

Fuente: Ford Motor de Venezuela S.A (2018). p. s/n



Figura 22. Galpón de Motores

Fuente: Ford Motor de Venezuela S.A (2018). p. s/n

En Fiat Chrysler Automóviles de Venezuela L.L.C (FCA), se pudo evidenciar la incorporación de los subensables al proceso de producción ya que estos se realizaban en Gabriel de Venezuela S.A., el cual decidió cerrar la línea de producción de los subensables. Dicha propuesta se implemento en el área de simulación, la cual posee una superficie menor a la utilizada en Gabriel. Además, mediante entrevistas no estructuradas al personal de FCA se pudo constatar que Gabriel les entrego los diagramas de operaciones, mesas de subensamble y hojas de procesos, lo que les permitió incorporar la línea con mayor facilidad. Dentro de este marco, tuvieron que fabricar las prensas de subensamble cubo-disco, la prensa de inserción de reten, la mesa de subensamble de guardapolvo y el dispositivo de chequeo estría-cubo. La distribución de planta seleccionada es la que se muestra a continuación:

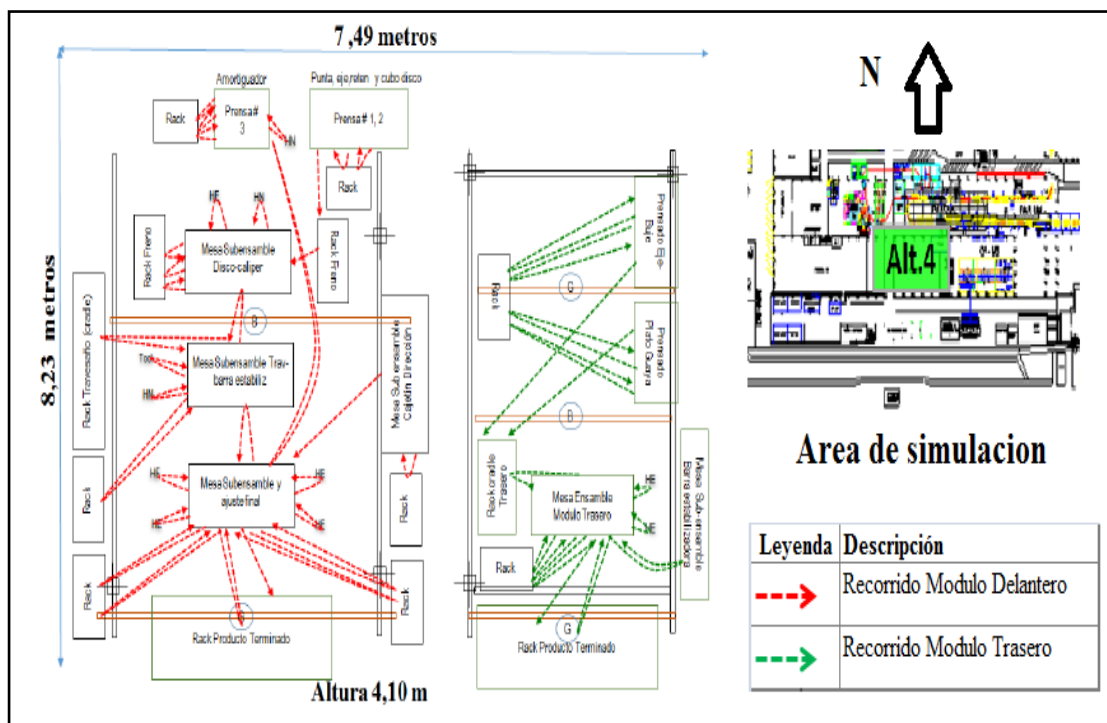


Figura 24. Distribución en planta seleccionada para Fiat Chrysler

Fuente: Farley González (2018)

5.2.- Análisis de requerimientos en cuanto al producto, procesos y recursos:

5.2.1.- Descripción de los procesos de subensamble de las suspensiones delantera y trasera de la EcoSport:

A través de los diagramas de flujo y de operaciones elaborados por Ford Motor Company, además de los datos proporcionados en las visitas a Danaven C.A, Gabriel de Venezuela S.A y Fiat Chrysler Automóviles de Venezuela LLS, se pudo definir el proceso de subensamble de las suspensiones y su incorporación a la línea de ensamble, destacando que la descripción incluye tanto el lado derecho como izquierdo, siguiendo el orden a continuación:

5.2.1.1.- Ensamble de suspensión delantera:

(a) Subensamble Central *Sub Frame*: se toma el *crossmember* con la grúa y se posiciona en la mesa de subensamble, luego se toma el brazo control izquierdo y derecho y se posicionan a los laterales del *crossmember* y seguidamente se fijan manualmente con un tornillo W703432-S900 y uno W715977-S900 por cada lado para finalmente ser ajustado (ver figura 25).

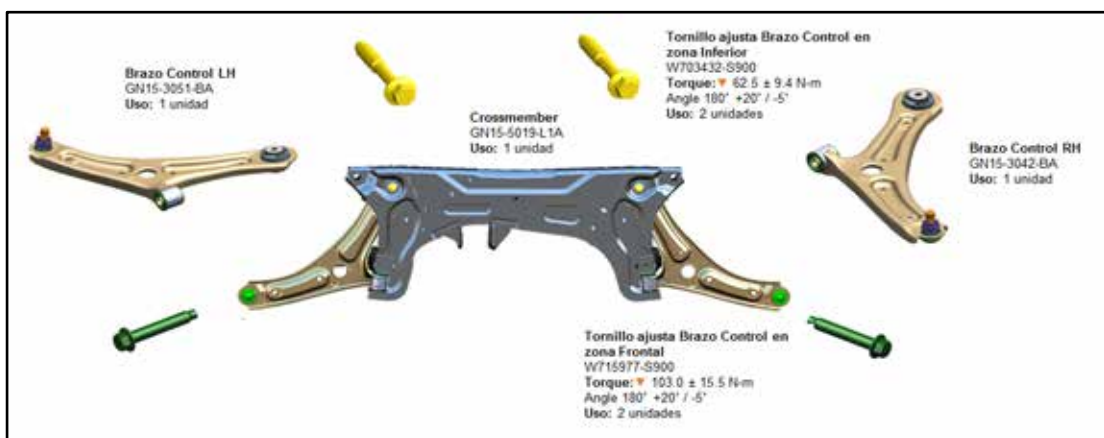


Figura 25. Subensamble Central Sub Frame 1-3

Fuente: Ford Motor de Venezuela S.A

El siguiente paso es el subensamble de la barra estabilizadora en el crossmember, para ello, primero se coloca la barra estabilizadora sobre la mesa para luego tomar el buje, aplicarle grasa y ubicarla en la barra asegurándose que la ranura del buje quede en dirección a la parte frontal del vehículo, para la abrazadera sobre los bujes. Seguidamente, se fija el lápiz a la barra estabilizadora con la tuerca W715135-S440 de manera manual siguiendo una operación espejo para luego ser colocada sobre el crossmember, colocando un retén del lado derecho y ajustando las abrazaderas con tornillos W500032-S442 mediante operación espejo para finalmente posicionar los spacer en los extremos superiores del crossmember como se observa en la figura 26.

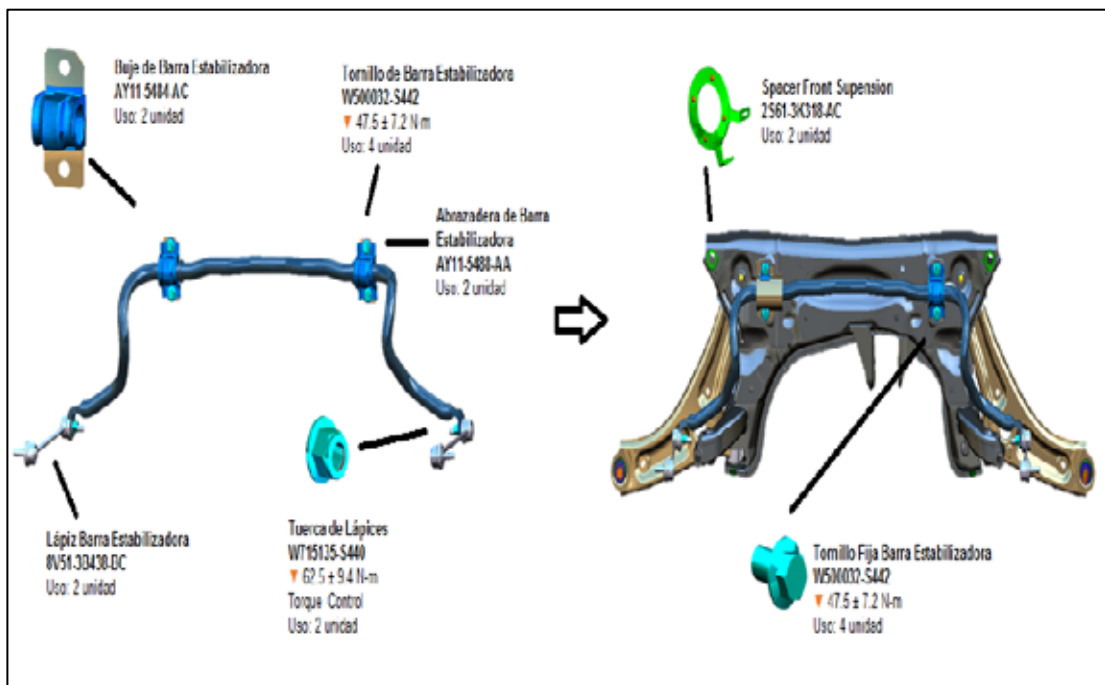


Figura 26. Subensamble Central Sub Frame 2-3

Fuente: Ford Motor de Venezuela S.A

La última fase de esta etapa es el ensamble del cajetín de dirección en el crossmember, el cual se realiza con tres tornillos con los cuales se realiza el posicionamiento para luego realizar el ajuste, tal como se muestra en la figura 27.

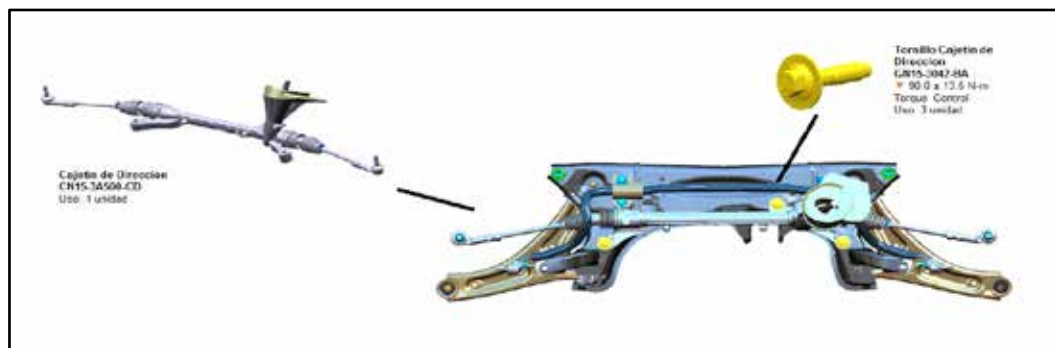


Figura 27. Subensamblado Central Sub Frame 3-3

Fuente: Ford Motor de Venezuela S.A

(b) Subensamblado *Mc Pherson*: en una primera fase, se toma el *knuckle* y se traslada a la prensa, el plato se posiciona sobre este, ajustándolo de manera manual con tres tornillos, luego, se toma el cubo frontal se posiciona sobre el subconjunto y se acciona la pieza. Seguidamente se procede a tomar el disco y posicionarlo sobre el subconjunto *knuckle*-cubo, se posiciona, además, el retén sobre cualquiera de los espárragos y se coloca el *caliper*, asegurándose que la línea de frenos quede hacia arriba y con dos tornillos W700672-S442 se hace el ajuste (ver figuras 28 y 29).

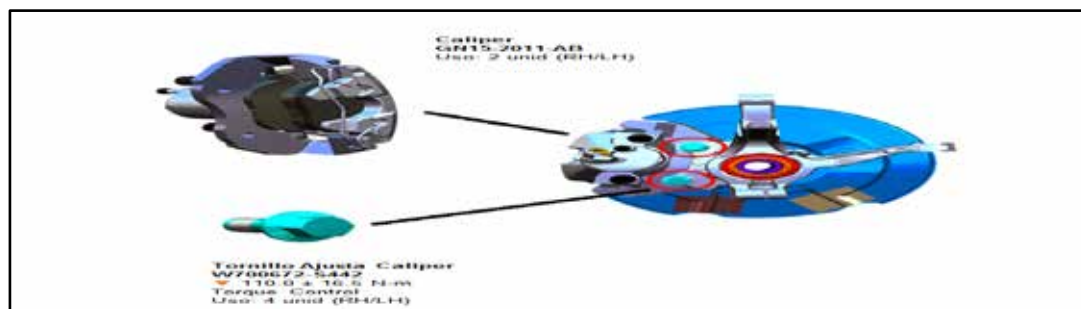


Figura 28. Subensamblado Caliper

Fuente: Ford Motor de Venezuela S.A

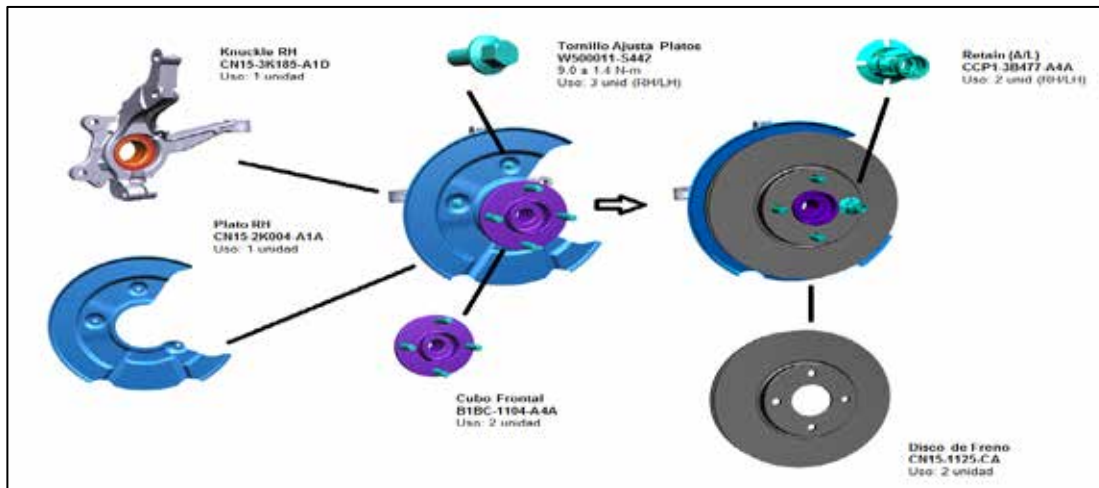


Figura 29. Subensamble *Knucle-Disco*

Fuente: Ford Motor de Venezuela S.A

En una segunda fase se realiza el subensamble del *Mc Pherson*, para lo cual se aplica grasa a la parte superior del amortiguador para colocar el *bumper*, luego el muelle de suspensión y el guardapolvo. Seguidamente se coloca el cojinete y el tope para ser trasladado a la prensa para comprimir el muelle, posicionar la tuerca en el vástago del amortiguador y ajustar, luego se libera la compresión y se coloca la tapa protectora sobre la tuerca del tope (ver figura 30).

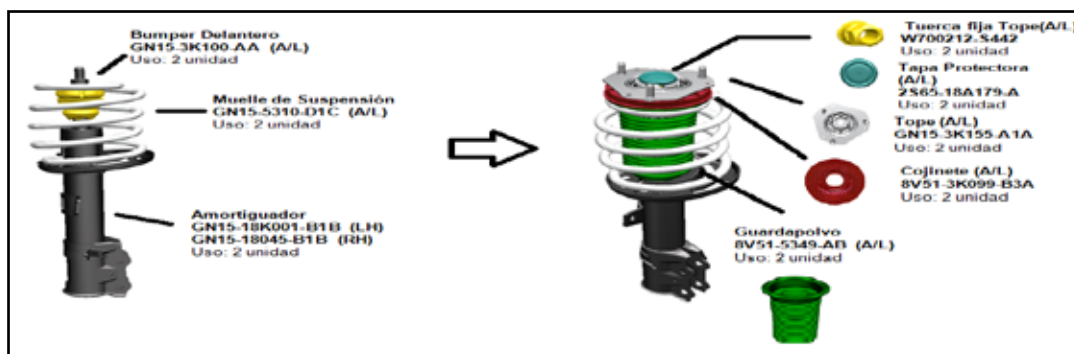


Figura 30. Subensamble *Mc Pherson*

Fuente: Ford Motor de Venezuela S.A

(d) Ensamble conjunto Disco – *Mc Pherson*: en la mesa de subensamble se posiciona los subconjuntos mediante dos tornillos W500742-S442 y tuercas W520214-S900 para realizar el ajuste. Seguidamente, se toma el trípode y se inserta la punta de este en el cubo hasta que haga tope luego se toma una tuerca fija tripoide y se ajusta a este, como lo muestra la figura 31.



Figura 31. Ensamble conjunto Disco - Mac Pherson

Fuente: Ford Motor de Venezuela S.A

(e) Ensamble conjunto Disco-*Mc Pherson* y Motor: el conjunto Disco-*Mac Pherson* se toma con la grúa y se traslada a la línea de ensamblaje del motor, se retiran los sellos de la caja y se posicionan los trípodes en los orificios de la caja con ayuda de un protector de sellos. Finalmente, el conjunto se posiciona sobre el crossmember al final de la línea de ensamble del motor como lo muestra la figura 32.

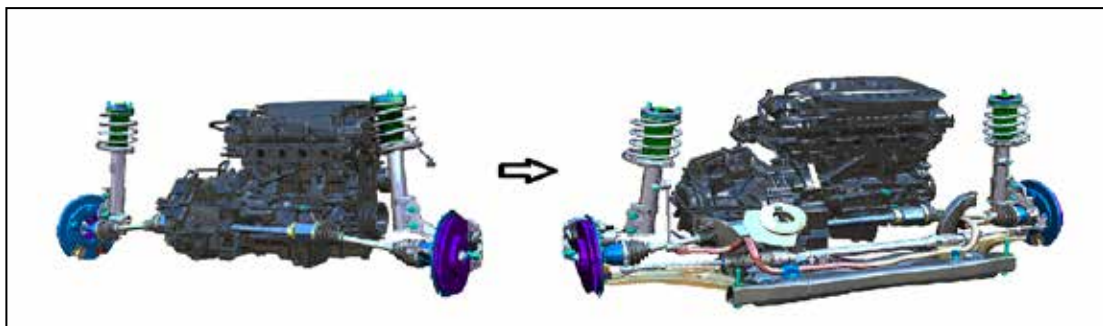


Figura 32. Ensamble final de la suspensión delantera

Fuente: Ford Motor de Venezuela S.A

5.1.1.1.- Ensamble de suspensión trasera:

El módulo de la suspensión trasera se arma incorporando al plato de tambor la guaya de freno y el *plug*, para luego instalar el conjunto en el eje trasero e incorporar el cubo de freno trasero y fijarlo mediante tornillos W711918-S442. Seguidamente, se coloca la tapa de tambor trasero el cual se fija con un retén, finalmente, se incorporan el tubo, la manguera de frenos, el cable y ecualizador, así como, el sensor ABS, el muelle trasero con sus soportes y los amortiguadores, tal como se observa en la figura 33.

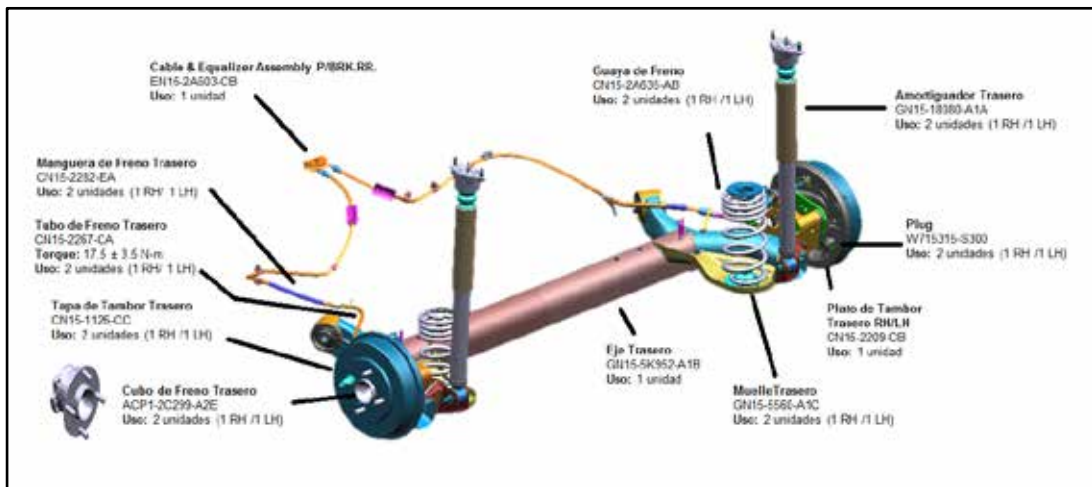


Figura 33. Ensamble final de la suspensión trasera

Fuente: Ford Motor de Venezuela S.A

5.1.2.- Elaboración de la tabla de preferencias:

La tabla de preferencias es una herramienta de ingeniería industrial que permite, relacionar departamentos o procesos de acuerdo a un esquema cualitativo. En el caso de la presente investigación se identificaron siete estaciones de trabajo para los procesos de subensamble:

- 1) Prensado de *knuckle*, rodamiento y reten
- 2) Ensamble de conjunto *Knuckle* – disco
- 3) Ensamble de *Mc Pherson*
- 4) Ensamble conjunto freno de disco – *Mc Pherson*
- 5) Subensamble de la barra estabilizadora
- 6) Ensamble del *crossmember*
- 7) Ensamble de suspensión trasera

Con estos datos se procedió a realizar la tabla de preferencias para conocer cuales estaciones requerían estar cercanas una de la otra y cuáles no, siendo los resultados los mostrados a continuación en la tabla 01.

1) Prensado de knuckle, rodamiento y reten	A
2) Ensamble de conjunto Knuckle – disco	I O
3) Ensamble de Mc Pherson	A O O
4) Ensamble conjunto freno de disco – Mc Pherson	U U U U
5) Subensamble de la barra estabilizadora	U U U
6) Ensamble del crossmember	A U
7) Ensamble de suspensión trasera	U

CODIGO	CERCANIA
A	Absolutamente necesaria
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Ordinaria/normal
U	No importante
X	Indeseable

Tabla 01. Tabla de preferencias

Autor: Anthony Castro (2018)

Como se puede observar el ensamble de la suspensión trasera no requiere de estar cercana a ninguna de las otras estaciones, las estaciones 1-2 así como las estaciones 3-4 y 5-6 requieren estar próximas debido a que el sub ensamble obtenido en una de ellas es requerido para realizar el ensamble en la siguiente estación. En cuanto a las relaciones de estas con las demás estaciones es de importancia ordinaria o no importante debido a que la cercanía entre estas no impide el desarrollo de las tareas en otras estaciones.

5.2.3.- Calculo de superficies:

Este procedimiento toma los datos obtenidos de la Fase I para el cálculo de las superficies necesarias por estación, para los procesos de subensamble de las suspensiones, el coeficiente K se tomó como 0,25 por la clasificación de la industria.

1) Prensado de knuckle, rodamiento y reten:

Elementos	Área (m ²)
1)Mesa Auxiliar	1.04
2) Prensa	0.49
3) Rack de materiales	0.49
4) Rack de producto terminado	1.05
Superficie estática (1+2+3+4)	3.07
Superficie de gravitación $S_g = S_s \times N$	3.07
Superficie de evolución $S_e = (S_s + S_g)(K)$	1.55
Superficie total	7.69

Tabla 02. Calculo de superficie para la estación 1

Autor: Anthony Castro (2018)

2) Ensamble de conjunto Knuckle – disco:

Elementos	Área (m²)
1) Mesa de subensamble	0.42
2) Rack de materiales (x2)	1.20
3) Rack de producto terminado	1.20
Superficie estática (1+2+3+4)	2.82
Superficie de gravitación $S_g = S_s \times N$	2.82
Superficie de evolución $S_e = (S_s + S_g)(K)$	1.41
Superficie total	7.01

Tabla 03. Calculo de superficie para la estación 2

Autor: Anthony Castro (2018)

3) Ensamble de Mc Pherson:

Elementos	Área (m²)
1) Mesa auxiliar	0.42
2) Prensa	0.35
3) Rack de materiales (x2)	1.20
4) Rack de producto terminado	1.20
Superficie estática (1+2+3+4)	3.17
Superficie de gravitación $S_g = S_s \times N$	3.17
Superficie de evolución $S_e = (S_s + S_g)(K)$	1.59
Superficie total	7.93

Tabla 04. Calculo de superficie para la estación 3

Autor: Anthony Castro (2018)

4) Ensamble conjunto freno de disco – Mc Pherson:

Elementos	Área (m ²)
1) Mesa de ensamble	1.17
3) Rack de materiales	1.20
Superficie estática (1+2+3+4)	2.37
Superficie de gravitación $S_g = S_s \times N$	4.74
Superficie de evolución $S_e = (S_s + S_g)(K)$	1.19
Superficie total	8.30

Tabla 05. Calculo de superficie para la estación 4

Autor: Anthony Castro (2018)

5) Subensamble de la barra estabilizadora:

Elementos	Área (m ²)
1) Mesa de ensamble	0.78
3) Rack de materiales	1.20
Superficie estática (1+2+3+4)	1.98
Superficie de gravitación $S_g = S_s \times N$	1.98
Superficie de evolución $S_e = (S_s + S_g)(K)$	4.46
Superficie total	9.83

Tabla 06. Calculo de superficie para la estación 5

Autor: Anthony Castro (2018)

6) Ensamble del crossmember:

Elementos	Área (m²)
1) Mesa de ensamble	1.17
2) Brazo articulado	1.50
3) Rack de materiales (x3)	11.25
4) Rack de producto terminado	5.00
Superficie estática (1+2+3+4)	18.92
Superficie de gravitación $S_g = S_s \times N$	18.92
Superficie de evolución $S_e = (S_s + S_g)(K)$	9.46
Superficie total	47.30

Tabla 07. Calculo de superficie para la estación 6

Autor: Anthony Castro (2018)

7) Ensamble de suspensión trasera:

Elementos	Área (m²)
1) Mesa de ensamble	0.78
2) Rack de materiales (eje trasero)	4.24
3) Rack de materiales	1.20
4) Rack de producto terminado	5.00
Superficie estática (1+2+3+4)	11.22
Superficie de gravitación $S_g = S_s \times N$	11.22
Superficie de evolución $S_e = (S_s + S_g)(K)$	5.61
Superficie total	28.05

Tabla 08. Calculo de superficie para la estación 7

Autor: Anthony Castro (2018)

5.2.4.- Determinación de superficies totales por áreas:

Según los datos obtenidos en la fase 1 y los de la tabla de preferencia se pudo determinar que para el proceso de subensamble de suspensiones delantera y trasera se pueden configurar tres áreas: una para los subensambles del conjunto Disco-Mc Pherson, que se incorpora en el ensamble del motor y requiere de una superficie proyectada de 30,93 m², otra para los subensambles del crossmember, que se incorporan al final de la línea de ensamble del motor y requieren de una superficie de 80,78 m², finalmente, otro para suspensión trasera que requiere de una superficie de 28,05 m².

Dentro del galpón de motores solo dos sectores cumplen con la superficie necesaria para el desarrollo de los procesos, como se muestra en la figura 34. La opción A, corresponde al área utilizada para la incorporación de las suspensiones del modelo saliente Explorer el cual posee un área disponible de 170 m² y la opción B, corresponde a la zona de almacenamiento de piezas correspondientes a los modelos salientes Fiesta y Explorer con un área total de 140 m².

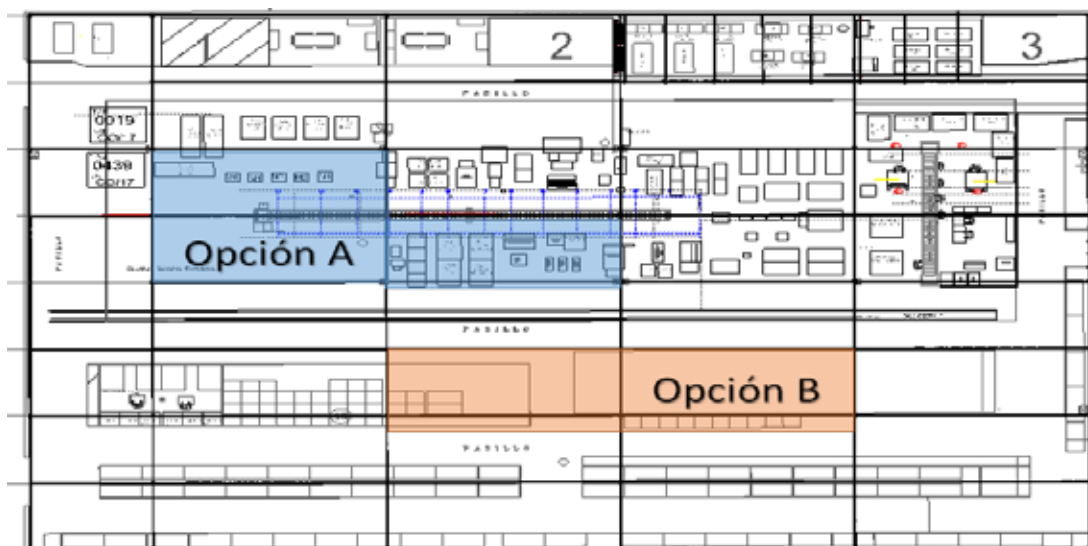


Figura 34. Layout de opciones disponibles

Fuente: Anthony Castro (2018)



Figura 35. Opción A (Izquierda) y Opción B (Derecha)

Fuente: Anthony Castro (2018)

5.2.5.- Matriz de Ponderación:

Con la información suministrada en la fase I y II se aplicó una matriz de ponderación, para conocer cuál de las dos alternativas era la más apropiada para el desarrollo de la propuesta. Para esto fueron seleccionados cinco criterios los cuales tienen como finalidad establecer cuál de las alternativas se adapta mejor a las necesidades del proceso productivo, estos son:

Accesibilidad: el nivel de acceso a la línea de ensamble, a las facilidades como electricidad, líneas de aire comprimido, el traslado de materiales se toman como elementos cruciales para la entrega de los ensambles a la línea, lo que pone en riesgo el proceso productivo. Por lo cual se le colocó la ponderación más alta de cinco (5) puntos.

Adaptación al Workstation Readiness: la propuesta que mejor se adapte a los requerimientos de Ford sobre calidad, ergonomía y seguridad de las estaciones de trabajo tendrá como ponderación máxima cuatro (4).

Inversión en facilidades y herramientas: se pondero con un nivel de tres (3) puntos, siendo este el puntaje para la opción que acarree menos inversión, debido a que la propuesta se centra en un proyecto de costo mínimo.

Gastos de instalación: son todos aquellos gastos incurridos al instalar la propuesta, el área seleccionada deberá incurrir en gastos mínimos de instalación, por lo que se le asigno una ponderación de dos (2).

Tiempo de implementación: es el tiempo que se tarda desde la toma de la decisión hasta su implementación, se le dio como ponderación uno (1).

En la tabla 9, se muestra la calificación según el nivel de importancia para cada criterio, se le dio un puntaje de dos (2) puntos al estado menos óptimo y diez (10) puntos al más óptimo.

Ponderación	Criterios				
	Accesibilidad (5)	Adaptación al WSR (4)	Inversión en F&H (3)	Gastos de Instalación (2)	Tiempo de Implementación (1)
2	Poco Accesible	No satisfactorio	Alta	Alto	Alto riesgo (tardío)
5	Accesible	Suficiente			
10	Muy Accesible	Satisfactorio	0	Bajo	Bajo riesgo (a tiempo)

Tabla 09. Ponderación para Matriz de decisión

Fuente: Anthony Castro (2018)

Una vez establecidos los criterios y ponderaciones, se procedió a la elaboración de la Matriz de Ponderaciones entre las alternativas A y B, tal como se observa en la tabla 10 a continuación:

Alternativas	Accesibilidad (5)	Adaptación al WSR (4)	Inversión en F&H (3)	Gastos de Instalación (2)	Tiempo de Implementación (1)	Total
A	10	8	8	5	10	126
B	7	5	5	2	8	82
Ponderación	2	Poco Accesible	No satisfactorio	Alta	Alto	Alto riesgo (tardío)
	5	Accesible	Suficiente			
	10	Muy Accesible	Satisfactorio	0	Bajo	Bajo riesgo (a tiempo)

Tabla 10. Matriz de Ponderación

Fuente: Anthony Castro (2018)

Luego de analizar los criterios y verificar los resultados de la matriz de ponderación se tomo la decisión de utilizar la opción 1, debido a que esta es la más rentable con un puntaje alto de 126 puntos. El análisis utilizado para la asignación de puntajes a cada criterio para las distintas alternativas es el mostrado a continuación:

Accesibilidad: para la opción A, se le asigno un puntaje de 10 debido a que se encuentra en la propia línea de producción por lo que se tiene un gran acceso a las facilidades y materiales, así como fácil incorporación a la línea de ensamble. La opción B recibió 7 puntos debido a que a pesar de encontrarse cerca de la línea de producción, el traslado de los materiales es más extenso y el área requiere de acondicionamiento para el desarrollo del proceso productivo.

Adaptación al Workstation Readiness: para la opción A, se asigno un puntaje de 8 debido a que por su ubicación gran parte del área se encuentra bajo los estándares y las adaptaciones para el desarrollo de los subensambles son mínimas. La opción B, recibió 5 puntos, motivado a que el área se destinaba a almacenajes y habrá que realizar cambios mayores para adaptarlo a las normativas internas de la empresa.

Inversión en Facilidades y Herramientas: La opción A recibió un puntaje de 8 debido a que en el área se encuentran la gran mayoría de las facilidades y herramientas necesarias para el desarrollo de los subensambles. La opción B, recibió un puntaje de 5 debido a que a pesar de que todo el galpón posee acceso a facilidades hay que realizar adaptaciones al espacio, por no haber sido inicialmente destinado para este fin.

Gastos de instalación: los gastos de instalación en la opción A son mas bajos debido a que es la incorporación de los subensambles al área de ensamble, sin embargo requiere el diseño y construcción de las mesas, así como la redistribución del espacio por lo que se le asigno un puntaje de 5. A la opción B se le asigno un puntaje de 2 debido a que no solo requiere el diseño e instalación de las mesas, sino la instalación de rielera, adaptación de facilidades y adquisición de herramientas lo que aumenta los gastos en comparación a la opción A.

Tiempo de implementación: el tiempo de implementación para la opción A posee un puntaje alto de 10 debido a que es la redistribución de un área existente destinada para el mismo fin. En cuanto a la opción B, el puntaje es de 8, ya que, a pesar de no ser un área destinada a la finalidad deseada, la misma se encuentra vacía lo que facilitara el proceso de instalación.

5.2.6. - Balance de Líneas y *Work Balance Boards for operations* (WBB):

El balance de líneas se realizo siguiendo el método de asociación aparente con procedimientos realizados por Ford Rusia mediante videos de operaciones similares a las de la propuesta presentada. De estos videos, se pudieron discernir las operaciones que deben dividirse en elementos de trabajo y mejorar las operaciones mediante el estudio de métodos con el fin de disminuir los tiempos de trabajo y representar en la WBB cada carga de trabajo para determinar las cargas que representen desperdicios y realizar las respectivas propuestas de mejora.

En el cuadro presentado a continuación (Tabla 11), se observan los resultados del proceso de medición de tiempos por unidades de trabajo en cada estación y la segregación de actividades siguiendo el código de colores, descrito a continuación:

(a) Verde: cualquier actividad que agregue o cambie el ajuste, la forma o función del producto y haga que el producto avance hacia su estado final.

(b) Rojo: cualquier actividad que no agregue o cambie el ajuste, la forma o función del producto y no haga avanzar el producto hacia su forma final. Entran en el grupo de desperdicios.

(c) Amarillo: cualquier actividad que no agregue o cambie el ajuste, la forma o función del producto y que no avance el producto hacia su estado final, pero permita que se realice la actividad de valor agregado.

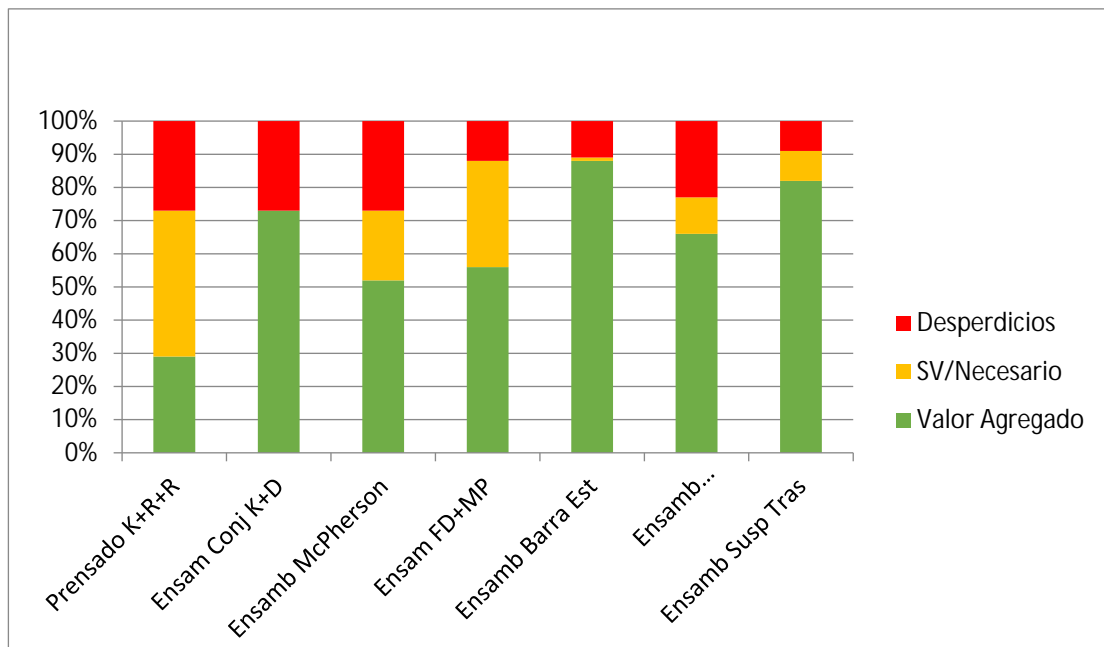


Tabla 11. Work Balance Boards for operations –Caso: Ford Rusia

Fuente: Anthony Castro (2018)

Se pudo observar que la mayor concentración de desperdicio se debe a los traslados innecesarios que debe realizar el operador para sustraer los materiales que necesita para los ensambles de los racks y luego para posicionar los productos terminados. Esto se debe a una disposición deficiente de los racks en el espacio disponible y una complicada distribución del espacio para el traslado entre estaciones. Las actividades que se identificaron con el color amarillo fueron aquellas propias de los procesos burocráticos de la empresa como lo son el sellado y escaneado de las planillas y el marcaje de las tuercas, que a pesar de no generar valor agregado sirven para que la empresa mantenga un control de las operaciones realizadas.

Asimismo, se pudo identificar que las actividades que generaban mayores desperdicios se encontraban en los ensambles de suspensión delantera, debido a que deben realizarse en estaciones separadas por lo que la distribución del área afecta notablemente el desempeño del proceso. En contraste, los procesos de ensamble de la suspensión trasera reflejaron una menor concentración de desperdicios debido a que todo se puede realizar en dos estaciones que pueden permanecer juntas. Todos estos elementos deben tomarse en cuenta al momento de la elaboración de la propuesta.

5.2.7. – Calculo de la cantidad de operarios:

El estudio presentado a continuación se baso principalmente en la determinación del número de operarios requeridos para el desarrollo del proceso productivo, para esto se tomo como producción requerida 100 unidades diarias por estación, tomando como unidad producida cada elemento de lado izquierdo como derecho. El tiempo de producción se tomara de los cálculos de tiempos tomados de los videos de Ford Rusia utilizados para la elaboración del *Work Balance Boards for operations* cuyos tiempos se muestran en la tabla 12 a continuación, y el numero de minutos disponibles por día se tomo en base a una jornada de 8 horas diarias, equivalente a 480 minutos.

N°	Estación	Tiempo de operación (seg)	Tiempo de operación (min)
1	Prensado de knuckle, rodamiento y reten	78	1.30
2	Ensamble de conjunto Knuckle – disco	245	4.08
3	Ensamble de Mc Pherson	190	3.17
4	Ensamble conjunto freno de disco – Mc Pherson	345	5.75
5	Subensamble de la barra estabilizadora	175	2.91
6	Ensamble del crossmember	374	6.23
7	Ensamble de suspensión trasera	440	7.33

Tabla 12. Tiempo estándar de producción para estaciones

Fuente: Anthony Castro (2018)

Siguiendo los procedimientos se calcula la cantidad de operarios mediante el siguiente procedimiento:

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

El total de empleados necesarios para cubrir la producción es de 9 trabajadores en un turno de 8 horas para la elaboración de 100 piezas por estación. Estando dentro del margen autorizado para el galpón de motores de 25 trabajadores y adaptándose el espacio proyectado por estaciones.

5.3.- Diseño de una propuesta de distribución en el área de motores que integre los subensambles al proceso:

5.3.1.- Propuesta N° 1: Listado de dispositivos y equipos necesarios para el ensamblaje de módulos de suspensión

En el marco de la propuesta, hay que analizar los dispositivos y equipos necesarios para el desarrollo del proceso productivo. Con el apoyo del personal de la planta y respaldo en las visitas realizadas a Danaven, Gabriel y Chrysler, se elaboro una tormenta de ideas para saber que equipos se deben elaborar, cuales se pueden adaptar al proceso y los que requieren mejoras o reparaciones para su puesta en funcionamiento, los resultados de esta actividad se observan en la tabla 13 a continuación:

Fabricar	<ul style="list-style-type: none"> • Mesa de subensamble knuckle, rodamiento y reten • Mesa de subensamble de conjunto knuckle – disco • Mesa de subensamble de Mc Pherson • Mesa de ensamble de conjunto freno de disco – Mc Pherson • Mesa de subensamble de barra estabilizadora • Mesa de ensamble crossmember – barra estabilizadora • Mesa de ensamble de suspensión trasera
Mejorar	<ul style="list-style-type: none"> • Rielería • Puntos eléctricos y neumáticos
Incorporar	<ul style="list-style-type: none"> • Mesas auxiliares • Rack de materiales y productos terminados • Herramientas eléctricas, manuales y neumáticas • Torquímetros • Ventiladores

Tabla 13. Cuadro de dispositivo de dispositivos y equipos necesarios

Fuente: Anthony Castro (2018)

El diseño de las mesas quedara a cargo del pasante de ingeniería mecánica adjunto al proyecto y su fabricación bajo la supervisión del equipo elite conformado por operarios seleccionados para esta tarea. Se tomara como base las mesas del modelo saliente Explorer que puedan ser adaptadas, así como, prensas inoperativas que puedan ser rediseñadas para las funciones del proceso.

5.3.3.- Propuesta N° 2: Diseño de una secuencia de proceso para el ensamblaje de módulos delantero y trasero

Para el diseño del nuevo diagrama de proceso, se tomo en cuenta la secuencia del ensamble de las suspensiones trasera y delantera, siguiendo los estándares de la empresa Ford Motor de Venezuela S.A, dividiendo las actividades en sus respectivas estaciones. En la tabla 14 y 15 a continuación se muestran las secuencias:

SECUENCIA DE ENSAMBLE		
N°	Operación	Estación
SUSPENSION DELANTERA B-515 MCA (EcoSport)		
1	Tomar el Knuckle y lo traslada a la prensa.	1
2	Prensar el rodamiento y reten	
3	Tomar el plato y posicionar sobre el Knuckle ajustándolo de manera manual con 3 tornillos W500011-S442.	
4	Tomar el cubo frontal, lo posiciona sobre el subconjunto y acciona la prensa.	
1	Tomar el disco de freno y lo posicionar sobre el subconjunto knuckle-cubo.	2
2	Tomar el retain y se posiciona sobre cualquiera de los 4 espárragos	
3	Tomar el caliper y posicionar asegurando que la toma de la línea de freno quede hacia arriba.	
4	Tomar 2 tornillos W700672-S442, posicionando y ajustando sobre el caliper.	

Tabla 14-1. Secuencia de ensamble suspensión delantera

Fuente: Anthony Castro (2018)

SECUENCIA DE ENSAMBLE		
N°	Operación	Estación
SUSPENSIÓN DELANTERA B-515 MCA (EcoSport)		
1	Tomar grasa (M1C200)/AR y aplicar en la parte superior del amortiguador	3
2	Tomar bumper (3K100) e insertar en el amortiguador (180K001) (Operación Espejo)	
3	Posicionar el Muelle de Suspensión (5310) sobre la base del amortiguador asegurándose que haga tope.	
4	Inserta el guardapolvo (5349)	
5	Tomar cojinete (3K099) y posicionar sobre el muelle	
6	Tomar Tope (3K155) y posicionar sobre el cojinete	
7	Accionar la prensa para comprimir muelle	
8	Posicionar la tuerca W70212-S442 en el vástago del amortiguador y ajustar	
9	Liberar compresión del espiral	
10	Colocar tapa protectora (18A179) sobre la tuerca fija tope.	
1	Tomar el sub-conjunto corner y trasladar a la mesa de sub-ensamble	4
2	Tomar el sub-conjunto Mc Pherson y lo traslada a la mesa de sub-ensamble	
3	Tomar dos tornillos W500742-S442 y posicionar entre el sub-conjunto corner y el sub-conjunto Mc Pherson.	
4	Tomar dos tuercas W520214-S900, posicionar sobre los tornillos y ajustar.	
5	Tomar el trípode (3B436) e insertar la punta de tripoide en el cubo del conjunto disco Mac Pherson hasta que haga tope. (Operación Espejo)	
6	Tomar una tuerca fija trípode (3B477), posicionar sobre la punta saliente del cubo y ajustar.	
7	Tomar la suspensión con la grúa y la trasladar a la línea de ensamblaje	
8	Retirar los sellos de la caja	
9	Posicionar los trípodes en los orificios de la caja con la ayuda de un protector de sellos.	
NOTA: El trípode largo debe ser insertado del lado derecho y el trípode corto del lado izquierdo.		

Tabla 14-2. Secuencia de ensamble suspensión delantera

Fuente: Anthony Castro (2018)

SECUENCIA DE ENSAMBLE		
N°	Operación	Estación
SUSPENSIÓN DELANTERA B-515 MCA (EcoSport)		
1	Colocar la barra estabilizadora (5494) de manera correcta sobre la mesa de subensamble.	5
2	Tomar buje de barra estabilizadora (5484), aplicar grasa y posicionar sobre la barra verificando que la ranura del buje quede hacia la parte frontal del vehículo.	
3	Tomar la abrazadera de barra estabilizadora (5488) y posicionar sobre los bujes de la barra estabilizadora.	
4	Toma la barra estabilizadora con bujes y abrazaderas	
5	Tomar el lápiz (3B438) y fijar a los extremos de la barra estabilizadora con la tuerca W715135-S440 de manera manual (Operación Espejo).	
1	Tomar el crossmember (5019) con la grúa y lo posiciona correctamente sobre la mesa de subensamble.	6
2	Toma el brazo de control (RH/LH) e insertarlos en los laterales del crossmember.	
3	Insertar el tornillo W703432-S900 de manera manual (1 unidad por lado) y ajustar.	
4	Insertar el tornillo W715977-S900 de manera manual (1 unidad por lado) y ajustar.	
5	Posicionar la barra estabilizadora sobre el crossmember, coloca el Retain (3B353) del lado derecho y ajusta ambas abrazaderas con dos tornillos W500032-S442. (Operación Espejo).	
6	Tomar un Spacer (3K318) y posicionar en los extremos superiores del crossmember.	

Tabla 14-3. Secuencia de ensamble suspensión delantera

Fuente: Anthony Castro (2018)

SECUENCIA DE ENSAMBLE		
N°	Operación	Estación
SUSPENSIÓN TRASERA B-515 MCA (EcoSport)		
1	Posicionar el eje trasero	7
2	Armar el plato de tambor trasero (RH/LH)	
3	Colocar guaya de freno (RH/LH) en plato de tambor trasero.	
4	Colocar plug en plato de tambor trasero (RH/LH).	
5	Colocar subensamble de plato de tambor trasero (RH/LH).	
6	Colocar cubo de freno en plato de tambor trasero (RH/LH) y fijar con cuatro tornillos y ajustar.	
7	Colocar tapa de tambor trasero (RH/LH)	
8	Colocar retain de tambor a cubo (RH/LH)	
9	Colocar tubo de freno trasero (RH/LH)	
10	Colocar manguera de freno trasero (RH/LH)	
11	Colocar retain sujeta manguera de freno trasero (RH/LH)	
12	Ensamble de cable y equalizer	
13	Colocar sensor ABS y fijar con tornillo W500011-S442 (RH/LH)	
14	Colocar soporte interior de muelle trasero (RH/LH)	
15	Colocar muelle trasero (RH/LH)	
16	Colocar soporte superior de muelle trasero (RH/LH)	
17	Colocar amortiguador trasero, con tornillo W500745-S442 (RH/LH)	

Tabla 15. Secuencia de ensamble suspensión trasera

Fuente: Anthony Castro (2018)

5.3.4.- Propuesta N° 3: Diseño de plano de disposición de equipos y maquinarias propuestos para el proceso de ensamblaje de módulos de suspensión delantero y trasero

Como parte del desarrollo de la propuesta, se utilizó el diagrama de recorrido, el cual permite entender de forma visual el recorrido que deben seguir todos los materiales necesarios para el ensamblaje. De esta manera se representa con líneas verdes los recorridos de los materiales para los subensambles y ensambles de

suspensión delantera en cuadro verde y trasera con cuadro rojo. En naranja se muestran las mesas y en blanco los racks, al centro la línea de ensamblaje de motores, así como lo muestra la figura 36 a continuación:

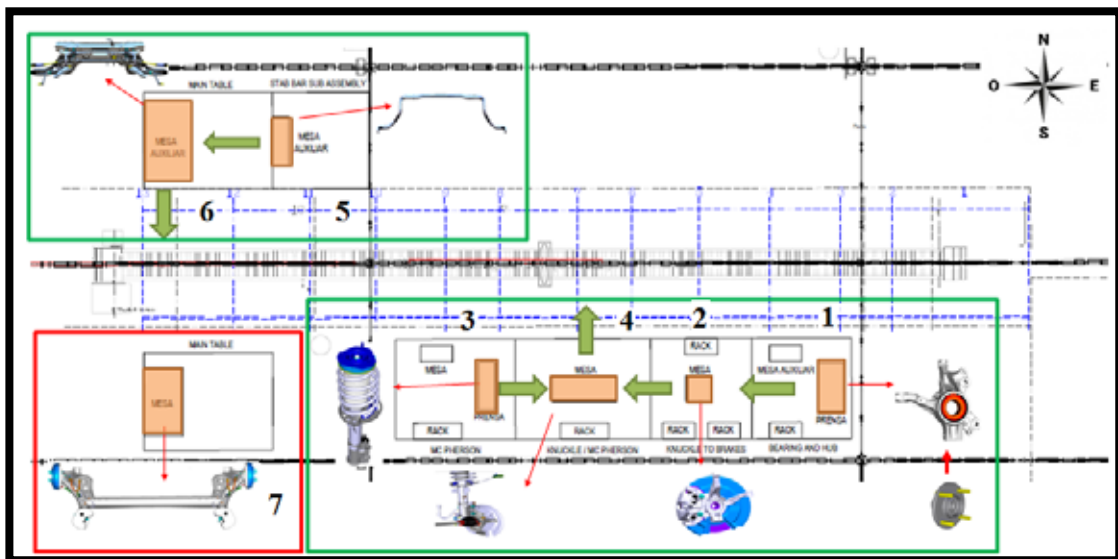


Figura 36. Diagrama de recorrido de plano propuesto para el ensamblaje de suspensiones

Fuente: Anthony Castro (2018)

Analizando los recorridos se puede observar que las estaciones 1 y 2 se encuentran en secuenciación y confluyen junto a la estación 3 en la estación 4 para ensamblar el conjunto disco – Mac Pherson al motor en la línea de ensamblaje. Las estaciones 5 y 6 se encuentran aisladas de las primeras debido a que el ensamblaje de barra estabilizadora y crossmember se incorporan al motor en el final de la línea de ensamblaje y finalmente la estación 7 para la suspensión trasera se encuentra también alejada debido a que esta no es incorporada al motor sino que se coloca en un rack de producto terminado para ser incorporado más adelante en el proceso.

5.4.- Evaluación técnica y económica de la propuesta:

Para el desarrollo de esta última fase se elaboró una relación costo/beneficio de la propuesta la cual contrasto los costos incurridos en realizar las suspensiones con el proveedor por pieza versus los costos de elaboración de las suspensiones por pieza en la planta de Ford Motor de Venezuela S.A., además, se calculó el beneficio de la propuesta con la colaboración del departamento de finanzas y CKD New Programs. Cabe destacar que muchos de los datos obtenidos son confidenciales, por lo tanto, los que están presentados en esta investigación son aquellos a los cuales Ford Motor de Venezuela S.A., autorizó su publicación.

Costos Generales: con información obtenida del departamento CKD New Programs, el cual se encarga de los lanzamientos de los nuevos productos, se obtuvieron los datos de los costos unitarios de cada suspensión, a este costo se le aplicó el porcentaje de inflación acumulada entre enero y noviembre de 2018 suministrada por el Fondo Monetario Internacional, lo que arroja los resultados obtenidos en la tabla 16 mostrada a continuación:

Descripción	Costo Unitario de Fabricación (USD)	Costo Unitario de Fabricación (Bs.S)	Inflación Ene-Nov 2018	Costo Unitario Estimado de Fabricación (Bs.S)
Suspensión delantera	66,38993	24.437,11	81.043%	1.980.567,0573
Suspensión Trasera	24,39823	10.083,11	81.043%	8.171.654,8373
Costo total:				10.152.221,8946
Tasa (trend): 413,27215 Bs/\$ (noviembre 2018)				

Tabla 16. Costo de fabricación estimado en la empresa proveedora de suspensiones

Autor: Anthony Castro (2018)

Los costos de instalación de la línea en Ford Motor de Venezuela S.A., en gran medida se utilizarán las facilidades y herramientas existentes que se destinaban para el modelo Explorer el cual ha sido descontinuado, la mano de obra no entra dentro de los costos de fabricación debido a que será realizado por el personal Ford que ya está en nómina. En cuanto a las mesas de subensamble se requiere elaborarlas. El costo unitario se determinó en base a 52 unidades. En la tabla 17 se muestra un resumen de los costos:

Descripción	Precio unitario (USD)	Precio unitario (Bs.S)
Piezas de suspensión trasera y delantera	1000	413.272,15
MPL Facilidades	192,3077	79.475,4166
Elaboración de mesas de subensamble	65,3846	27.021,6405
Costo Total:		519.769,2071

Tabla 17. Costo estimado de fabricación en Ford Motor de Venezuela S.A.

Autor: Anthony Castro (2018)

Para el cálculo del porcentaje de ganancia se realizó una comparación entre el costo de elaboración por el proveedor y el costo de colocar la línea de producción en Ford Motor de Venezuela S.A., lo que arrojó un ahorro de 94.88% como se muestra en la tabla a continuación:

Suspensión delantera y trasera (costos por unidad)			
Costo de ensamble con el proveedor (Bs.S)	Costo de ensamble en Ford (Bs.S)	Diferencia	Porcentaje de ahorro
10.152.221,8946	519.769,2071	9.632.452,6875	94.88%

Tabla 18. Calculo de porcentaje de ganancia general

Autor: Anthony Castro (2018)

CONCLUSIONES:

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, durante toda la fase de pasantías se pudo establecer con relación a los objetivos propuestos las siguientes conclusiones:

- Se posee un área dentro de la planta, específicamente en el galpón de motores la cual cumple con el área necesaria para instalar la nueva línea de producción.
- El resto de facilidades restantes como pórticos, rieles columnas, ventiladores, y demás, se pueden desmontar de la antigua línea de producción para el modelo Explorer el cual va a ser desincorporado, realizando mejoras y adaptaciones.
- En cuanto a equipos, herramientas y dispositivos, se determino que las mesas de ensamble y subensamble deben ser diseñadas y fabricadas en los talleres de matricería y soldadura, con material disponible en la planta.
- El diseño de la distribución ayuda a maximizar el espacio disponible, minimizando los recorridos innecesarios, mejorando así los tiempos y a su vez la eficiencia del proceso.
- Debido al volumen de producción planteado se determino la cantidad de operarios en nueve (9), lo que es factible ya que se encuentra dentro de la cantidad de personal autorizado para el galpón de motores.
- Económicamente, la propuesta de realizar los subensambles en planta representa un ahorro significativo en comparación al costo relacionado con la elaboración de los mismos por parte del proveedor, según las proyecciones realizadas por la empresa.
- Con base a las conclusiones anteriormente expuestas se determina que el proyecto es factible.

RECOMENDACIONES:

En función de los resultados obtenidos y en consonancia con los principios de mejora continua se recomienda lo siguiente:

- Implementar las mejoras propuestas en el siguiente informe de pasantías, a fin de lograr los resultados propuestos
- Implementar las orientaciones establecidas por Ford Motor Company, a través del Workstation Readiness, como lo son seguridad, ergonomía, orden en el uso de herramientas y equipos, así como el flujo adecuado de materiales.
- Desarrollar programas que permitan el involucramiento del personal con los objetivos de la empresa de esta forma se genera un compromiso autentico para con la organización y el mejoramiento continuo de los procesos.
- Supervisar las condiciones de trabajo y los métodos de trabajo usados en planta, a fin de garantizar la calidad de los productos, buen clima organizacional y condiciones seguras de trabajo.
- Es recomendable crear un Plan de Producción que contempla la cantidad de equipos disponibles y su capacidad por jornada de trabajo, haciéndolo de conocimiento de los empleados.
- Se recomienda realizar un estudio de tiempos para la instalación y puesta en marcha de la propuesta, aparte de la toma referencial de tiempo utilizado en el presente estudio.

REFERENCIAS

Referencias Bibliográficas:

- Behar, Daniel (2008). Metodología de la Investigación. Bogotá, Colombia. Editorial Shalom.
- Bianchi, Patricio y Lee, Miller (1999). Innovación y territorio. 1ra edición. México. Editorial Jus.
- Carro, Roberto y González, Daniel (2012). Diseño y selección de procesos. 1ra edición. Argentina. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Chase, Richard; Jacobs, Robert y Alquilano Nicholas (2009). Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros. 12da edición. México. Editorial MacGraw-Hill.
- Dietrich, Heinz (2001). Nueva guía para la investigación científica. 10ma edición. México. Editorial Planeta Mexicana S.A.
- García, Roberto (2005). Estudio del trabajo. 2da edición. México. Editorial MacGraw-Hill.
- Gómez, Ezequiel y Nuñez Franklin (2005). Plantas Industriales: aspectos técnicos para el diseño. 1ra edición. Valencia, Venezuela. Publicaciones Universidad de Carabobo.
- Gutiérrez, Humberto y De la Vara, Román (2009). Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma. 2da edición. México. Editorial MacGraw-Hill.
- Gutarra, Felipe (2015). Introducción a la Ingeniería Industrial. 1ra edición. Lima, Perú. Publicaciones Universidad Continental.
- Hernández, Juan y Vizán, Antonio (2013). *Lean Manufacturing*. Conceptos, técnicas e implantación. 1ra edición. Madrid, España. Fundación EOI.
- Hernández, Roberto; Fernández, Carlos y Baptista, Pilar (2010). Metodología de la Investigación. 5ta edición. Ciudad de México. Editorial MacGraw-Hill.

- Himmelblau, David y Bischoff Kenneth (1992). Análisis y Simulación de Procesos. Barcelona, España. Editorial Reverté, S.A.
- Ibáñez, Emilio (1989). Introducción al análisis costo-beneficio. Madrid, España. Ministerio de Hacienda, Centro de Publicaciones.
- Meyers, Fred y Stephens, Matthew (2006). Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales. México. Editorial Pearson Educación.
- Mijares, Héctor y García, Luis (2007). Normas para la elaboración y presentación de los anteproyectos, proyectos y trabajos de grado. 1ra edición. San Diego, Venezuela. Universidad José Antonio Páez.
- Muther, Richard (1970). Distribución en planta. 2da edición. Barcelona, España. Editorial Hispano Europea.
- Pérez, José (2004). Gestión por procesos. 5ta edición. Madrid, España. ESIC Editorial.
- Sabino, Carlos (1992). El proceso de investigación. 10ma edición. Buenos Aires, Argentina. Editorial Lumen.
- Universidad de Bogotá (2013). Implementación de la distribución en planta en la manufacturera de artículos de seguridad Kadis E.U. Bogotá, Colombia. Autores: Benavides, Brian y Quiroga, Jerson.
- Universidad Católica Andrés Bello (2011). Propuesta de redistribución de la maquinaria, equipos y puestos de trabajo de una planta manufacturera de pastillas para frenos. Caracas, Venezuela. Autor: Panyella, Mónica.
- Universidad José Antonio Páez (2018). Estudio de factibilidad técnica para el ensamble de módulos de suspensión delantero y trasero del vehículo modelo Forza (BK) en Fiat Chrysler Automóviles de Venezuela, L.L.C. San Diego, Venezuela. Autor: González, Farley.
- Universidad José Antonio Páez (2013). Propuesta de mejora en redistribución en el área de Conversión Tape con el fin de reducir los recorridos y el tiempo de desarrollo de los productos. San Diego, Venezuela. Autor: Villamizar, Daniel.

- Universidad Señor de Sipán(2016). Redistribución de planta del área de producción para mejorar la productividad en la empresa Hilados Richards S.A.C – Chiclayo 2015. Chiclayo, Perú. Autores: González, Jorge y Tineo, Paola.

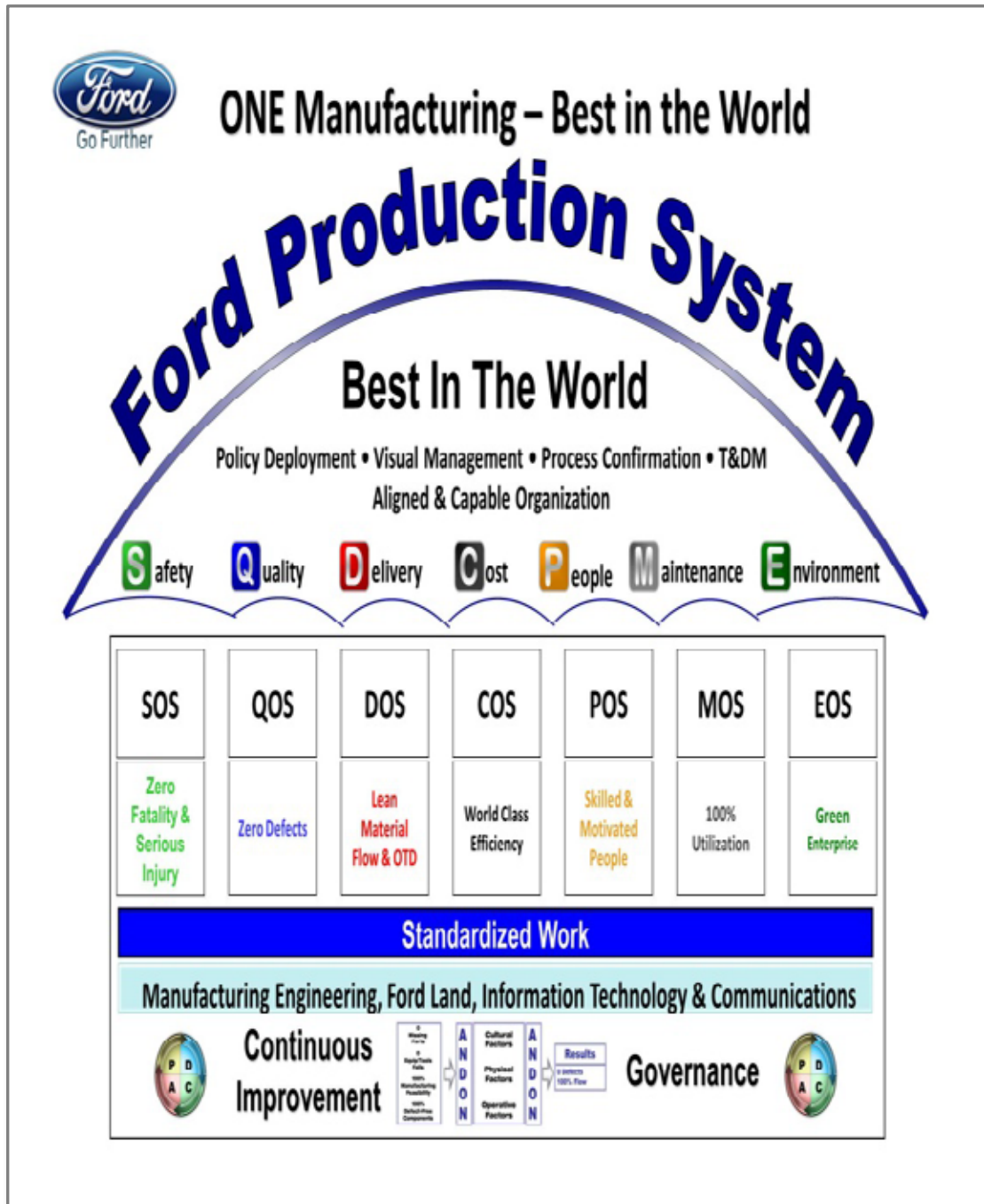
Referencias electrónicas y audiovisuales:

- Ávila, Baray. (2006). Introducción a la metodología de la investigación. Edición electrónica. <https://www.eumed.net/libros/2006c/203/>
- Ford Motor Company (2018). Our History.Edición electrónica. <https://corporate.ford.com/history.html>
- Ford Motor de Venezuela (2018). Acerca de Ford. Edición electrónica. <https://www.ford.com.ve/acerca-ford/ford-venezuela/>
- García, Julio; García, José; Marín, Juan y Santandreu, Cristina (2010). Implantación de la mejora continua en entornos de integración socio-laboral de discapacitados: un caso de estudio. San Sebastián, España. <https://www.researchgate.net/>
- Wikipedia (2018). Ford Motor Company. Edición electrónica. https://www.en.wikipedia.org/wiki/Ford_Motor_Company

ANEXOS

ANEXO A

Sistema de Producción Ford



ANEXO B

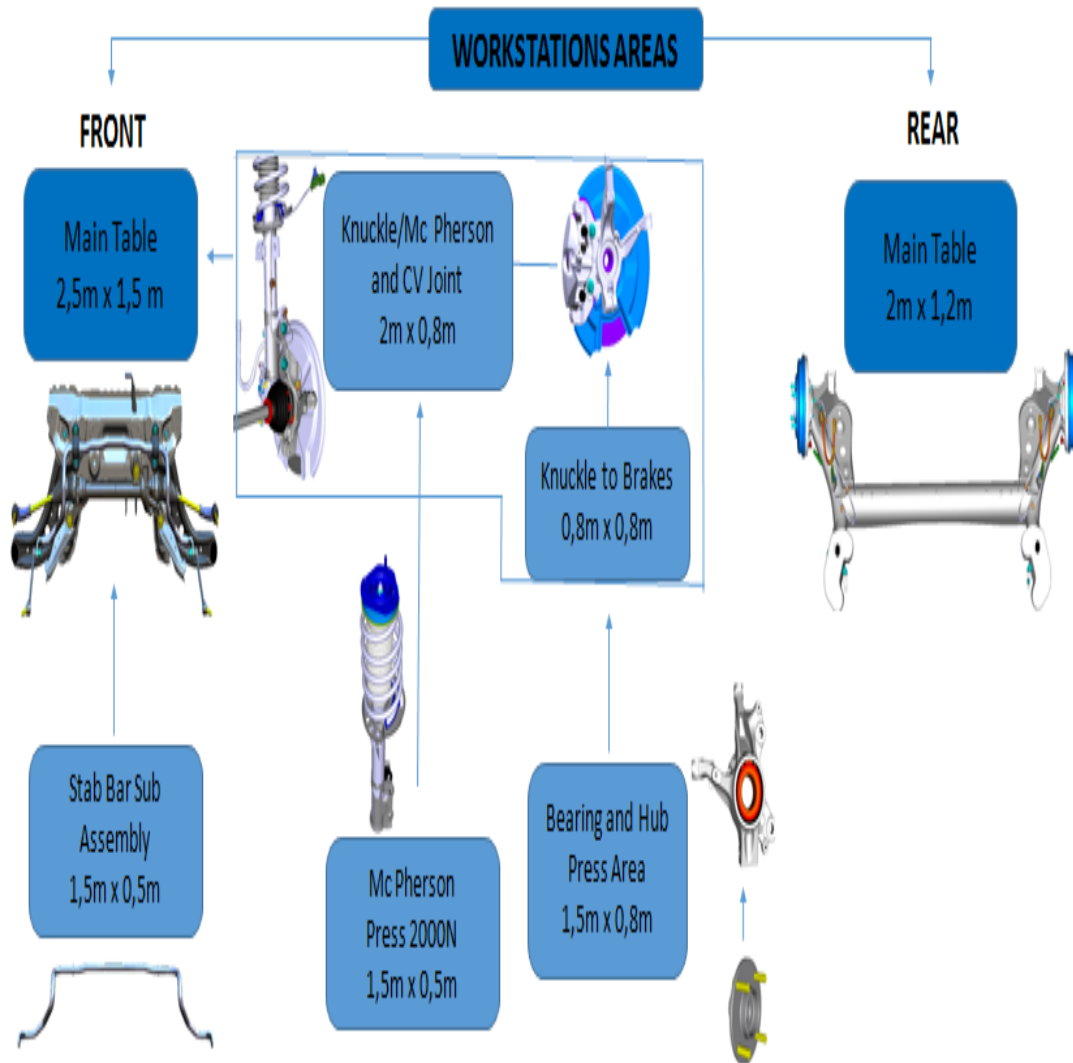
Áreas estimadas para las mesas de ensamble y subensamble



Go Further

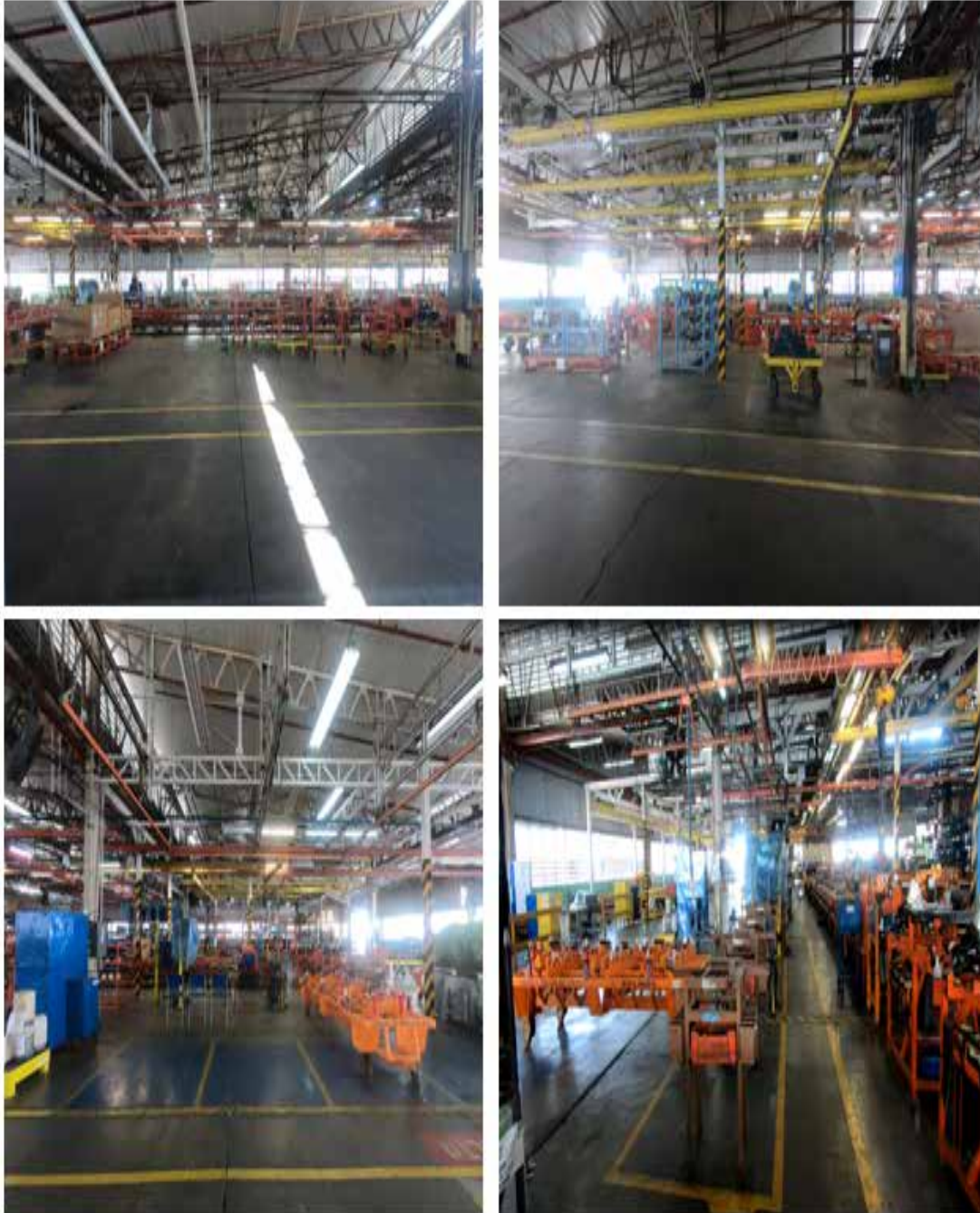
Program B515 MCA Suspension Front and Rear Design Goals

Planning, Design and Manufacture of B515 MCA Suspension Assembly Workstations accomplishing to Quality Standards, Ergonomics and Low Cost Investment according to Low volume production.



ANEXO C

Área seleccionada para la redistribución en el galpón de motores



ANEXO D

Modelo EcoSport B-515 MCA



Go Further

**PROGRAMA B-515 MCA 2019
FASE TTO-TT**



B-515 MCA 2019 MY

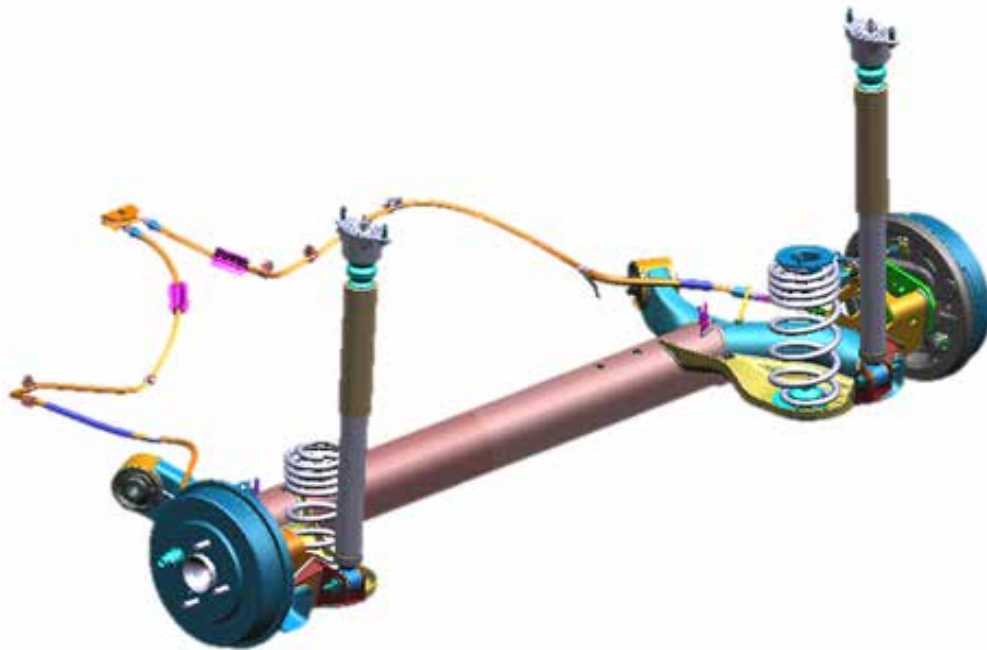
ANEXO E

Ensamble de suspensión trasera

ENSAMBLE DE SUSPENSIÓN B – 515 MCA 2019: REAR SUSPENSION



Explosión de piezas



ANEXO F

Ensamble de suspensión delantera

ENSAMBLE DE SUSPENSION B - 515 MCA 2019: McPHERSON LH/RH

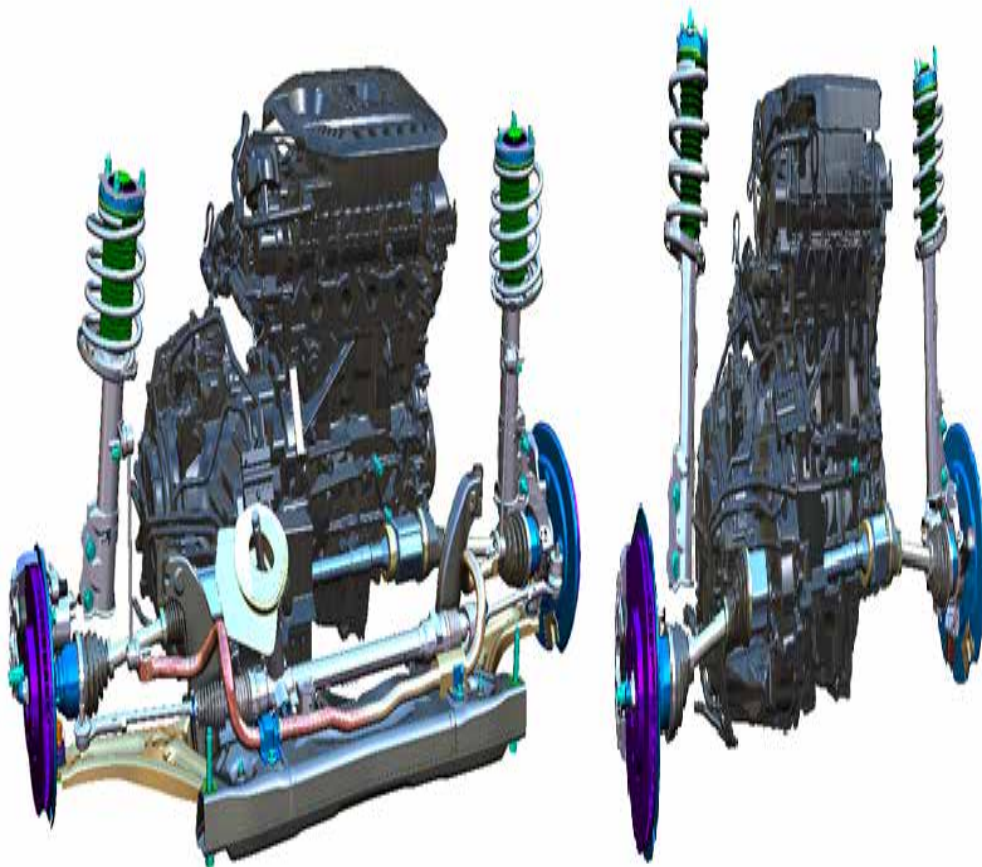


Go Further

STEP #4

Sub ensamble Suspensión/Motor

2



ANEXO G

Cronograma de pasantías

OBJETIVO ESPECIFICO	ACTIVIDAD	SEMANA																												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
Diagnosticar el área donde se van a realizar los subensambles de las suspensiones de EcoSport	Reunir datos reales y exactos sobre los espacios disponibles y facilidades en el área de motores	■	■																											
	Elaborar mediciones y tomar fotografías en el area de motores		■	■																										
	Elaborar entrevistas al personal de la planta		■	■	■																									
	Recolectar información documental sobre el area y los procesos realizados		■	■	■	■																								
	Visitar Danaven C.A. y Gabriel de Venezuela S.A.					■	■	■																						
	Visitar Fiat Chrysler Automoviles de Venezuela, LLC.						■	■																						
	Solicitar información de los procesos a las plantas Ford en Brasil y Rusia							■	■	■																				
Analizar los requerimientos en cuanto al producto, procesos y recursos	Ordenar la información recolectada							■	■	■																				
	Analizar la información y establecer un plan de trabajo									■	■	■																		
	Elaborar la tabla de preferencias para determinar la relación mas factible											■	■	■																
	Elaborar el Layout digital de la propuesta utilizando el software AutoCad													■	■	■														
	Elaborar el diagrama hombre-maquina para el estudio de la operación															■	■	■												
Diseñar una propuesta de distribución en el área de motores que integre los subensambles al proceso	Determinar las mejoras que brinda la implementación de una distribución adecuada al proceso productivo															■	■	■												
	Determinar que tipo de distribución en planta se relaciona mejor con el proceso productivo en el área de																■	■	■											
	Realizar el diseño de la propuesta de distribución en el área de motores																	■	■	■										
	Determinar las distancias y tiempos entre procesos y los recorridos de los materiales																		■	■	■									
	Seleccionar la mejor propuesta de distribución en planta para el proceso productivo																			■	■	■								
Evaluar la factibilidad técnica y económica de la propuesta	Recolectar información sobre los costos de producción actuales de las suspensiones																													
	Elaborar proyección de costos de producción con la propuesta de redistribución																													
	Elaborar una relación costo - beneficio utilizando la información recolectada																													
	Plantear conclusiones y recomendaciones con relación al proyecto de distribución propuesto																													