

SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR
TECNOLÓGICA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ



SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA

SEP

TRABAJO PROFESIONAL
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO INDUSTRIAL
QUE PRESENTA:

ANA KAREN CHÁNEZ CAMPOS

CON EL TEMA:
“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE SOLICITUD Y ENTREGA
DE PIEZAS PARA PRUEBAS AL DESARROLLO TÉCNICO DE
VOLKSWAGEN DE MÉXICO PARA NUEVOS PROYECTOS
MEDIANTE LEAN SIX SIGMA”

MEDIANTE:
OPCION
TITULACIÓN INTEGRADA

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS

JUNIO 2011



SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA

DIRECCIÓN
SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. **14/ABRIL/2011**

OFICIO DEP-CT-049- 2011

C. ANA KAREN CHÁNEZ CAMPOS
PASANTE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
EGRESADO DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ.
P R E S E N T E.

Habiendo recibido la liberación del informe técnico del proyecto denominado:

**"OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE SOLICITUD Y ENTREGA DE PIEZAS PARA PRUEBAS AL DESARROLLO
TÉCNICO DE VOLKSWAGEN DE MÉXICO PARA NUEVOS PROYECTOS MEDIANTE LEAN SIX SIGMA"**

Y en cumplimiento con los requisitos normativos para obtener el Título Profesional, comunico a usted que se **AUTORIZA** la impresión del Trabajo Profesional.

Sin otro particular quedo de usted reiterándole mis más finas atenciones.

ATENTAMENTE
"CIENCIA Y TECNOLOGÍA CON SENTIDO HUMANO"

ING. ROBERTO CIFUENTES VILLAFUERTE
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES.
C.c.p.- Departamento de Servicios Escolares
C.c.p.- Expediente
FRCV/L'ORC



Secretaría de Educ. Pública
Instituto Tecnológico
de Tuxtla Gutiérrez
Div. de Est. Profesionales

Carretera Panamericana Km.1080, C.P. 29050, Apartado Postal 599
Teléfonos: (961) 61 5-03-80 (961) 61 5-04-61 Fax: (961) 61 5-16-87
<http://www.ittg.edu.mx>



Alcance del Sistema: Proceso Educativo

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

*Por darme la vida, ser mi luz, mi guía
y por colmarme de bendiciones.*

A MI MADRE

*A quien le debo este triunfo profesional,
gracias por apoyarme siempre, por estar a mi lado,
por todos tus consejos, por enseñarme a salir adelante
y por amarme tanto.*

A MI FAMILIA

*Por su apoyo incondicional, por su comprensión
y por el cariño que siempre me han dado.*

A MIS MAESTROS

*Por compartir conmigo sus conocimientos,
por contribuir a mi formación académica,
por su apoyo y enseñanza.*

A MIS ASESORES

*Por su valiosa ayuda y siempre sabio consejo,
Por su confianza y paciencia
y por su dirección para la realización de este proyecto.*

A MI ALMA MATER

Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez
*por hacer posible mi formación profesional,
por darme la oportunidad de definir mis objetivos,
y por fomentar en mi entrega,
compromiso y dedicación en todo lo que hago.*

*A mis compañeros y amigos... Y a todos aquellos que han sido importantes para mí
durante todo este tiempo y que hicieron posible la realización de este proyecto.*



Índice

Introducción.....	1
Capítulo 1. Características y Dimensionamiento del Problema. 4	
1.1 Planteamiento del Problema.....	5
1.1.1 Antecedentes del Problema	5
1.2 Descripción del Problema	6
1.3 Objetivos del Proyecto.....	6
1.3.1 Objetivos Generales.....	6
1.3.2 Objetivos Específicos	7
1.4 Hipótesis.....	7
1.5 Justificación del Proyecto	8
1.6 Alcances y Limitaciones.....	9
1.6.1 Alcances.....	9
1.6.2 Limitaciones	9
Capítulo 2. Aspectos Generales de la Empresa	10
2.1 Descripción General Volkswagen de México.....	11
2.1.1 Antecedentes de Volkswagen	11
2.1.2 Antecedentes de Desarrollo Técnico México	12
2.2 Giro.....	13
2.3 Ubicación	13
2.4 Misión Volkswagen	14
2.4.1 Misión Desarrollo Técnico	14
2.4.2 Misión TPL (Lider de Proyectos Técnicos).....	14
2.5 Visión Volkswagen México	14
2.5.1 Visión Desarrollo Técnico.....	15
2.5.2 Visión de TPL (Líder Técnico de Proyectos)	15
2.6 Principios Volkswagen.....	16
2.7 Valores Volkswagen	16
2.8 Estructura Organizacional Desarrollo Técnico.....	17
2.8.1 Estructura Organizacional TPL (Líder de Proyectos Técnicos)	18



2.9 Descripción Breve del Proceso y Operaciones que se Manejan en la Empresa	18
2.10 Distribución de Planta	24

Capítulo 3. Fundamento Teórico	25
3.1 Metodología Lean Six Sigma	26
3.2 Definición Lean Six Sigma	28
3.3 El Marco Conceptual de Lean Six Sigma.....	29
3.4 Desarrollo de la Metodología “DMAIC” como Herramienta de Lean Six Sigma	30
3.4.1 Definir.....	32
3.4.2 Medir	32
3.4.3 Analizar	33
3.4.4 Mejorar	34
3.4.5 Controlar	34
3.5 Introducción al Pensamiento Esbelto: Mapeo de Flujo de Valor	35
3.5.1 ¿Por qué cambiar?	37
3.5.2 Iconos para el Mapeo de la Cadena De Valor.....	37
3.5.3 Flujo de Valor: Definición	38
3.6 Administración Esbelta	39
3.6.1 Principios: Administración Esbelta	40
3.6.1.1 Valor	40
3.6.1.2 Sistema Jalón	40
3.7 Seis Pasos Para la Administración del Flujo De Valor.....	41
3.8 Análisis de Modo y Efecto de Falla	42
3.8.1 Beneficios del AMEF	43
3.8.2 Aplicaciones del AMEF	43

Capítulo 4. Implementación de la Metodología DMAIC

Primera Fase: Definir	44
4.1 Diagnóstico del Proceso de Entrega y Solicitud de Piezas Baumustergenehmigung (BMG)	45
4.2 Primera Fase: Definir	45
4.2.1 Nombre del Proyecto.....	48
4.2.2 Objetivos y Alcances	48
4.2.3 Condición Actual	48
4.2.4 Condición Deseada	49
4.2.5 Plan de Acción	49
4.2.6 Indicadores Clave del Proceso.....	51
4.2.7 Líder del Proyecto/Miembros del Team:.....	51
4.2.8 Gerente Responsable	51

Capítulo 5. Segunda Fase: Medir	54
5.1 Segunda Fase: Medición	55
5.1.1 Identificación de “Grupos de Familias de Productos”	55
5.2 Mapeo Del Estado Actual Del Proceso	57
5.3 Mapeos de Flujo de la Cadena de Valor con Medios Provisionales	60
5.3.1 Mapeo de Flujo de la Cadena de Valor del Proceso de Fabricación de Piezas.....	61
5.3.2 Mapeo del Flujo de la Cadena de Valor de la Nave 26 (Pintura).....	63
5.3.3 Mapeo De La Cadena De Valor Del Proceso De Ensamble De Las Piezas.....	64
5.4 Mapeo de Flujo de la Cadena de Valor con Medios Definitivos.....	65
5.4.1 Mapeo De Flujo De La Cadena De Valor Para Fabricación, Pintado Y Ensamble De Piezas	65
5.5. Mapeo de la Cadena de Valor del Proceso de Solicitud de Facturación de Envío de las Piezas para Ambos Casos	67
 Capítulo 6. Tercera Fase: Analizar	 69
6. 1 Tercera Fase: Análisis	70
6.1.2 Análisis de Causas.....	70
6.1.2.1 Diagrama de Pareto para Medir las Frecuencias.	70
6.1.2.2 Esquema de los Cinco Por Que´S	73
6.1.2.3 Diagrama de Ishikawa	73
6.2 Análisis de Resultados.....	75
6.2.1 Cálculo de Tiempos para Ambos Casos	75
6.2.2 Tack Time	75
6.2.3 Tiempo De Ciclo, Tiempo De Valor Agregado Y Cálculo De Porcentaje De Eficiencia.....	77
 Capítulo 7. Cuarta Fase: Mejorar	 83
7. 1 Cuarta Fase: Mejorar	84
7.2 Implementación del Estado Futuro	84
7.2.1 Análisis de cada aro de Flujo de Valor encontrado.....	85
7.3 Rediseño del Mapa De Proceso	87
7.4 Generación de Soluciones de Causa Raíz con Medios Provisionales	90
7.5 Generación De Soluciones De Causa Raíz Con Medios Definitivos	93
7.6 Generación de Soluciones de Causa Raíz para Ambos Casos.....	94
7.7 Análisis FODA para el Rediseño del Mapa de Proceso Mejorado...	95

Capítulo 8. Quinta Fase: Controlar.....	96
8. 1 Quinta Fase: Controlar.....	97
8.2 Análisis De Modo Y Efecto De Falla	97
8.3 El Mejoramiento de la Cadena de Valor es Responsabilidad de la Dirección	101
8.4 Cierre y Difusión del Proyecto	101
Capítulo 9. Resultados y Conclusiones.....	102
9.1 Resultados.....	103
9.1.1 Comparación Y Análisis de Resultados de Implementación	103
9.2 Conclusiones	106
Bibliografía.....	109
Anexo	111

Índice de Figuras

Figura 2.1 Línea del Tiempo de Volkswagen.....	12
Figura 2.2 Línea del Tiempo de Desarrollo Técnico	13
Figura 2.3 Organigrama Desarrollo Técnico VWM	17
Figura 2.4 Organigrama TPL VWM	18
Figura 2.5 Proceso de Estampado	19
Figura 2.6 Construcción de Carrocerías.....	20
Figura 2.7 Proceso de Pintura	21
Figura 2.8 Proceso de Montaje.....	21
Figura 2.9 Proceso de Fabricación de Vehículos Volkswagen	22
Figura 2.10 Diagrama del Proceso de Producción VWM	23
Figura 2.11 Distribución de Planta VWM.....	24
Figura 3.1 Marco Conceptual de Lean Six Sigma	28
Figura 3.2 Elementos de Lean Six Sigma.....	29
Figura 3.3 Estructura de la Metodología DMAIC	31
Figura 3.4 Sistema de Producción de Valor	38
Figura 3.5 Administración Esbelta buscando la perfección	41
Figura 4.1 Formato A 3.....	47
Figura 4.2 Diagrama de VOC (Voz del Cliente) y RCC (Requerimientos Críticos del Cliente).	52
Figura 5.1 Mapeo del Proceso Actual para piezas BMG	59
Figura 5.2 VSM Fabricación de Piezas	62
Figura 5.3 VSM del Proceso de Pintura	63
Figura 5.4 VSM del Proceso de Ensamble de las Piezas.....	64
Figura 5.5 VSM del Proceso de Pintado, Fabricación y Ensamble de Piezas. 66	
Figura 5.6 VSM del proceso de Solicitud de Facturación para envíos de las Piezas	67

Figura 6.1 Diagrama de Pareto de las Causas de Retrasos	72
Figura 6.2 Diagrama de los 5 Por Que's	73
Figura 6.4 Comparación de resultados para ambos casos	74
Figura 7.1 Mapeo del Estado Futuro en Aros de Flujo de Valor	85
Figura 9.1 Comparación de resultados finales después de la aplicación del mapeo de procesos	105
Figura 1. Descripción de la Secuencia de Actividades del Proceso de pintura de las Partes Plásticas	111

Índice de tablas

Tabla 3.1 Herramientas para el Desarrollo de la Metodología DMAIC	35
Tabla 3.2 Iconos de la cadena de Valor.....	37
Tabla 4.1 Plan de Acción Formato A 3	50
Tabla 4.2 Indicadores Clave del Proceso	51
Tabla 4.3 Diagrama SIPOC del Proceso General de Solicitud y Entrega de Piezas BMG	53
Tabla 5.1 Análisis de Grupos de Familias de Productos.....	56
Tabla 5.2 Clave de Referencia de Colores	57
Tabla 5.3 Lista de especificaciones de los requerimientos del cliente	60
Tabla 5.4 Resumen de Resultados de la Medición de Desarrollo del Proceso para ambas situaciones	68
Tabla 6.1 Causas de Retrasos de Entrega de Piezas	71
Tabla 6.2 Resultados de los tiempos analizados para ambos casos.....	80
Tabla 7.1 Mapeo del Estado Futuro y Mejoramiento del Proceso	88
Tabla 7.2 Propuestas de Soluciones para Fabricación de Piezas y Dispositivos	90
Tabla 7.3 Propuestas de Soluciones para Nave 26 (Pintura)	91
Tabla 7.4 Propuestas de Soluciones para Taller Central DT	92
Tabla 7.5 Propuestas de Soluciones para Fabricación, Pintado y Ensamble de Piezas (N 26).....	93
Tabla 7.6 Propuestas de Soluciones Envío de Piezas (Exportación)	94
Tabla 7.7 Análisis FODA.....	95
Tabla 8.1 Análisis de Modo y Efecto de Falla	99
Tabla 9.1 Comparación y Análisis de Resultados con la aplicación de la Propuesta de Mapeo	105

Introducción

El siguiente proyecto de análisis y propuesta de mejora en el proceso de solicitud y entrega de piezas para pruebas al Desarrollo Técnico se llevó a cabo en Volkswagen de México.

La problemática radicaba en que no se tenía con certeza el conocimiento de cuál era el proceso a seguir para la fabricación de las piezas durante el proceso de desarrollo del producto, el proceso se tornaba complejo debido a que en cierta etapa del proceso no se cuentan con los equipos y herramientas definitivas para la fabricación de las piezas, entonces se procede a utilizar los medios provisionales con los que cuenta el área para con esto cumplir con los plazos que el cliente ha establecido.

A lo largo del proyecto se aplicó la metodología de “Lean Six Sigma” mediante la herramienta del “DMAIC” (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), la cual ayudó a identificar y analizar las causas que están generando los desfases en los plazos.

Este documento está compuesto por ocho capítulos los cuales están comprendidos de la siguiente manera: Capítulo 1. Características y Dimensionamiento del Problema, Capítulo 2. Aspectos Generales de la Empresa, Capítulo 3. Marco Teórico, Capítulo 4. Implementación de la Metodología DMAIC. Definir, Capítulo 5. Medir, Capítulo 6. Analizar, Capítulo 7. Mejorar y Capítulo 8. Controlar.

En el Capítulo 1. Características y Dimensionamiento del Problema, se presenta una breve descripción del problema que se está generando en el área de Desarrollo Técnico de Volkswagen de México mediante el desarrollo de los objetivos generales y específicos, hipótesis, alcances, limitaciones y justificación del Proyecto.

Para el Capítulo 2. Aspectos Generales de la Empresa, se realizó una breve descripción de la empresa abarcando de manera general tanto aspectos de Volkswagen de México como del área Desarrollo Técnico, de esta manera se dan a conocer características generales de la empresa como base para el conocimiento de la misma.

Enseguida para el Capítulo 3. Marco Teórico, se hace la descripción de los pasos y herramientas que se deben seguir para el desarrollo de las etapas de la Metodología DMAIC.

Posteriormente en el Capítulo 4. Implementación de la Metodología DMAIC. Definir, se comenzó con la primera fase basados en un formato que permitió mostrar de manera más detallada la condición actual y la condición deseada del proyecto con base a un plan de acción previamente establecido delimitando las actividades a realizar.

Siguiendo con la implementación de la metodología se continuó con la segunda fase que es el Capítulo 5. Medir, donde se presentó el estado actual del proceso, además de evaluar de manera individual cada área involucrada a lo largo del proceso de fabricación de las piezas presentando las dos opciones que se pueden tener en cierta etapa del proceso de desarrollo del producto y de esta manera encontrar los puntos clave que están siendo los factores principales de retrasos para la entrega del producto final.

La siguiente fase se muestra en el Capítulo 6. Analizar, donde con base a las mediciones obtenidas en el capítulo anterior se aplicaron diferentes herramientas de Ingeniería Industrial con la finalidad de obtener las razones principales de retrasos y cuellos de botella en el proceso, y así posteriormente ofrecer propuestas de mejora que permitan agilizar el proceso.



En el Capítulo 7. Mejorar, se inicia con la Implementación del Estado Futuro, analizando los flujos de Valor Encontrados en el Mapeo de Procesos General y así posteriormente brindar el rediseño del mapeo de procesos donde se especifican las áreas responsables de cada actividad necesaria y el orden en que se deben de llevar a cabo para evitar tiempos de espera muertos los cuales dan como resultado la entrega de piezas con retrasos considerables.

Finalmente en el Capítulo 8. Controlar, el proyecto planteado no se implementó es por eso que se dieron sólo propuestas de mejora y se utilizó una herramienta llamada Análisis de Modo y Efecto de Falla, con la finalidad de conocer las causa principal que está generando desfases considerables en el desarrollo del proceso.

Al final se presentan las conclusiones obtenidas durante el desarrollo del proyecto, teniendo como entregable final un mapeo de procesos que indique la secuencia más óptima para la solicitud y entrega de piezas para pruebas.

Capítulo 1.
Características y
Dimensionamiento del
Problema

1.1 Planteamiento del Problema

1.1.1 Antecedentes del Problema

Durante la evaluación de los cambios técnicos que se fijan cada año a los modelos de Volkswagen de México y con el nacimiento de nuevos proyectos. Es necesario realizar un listado de piezas que requieren de una evaluación técnica. Con ello se cumple con los lineamientos del Consorcio y/o las leyes de los mercados donde se ofertaran los productos. Para ello se manejan dos tipos de evaluaciones:

- Tipo 1 que corresponde a las piezas de compra directa. La cuál se realiza de manera externa, es decir, se asignan proveedores los cuales entregarán las piezas solicitadas de acuerdo a un plan de plazos generado, este sistema es conocido como “Kaufteile”¹. Esta evaluación se hace con la participación de 3 áreas: Desarrollo Técnico, Compras y Calidad Laboratorio partes de compra. El proceso es conocido y se realiza de forma natural dentro del proceso de liberación de piezas. Este proceso es monitoreado a través del área de Calidad Laboratorio y compras proyectos.
- Tipo 2 que aplica a las piezas que son fabricadas y/o ensambladas dentro de la planta, antes del montaje en los autos conocidas como “Hausteile”². La evaluación de éstas piezas es más compleja. Este proceso es tácito, cada área conoce que debe hacer, pero desconoce en qué tiempo y no tiene definidos los recursos, medios y tampoco se encuentra plasmado en ningún documento dentro de la organización (instrucción y/o proceso).

¹ Kaufteile. Piezas de Compra (VWM)

² Hausteile. Piezas de fabricación y/o ensamble dentro de planta. (Proveedor)

El flujo de esta evaluación se torna complejo al involucrar todas las áreas de Volkswagen por ejemplo: Compras, Desarrollo Técnico, Logística, Planeación Central, Planeación de Medios, Planeación Logística, Calidad Laboratorio y Producción.

1.2 Descripción del Problema

Se requiere la realización de la definición y optimización del proceso de solicitud y entrega de piezas para pruebas al Desarrollo Técnico México, con la finalidad de que se establezca un proceso en el que se especifique a las áreas involucradas y las actividades necesarias para hacer que el proceso funcione de forma eficiente, es decir, que se cumpla con las características que el cliente demanda. De tal forma se puedan disminuir los problemas que se generan al no existir un procedimiento que indique las actividades a seguir para la realización del mismo.

Con ello se estandariza el proceso en Volkswagen para las piezas de nuevos proyectos. Este mismo, deberá ser del conocimiento de las respectivas áreas involucradas y se cumpla en tiempo y forma la entrega de piezas para iniciar el proceso de liberación en Desarrollo Técnico.

1.3 Objetivos del Proyecto

1.3.1 Objetivos Generales

Elaborar un diagrama de procesos en el que se indique las áreas involucradas, delimitar y definir las actividades correspondientes para las mismas durante la solicitud y entrega de piezas para pruebas por parte de la

producción al Desarrollo Técnico de Volkswagen México mediante un análisis basado en la Metodología Lean Six Sigma.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Mapear el proceso que se lleva a cabo actualmente para evaluar y recibir las piezas para pruebas en el área de DT México mediante:
 - El análisis del estado del proceso actual para posteriormente identificar en cual fase existe un cuello de botella que entorpezca la entrega en tiempo y forma de las mismas.
 - La realización de mapeos por medio del flujo de la cadena de valor (VSM) de manera individual de las áreas en las que se llevan a cabo los diferentes procesos. Para encontrar oportunidades de mejora e ir preparando el estado futuro o mejorado que nos permita reducir y optimizar el proceso.
2. Documentación de las mejoras propuestas al proceso de acuerdo a las áreas de oportunidad identificadas priorizando los resultados obtenidos para posteriormente comparar y analizar el estado anterior con respecto al nuevo.
3. Análisis y evaluación del proceso alternativo que se basa en equipos y herramientas provisionales debido a la falta de medios de serie definitivos. Al final se hará una comparativa entre el proceso alternativo y el de serie.

1.4 Hipótesis

La definición del proceso de solicitud y entrega de piezas para pruebas al Desarrollo Técnico en Volkswagen México para nuevos proyectos contribuirá a establecer y delimitar las actividades correspondientes y con ello cumplir con el plan de plazos previamente establecido.

1.5 Justificación del Proyecto

Este proyecto es importante para la organización porque hoy en día el proceso carece de un flujo efectivo de actividades que permita alcanzar los plazos establecidos en el PEP³ y por otro lado genera costos innecesarios y mucha administración que justifica el incumplimiento de las evaluaciones ya sean del tipo 1 o del tipo 2.

La entrega en tiempo y calidad de estas piezas de acuerdo a lo establecido en el PEP es fundamental en el desarrollo y aprobación de un automóvil antes de su fabricación en serie. Es a través de las herramientas Lean Six Sigma que se puede evaluar e identificar el tipo de manufactura establecido en Volkswagen y el cual requiere optimizaciones para garantizar procesos más delgados y limpios. Es por ello que surge la necesidad de establecer un proceso que nos permita evaluar las piezas que se utilizan para el producto final de forma efectiva.

Con base a las experiencias de proyectos anteriores se ha registrado que en cada evento de cambio modelo y/o nuevo proyecto se vive la misma situación y la responsabilidad de no cumplir el plazo de liberación no está determinado por el líder del proyecto. Con este trabajo se identificará que alternativas se tienen para disminuir los riesgos del proyecto y las rutas críticas que se presentan dentro del proceso del desarrollo de un producto.

Actualmente los eventos de los nuevos modelos se ven desplazados por una falta de identificación oportuna de las desviaciones dentro del proceso. Es por ello que al establecer un flujo correcto y efectivo de cómo solicitar y

Produktentehungsprozess³. VW PEP48/ Proceso de Desarrollo del Producto Volkswagen: describe el desarrollo para el proceso de creación del Producto en los nuevos proyectos de vehículos y fija con ello el grado de madurez exigido en cada punto del proceso.

entregar las piezas dentro de la cadena de desarrollo de un auto se podrán disminuir las desviaciones y asegurar las liberaciones en tiempo y forma de las piezas involucradas. Las recomendaciones a partir del análisis lograrán un proceso más eficaz en tiempo y recursos para alcanzar el plazo establecido en el PEP.

1.6 Alcances y Limitaciones

1.6.1 Alcances

Se establecerá la secuencia de procesos que se debe seguir para la solicitud y entrega de piezas de fabricación y/o ensamble propio para pruebas en Volkswagen México. Esto se logrará a través de la aplicación de las herramientas de Ingeniería Industrial para lograr los objetivos específicos. El proceso quedará establecido como lineamiento VWM para su aplicación de manera permanente por todas las áreas involucradas en los proyectos que se llevan a cabo en la empresa.

1.6.2 Limitaciones

Debido a que para la realización del proceso de solicitud y entrega de piezas se involucran diversas áreas de la empresa, se generan dificultades para que éstas puedan llegar a un acuerdo para definir responsabilidades para cumplir con las actividades y lograr el objetivo común.

Capítulo 2.
Aspectos Generales de
la Empresa

2.1 Descripción General Volkswagen de México

2.1.1 Antecedentes de Volkswagen

Volkswagen de México es una empresa filial del Grupo Volkswagen. Su actividad principal es la producción, exportación e importación y venta de automóviles, motores, componentes y refacciones, tanto en el mercado mexicano como en los de exportación.

En sus inicios Volkswagen de México no era la construcción que es hoy en día, ni tampoco se veían tantos automóviles de esta marca por las calles de México, sino contrario a esto, Volkswagen se incorporó a la sociedad mexicana de manera paulatina pero con pasos firmes.

Después de situaciones difíciles para Volkswagen, se pudo demostrar la capacidad y calidad de los autos alemanes de esta marca, compitiendo en la Carrera Panamericana en noviembre el mismo año. Aquí Volkswagen destacó por ser la única marca que llegó a la meta con sus siete autos participantes a Ciudad Juárez. A partir de este momento no sólo se construyó la Planta Puebla, sino con ello inició una etapa de desarrollo y crecimiento profesional en la vida de los involucrados en la construcción de un auto Volkswagen.

La administración regional del mercado mundial consta de cuatro áreas: Región Unión Europa, Región Norte América. Región Sudamérica/Sudáfrica y Región Asia- Pacífico. El grupo Volkswagen AG está presente en 44 plantas armadoras en once países Europeos y siete países de América, Asia y África. Cuenta con más de 320,000 trabajadores en todo el mundo, los cuales se encargan de producir 21,500 autos al día.

El mercado del Grupo se extiende a más de 150 países. El objetivo principal de Volkswagen es ofrecer vehículos atractivos, seguros y ecológicos,

que sean competitivos en un mercado en crecimiento. A continuación se presenta una línea del tiempo en la que se observa la evolución e historia de Volkswagen. (Ver Figura 2.1)

LINEA DEL TIEMPO VWM



Figura 2.1 Línea del Tiempo de Volkswagen (Elaboración Propia)

2.1.2 Antecedentes de Desarrollo Técnico México

El área de Desarrollo Técnico en la Planta Puebla., cumple un papel fundamental e indispensable en el Proceso de Desarrollo del Producto que es, el diseño y desarrollo del automóvil; aquí Desarrollo Técnico funge como responsable de interpretar la información técnica proveniente de la casa matriz (Volkswagen Wolfsburg), y a partir de ello, en Puebla, se inicia con las modificaciones, desarrollos y/o adecuaciones en los autos y motores para diferentes mercados del mundo.

Para tener un panorama más amplio de la evolución que ha tenido el Área de Desarrollo Técnico se presenta la siguiente línea del tiempo para identificar los sucesos más importantes que marcaron el comienzo de la misma. (Ver Figura 2.2)

LINEA DEL TIEMPO DESARROLLO TÉCNICO



Figura 2.2 Línea del Tiempo de Desarrollo Técnico (Elaboración Propia)

Actualmente, en 2010 se continúa con los trabajos de una de las más recientes creaciones de Volkswagen, el Jetta A6 también conocido como auto del Bicentenario. Este modelo como todos no sólo lleva implícito la tecnología de punta y la máxima calidad en sus piezas, sino el orgullo de los colaboradores de Desarrollo Técnico.

2.2 Giro

Manufactura (Industria Automotriz)

2.3 Ubicación

“VOLKSWAGEN MÉXICO”, Autopista México-Puebla Kilómetro, 116 San Lorenzo Almecatla. Estado de Puebla.

2.4 Misión Volkswagen

Entusiasmar a nuestros clientes en todo el mundo con automóviles innovadores, confiables y amigables con el medio ambiente, así como servicios de excelencia, para obtener resultados sobresalientes.

2.4.1 Misión Desarrollo Técnico

Desarrollar vehículos para Volkswagen México que entusiasmen al cliente con el objetivo de obtener resultados sobresalientes.

2.4.2 Misión TPL (Lider de Proyectos Técnicos)

El TPL-VWM gestiona eficientemente los proyectos para el desarrollo de vehículos, atendiendo las necesidades de nuestros clientes y las metas del Consorcio.

2.5 Visión Volkswagen México

- Somos una empresa exitosa que genera utilidades de manera sustentable.
- Somos líderes en el mercado mexicano logrando satisfacer y retener al cliente ofreciendo un servicio excelente.
- Somos competitivos y confiables en el desarrollo y la producción de vehículos y componentes.
- Somos un socio comercial atractivo para proveedores y concesionarios estableciendo con ellos relaciones sustentables.

- Somos un equipo de colaboradores competentes, comprometidos y satisfechos.
- Contamos con procesos innovadores, confiables y transparentes, enfocados a una calidad excelente y la satisfacción de nuestros clientes.

2.5.1 Visión Desarrollo Técnico

Nuestros desarrollos de vehículos:

- Son los mejores de la marca VW.
- Satisfacen al cliente con base en precios competitivos, excelente calidad y confiabilidad en la entrega.
- Somos capaces de generar éxito y utilidades de manera sustentable.
- Somos atractivos como empleador y como socio para el desarrollo de vehículos.

2.5.2 Visión de TPL (Líder Técnico de Proyectos)

Somos un área clave para:

- Impulsar a DT-VWM para desarrollar vehículos completos (diseño-ME).
- Gestionar la asignación del desarrollo de nuevos productos por parte de VWAG.
- Lograr la sustentabilidad económica de DT-VWM.
- Atender necesidades técnicas de nuestros clientes.
- Gestionar la asignación del desarrollo de nuevos productos por parte de VWAG.

2.6 Principios Volkswagen

- Orientación a la mejora continua de nuestros procesos.
- Cumplir con los requisitos nacionales, internacionales y del Grupo Volkswagen en materia de: Calidad en los productos y seguridad y salud laboral.
- Fomentar una actitud de excelencia en todos nuestros colaboradores y socios comerciales.

2.7 Valores Volkswagen

- Cercanía al cliente
- Alto desempeño
- Crear valores
- Capacidad de Renovación
- Respeto
- Responsabilidad
- Desarrollo Sustentable

2.8.1 Estructura Organizacional TPL (Líder de Proyectos Técnicos)

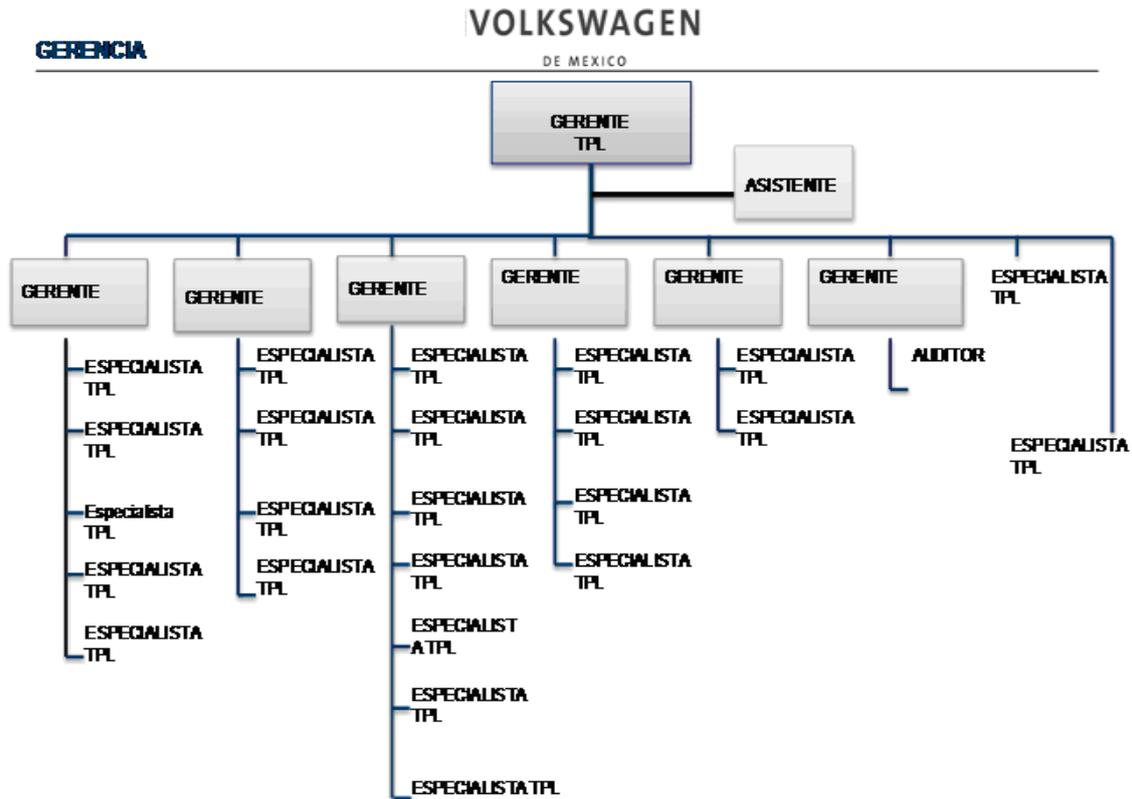


Figura 2.4 Organigrama TPL VWM (Elaboración Propia)

2.9 Descripción Breve del Proceso y Operaciones que se Manejan en la Empresa

La planta Volkswagen de México ubicada en la ciudad de Puebla cuenta con áreas de fundición, hojalatería, pintura, estampado, montaje, motores y estación multimodal. En el área de fundición se fabrican componentes del motor y partes de la suspensión, diariamente se producen cerca de 8,400 piezas de hierro gris, 4500 de aluminio y aproximadamente 980 piezas de hierro nodular.

A continuación se presenta una breve descripción del proceso de producción de Volkswagen:

1. Estampado

El primer paso de la producción de un automóvil es el estampado de las partes que forman la carrocería, a través de un sistema de prensas que transforman pliegos de lámina en distintas piezas. En esta área se encargan de moldear las partes de la carrocería con la ayuda de prensas automatizadas. Mensualmente se da forma a 6 mil toneladas de lámina.

Con el inicio de la producción del Bora, se adicionó a nuestras líneas de prensas una nueva, considerada por su nivel de tecnología como una de las más modernas en la industria automotriz. Dicha prensa tiene una fuerza de 7,500 toneladas y es capaz de producir, de forma 100% automática, hasta 15 piezas por minuto. Para llevar a cabo el proceso de estampado se consumen mensualmente cerca de 6,800 toneladas de lámina.

Actualmente se arman el Jetta A6, A4 y Golf Variant. El proceso empieza con la plataforma o piso del auto. Después se colocan los costados del auto, el toldo y finalmente se añaden las puertas. Esta área cuenta con la más alta tecnología de automatización. Consecuentemente, se logra un alto grado de precisión, en la fabricación de vehículos. (Ver Figura 2.5)



Figura 2.5 Proceso de Estampado (Fuente: VWM)

2. Construcción de Carrocerías

Después del estampado, el proceso continúa en el área de hojalatería donde las piezas son ensambladas hasta formar la carrocería completa. Para llevar a cabo este proceso contamos con más de 700 robots de soldadura y con 52 cabinas de soldadura láser. (Ver Figura 2.6)



Figura 2.6 Construcción de Carrocerías (Fuente: VWM)

3. Pintura

Una vez construida la carrocería, la siguiente etapa es la de Pintura. En esta se llevan a cabo diferentes procesos, desde la limpieza y desengrasado de la carrocería hasta la aplicación del barniz. Para nuestra producción se cuenta con una gama de más 30 colores distintos, así como con una nave especial para el pintado de partes plásticas.

La primera etapa es el pre-tratamiento de carrocerías, en esta etapa el auto es limpiado. En la segunda etapa se aplica un primer catódico, este catódico es usado para proteger el material contra la corrosión. El pasado tres es el sellado de las juntas y partes de la carrocería donde no se requieran pintura. Durante el paso cuatro se aplica el “filler⁴” para igualar el acabado de los procesos anteriores.

⁴ Filler. Capa de Pintura para Acabado Final

La quinta etapa se divide en dos partes, la primera en donde se aplica el color a la carrocería y en la segunda etapa se aplica un barniz transparente. (Ver Figura 2.7)



Figura 2.7 Proceso de Pintura (Fuente: VWM)

4. Montaje

En esta etapa de la producción se lleva a cabo el ensamble o montaje de todos los componentes del automóvil, como son: el tablero, el tren motriz, las puertas, etcétera. Después del ensamblado, los autos son probados al 100% en aspectos como ruido, hermeticidad y funcionamiento en general. El montaje es la parte final del proceso. Se le instalan al automóvil el resto de los elementos que lo conforman, desde el motor hasta los interiores del vehículo. El sistema utilizado en este proceso es “Just In Time”. (Ver Figura 2.8)



Figura 2.8 Proceso de Montaje (Fuente: VWM)

En la siguiente figura (Ver Figura 2.9) se observan las diferentes etapas del proceso de fabricación de vehículos en Volkswagen.

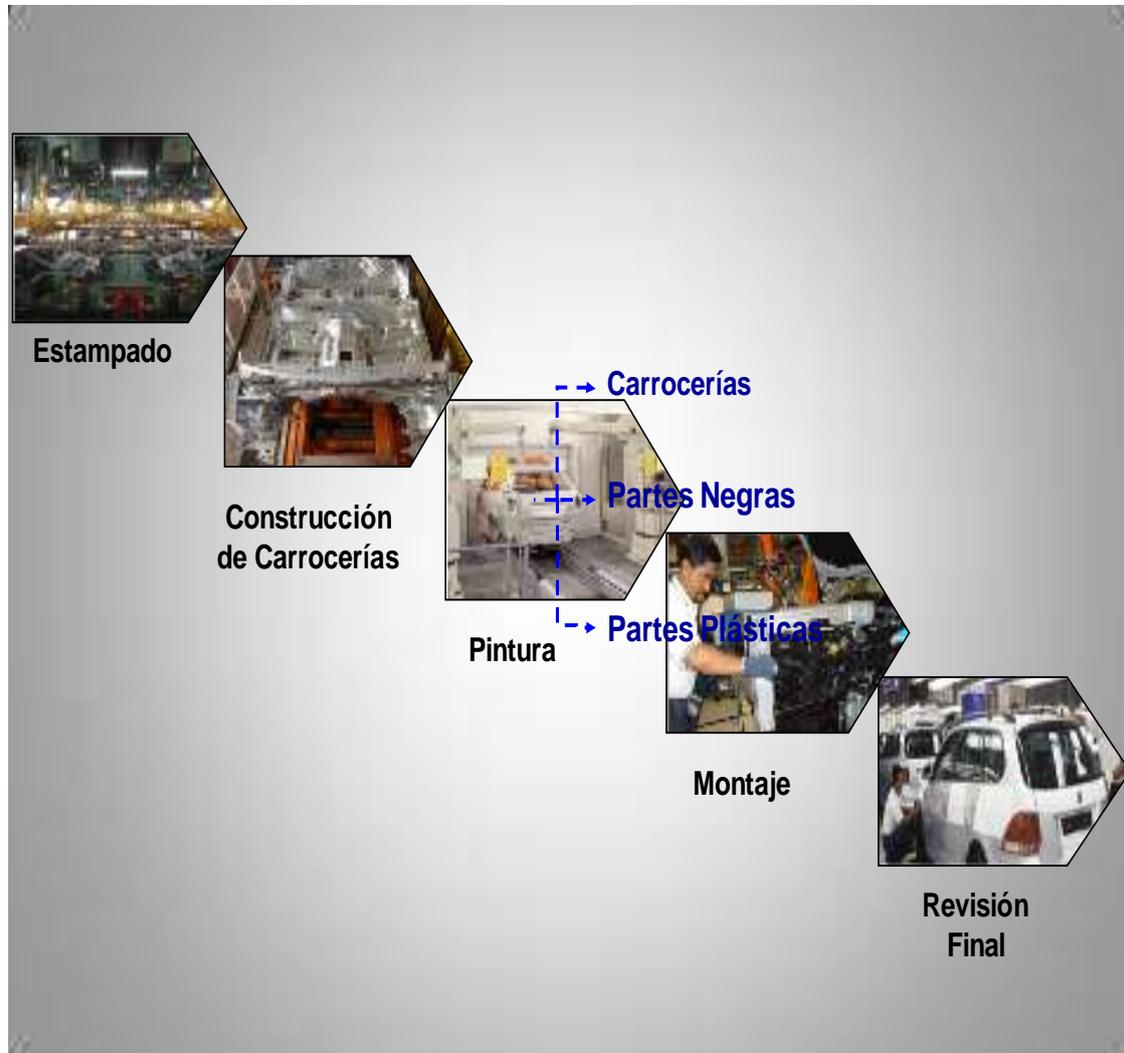


Figura 2.9 Proceso de Fabricación de Vehículos Volkswagen (Fuente VWM)

La mayoría de los motores utilizados por Volkswagen de México, se producen en la Planta de Puebla. Se producen diariamente cerca de 2,500 motores. Algunos de estos motores se exportan a otras armadoras del Grupo Volkswagen. La estación multimodal se utiliza para el embarque de autos, ya sea en tren o en madrinas. Esta estación tiene capacidad para más de 11,000 vehículos y se movilizan cerca de 1,800 autos diariamente.

A continuación se presenta un diagrama de flujo en el que se observa de manera general del proceso de producción de vehículos en Volkswagen México, desde que los insumos llegan hasta que se obtiene el producto terminado. (Ver Figura 2.10)

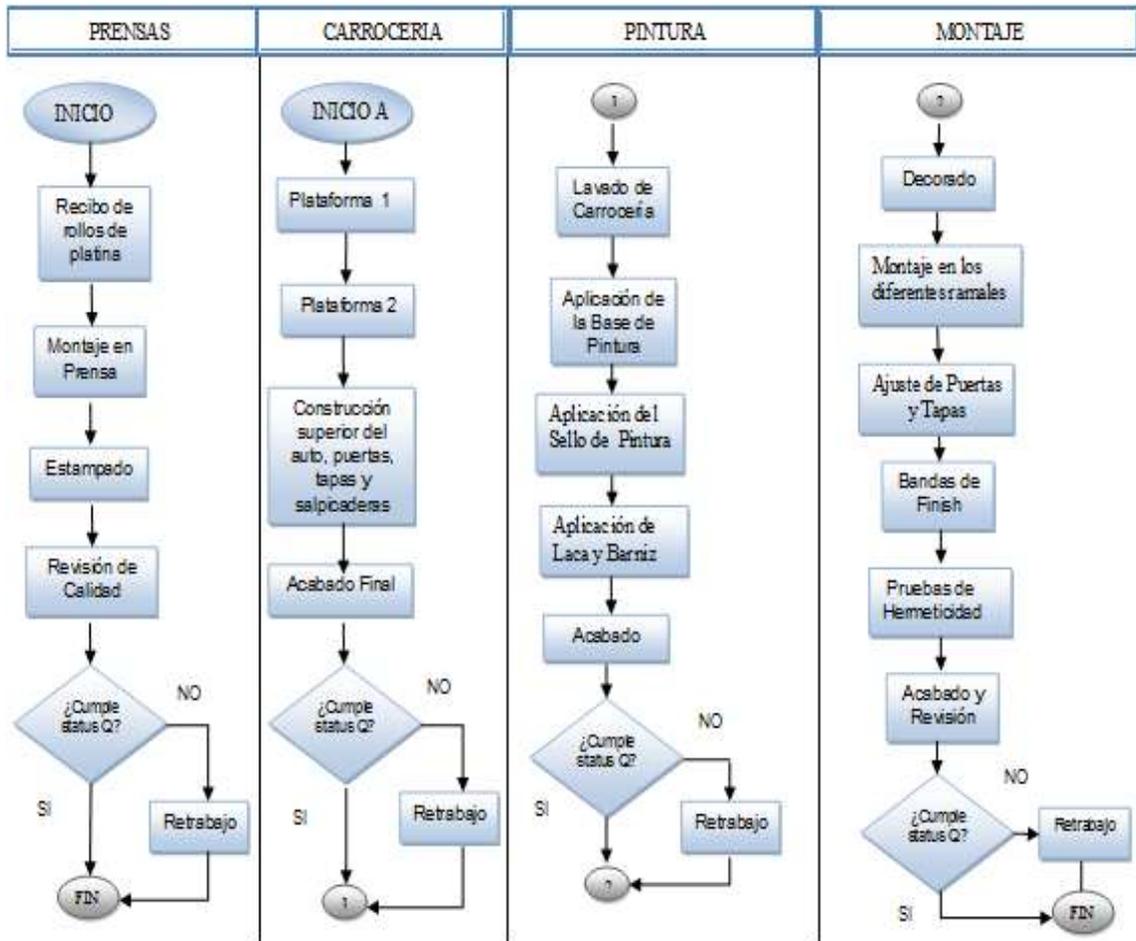


Figura 2.10 Diagrama del Proceso de Producción VWM (Elaboración Propia)

2.10 Distribución de Planta

VOLKSWAGEN de México

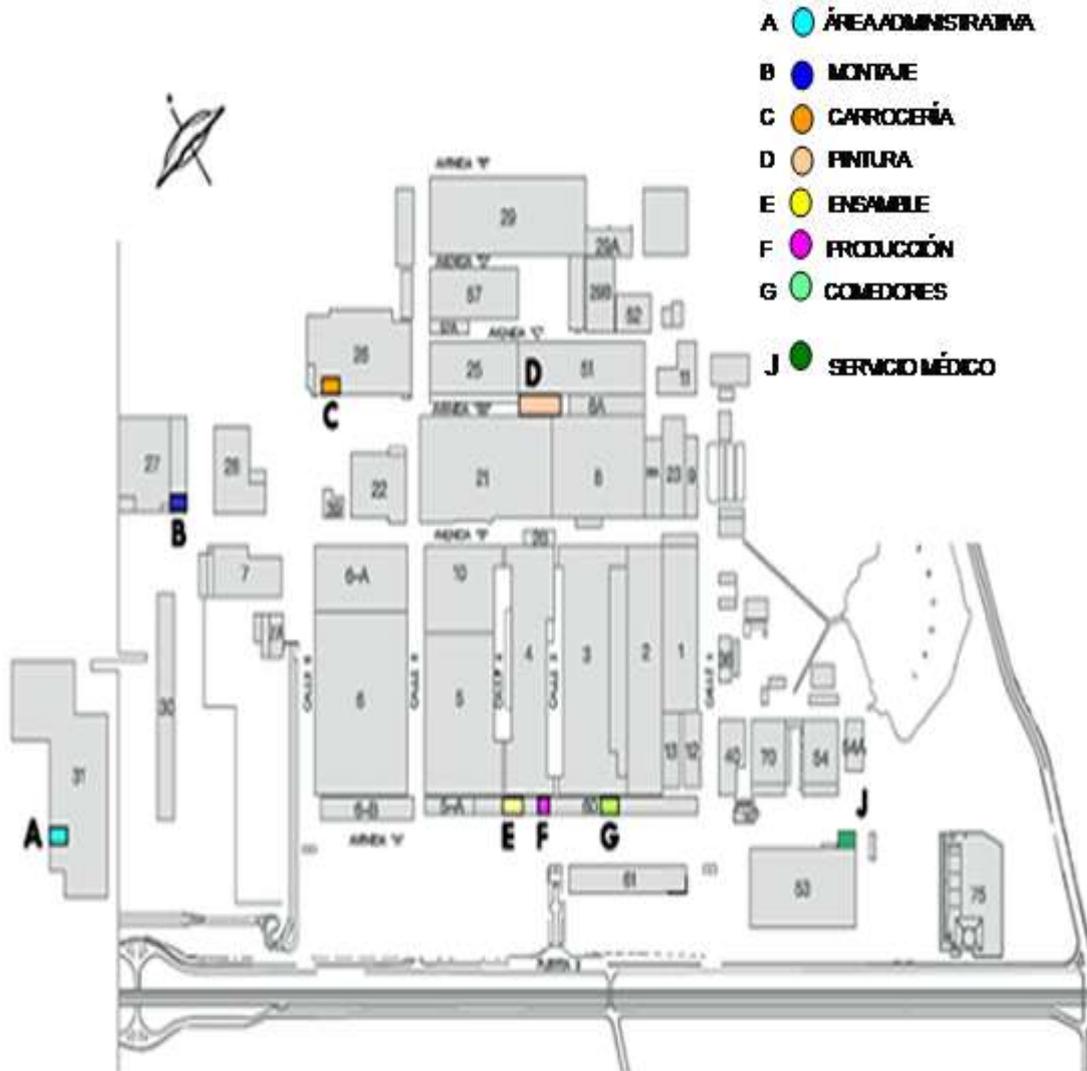


Figura 2.11 Distribución de Planta VWM (Fuente VWM)

Capítulo 3.

Fundamento Teórico

3.1 Metodología Lean Six Sigma

Actualmente numerosas empresas buscan alcanzar el “cero defectos” en sus procesos y cumplir con todas las expectativas del cliente, para ello se basan en la aplicación de herramientas que permitan identificar aquellos problemas que impidan efectuar todos los requerimientos del cliente.

Diversas organizaciones en todo el mundo han incrementado la aplicación de actividades de mejora en todo tipo de sistemas, dedicando esfuerzos sustanciales a reducirlo todo, como por ejemplo: el número de empleados, los tiempos de entrega, los inventarios y las no conformidades.

Como resultado de esto, más empresas consideran la reducción de la variación como oportunidad de mejora como la número uno; a nivel empresa consideran la variación como la fuente principal de clientes insatisfechos, márgenes insatisfactorios, desviaciones de presupuestos, una baja rentabilidad del capital circulante, retardos en el lanzamiento de nuevos productos, campañas de marketing sin éxito, sistemas de tecnologías de la información poco fiables y una cadena de suministros que funciona con lentitud.

Una de las metodologías empleadas en Ingeniería Industrial para la identificación de fallas que entorpecen el proceso es Lean Six Sigma debido a que trae grandes beneficios tales como:

- Seis Sigma se hace imperativo cuando hay que evaluar y mejorar la capacidad de los procesos.
- Seis Sigma es un medio para reducir la complejidad de diseños de productos y procesos al tiempo que se aumenta su fiabilidad.
- Seis Sigma es una puesta en escena para combatir problemas que impidan cumplir con los requerimientos del cliente.

La Gestión Seis Sigma busca la rigurosa reducción de la variación en todos los procesos críticos con el fin de obtener una mejora continua e inmediata teniendo un impacto favorable en la utilidad neta en la alta dirección de la organización y en la satisfacción del cliente. Lean Six Sigma es una filosofía de calidad basada en la asignación de metas alcanzables a corto plazo enfocadas a objetivos a largo plazo. (Harry, 2000)

Lean Six Sigma utiliza las metas y los objetivos del cliente para manejar la mejora continua a todos los niveles en cualquier empresa. El objetivo a largo plazo es el de diseñar e implementar procesos más robustos en los que los defectos se miden a niveles de solo unos pocos por millón de oportunidades. Seis Sigma proporciona medidas que se aplican tanto a las actividades de producción como de servicios.

Para mejorar todo lo anterior y abordar la reducción de la variación se tiene la herramienta conocida como la metodología “Lean Six Sigma”, ya que esta materializa el potencial de mejora en un gran número de áreas y a diferentes niveles de complejidad, abarca mejoras continuas y mejoras radicales. Técnicamente sigma es una letra del alfabeto griego, se escribe σ y se usa tanto como un símbolo como una métrica de la variación del proceso.

El modelo radical Lean Six Sigma muestra como la mejora radical es el resultado del cambio de foco de 6 sigma, de la mejora de procesos a la mejora de diseños, a la gestión de proyectos y al desarrollo de nuevos productos y tecnologías (las cuatro áreas de aplicación). Los elementos de soporte son el marco conceptual de Seis Sigma y el proceso de despliegue. (Ver Figura 3.1) (Kjell Magnusson, 2006)

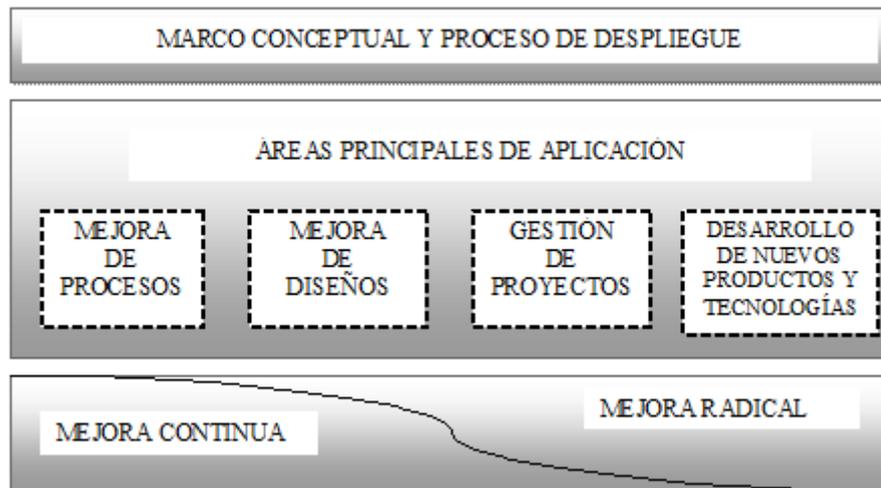


Figura 3.1 Marco Conceptual de Lean Six Sigma (Dag Kroslid, 2006)

3.2 Definición Lean Six Sigma

Mikel J. Harry, reconocida autoridad sobre Lean Six Sigma la define como un proceso de negocio que permite que las empresas mejoren sus resultados mediante diseñar y controlar las actividades del negocio de un modo que minimice el despilfarro y los recursos y al mismo tiempo aumente la satisfacción del cliente. Volvo Cars declara que “Seis Sigma es una actitud hacia, y un programa para mejorar la satisfacción del cliente y la rentabilidad, siendo esta adecuada tanto a empresas de producción como de servicios”.

A lo largo de los años Lean Six Sigma se ha relacionado estrechamente con otras iniciativas de mejora en especial “Lean Manufacturing”, “Lean Thinking”, Sesiones de Work Out⁴ o de Kaizen⁵. En un mundo donde todos estos conceptos se fusionan y sus diferencias se hacen cada vez menos claras. No obstante una breve explicación sobre las diferencias originales es la siguiente: Lean Six Sigma se enfoca en la reducción de la variación que causa errores y defectos en características críticas para la calidad.

Lean Manufacturing y Lean Thinking se enfocan en minimizar la muda⁶ en japonés normalmente tiempos de entrega e inventarios, mientras que las Sesiones de Work Out o de Kaizen tienen una metodología simple de trabajo en grupo. Se complementan unas a otras de un modo brillante para lograr mejoras radicales. (Edgardo J. Escalante, 2008)

3.3 El Marco Conceptual de Lean Six Sigma

Las iniciativas estratégicas como Lean Six Sigma se distinguen entre ellas por su enfoque de mejora, la lógica subyacente y el marco conceptual, el foco principal de esta metodología es reducir la variación relacionada con mejoras continuas y de mejora radical.

El marco conceptual incluye los cuatro elementos de: compromiso de la alta dirección, participación de los grupos de interés, esquema de formación y sistema de medida. Los grupos de interés incluyen a los clientes los empleados, los propietarios y los proveedores. (Ver Figura 3.2)

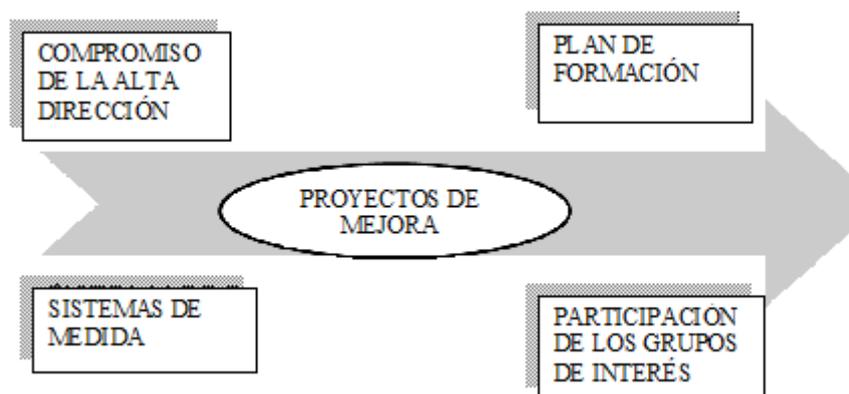


Figura 3.2 Elementos de Lean Six Sigma (Edgardo J. Escalante, 2008)

⁵ Sesiones de Trabajo populares en General Electric, que no suelen traducirse al castellano.

⁶ Mejora continua muy populares en empresas japonesas.

⁷ Muda. Despilfarro/Desperdicio en Japonés.

En el centro del marco conceptual están los proyectos de mejora, son la esencia de “Lean Six Sigma”, dependiendo del área de aplicación y del ámbito los proyectos pueden tomar diversas formas. Se puede aplicar la metodología Lean Six Sigma en dos posibles situaciones:

1. Para mejorar un proceso existente.
2. Para diseñar un proceso nuevo.

El primero es la metodología más común de 6 sigma y aplica una ruta conocida como el “road map⁸” que consta de cinco pasos para las mejoras de procesos mismos que siguen siempre la forma de mejora formalizada que se denomina en español “DMAIC” (Definir, Medir, Analizar, Implementar y Controlar) apoyada por una serie de herramientas de mejora y de modelos mentales. (Polesky, 2006)

Si hay que implantar un proceso nuevo o se posee algo tan desastroso que se debe rediseñar de nuevo el proceso en cuestión entonces se puede utilizar otra metodología de 6 sigma conocida como “DMADV” (Definir, Medir, Analizar, Diseñar y Verificar). Conceptualmente los ciclos DMAIC y DMADV, son muy parecidos al Ciclo de Demming de PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar). Para este proyecto se utilizó la Metodología DMAIC para mejorar un proceso que si bien no está establecido se ha realizado en la empresa.

3.4 Desarrollo de la Metodología “DMAIC” como Herramienta de Lean Six Sigma

En toda organización se debería enfocar diversos esfuerzos para realizar una mejora continua de su sistema. La metodología “DMAIC”, con sus fundamentos estadísticos para incrementar la calidad de los procesos, los

⁸ Road Map. Traducido al español como: “Mapa del Camino” por medio del cual vamos a llegar del estado actual al estado futuro.

principios del Lean para la eliminación de los desperdicios aumentando la eficiencia de todo proceso y la filosofía Kaizen que fomenta la participación de todos para mejorar permanentemente y constantemente los procesos pueden integrarse en todo sistema para cumplir con este propósito.

Esta metodología, consta de varias etapas las cuales permiten, diagnosticar el problema de la empresa, medir la situación actual de los procesos clave, analizar las causas del problema dentro de los mismos, diseñar las mejorar pertinentes y controlar el o los procesos ya mejorados. (Ver Figura 3.3) (Keller, 2005; Lowenthal 2002)



Figura 3.3 Estructura de la Metodología DMAIC (Elaboración Propia)

Al aplicar la metodología Lean Six Sigma en el análisis de procesos industriales se pueden detectar rápidamente problemas en procesos tales como cuellos de botella, productos defectuosos, pérdidas de tiempo y etapas críticas, es por esto que es de gran importancia esta metodología, misma que consta de cinco etapas las cuales son " Definir, Medir, Analizar, Implementar y Controlar (DMAIC) ". (Apuntes Curso Lean Six Sigma, VWM 2009)

3.4.1 Definir

- a) Definir el problema y seleccionar el proyecto, describir el efecto provocado por una situación adversa o el proyecto de mejora que se desea realizar, con la finalidad de entender la situación actual y definir objetivos. (Brook, 2006)

Actividades:

- Revisar carta de proyecto
- Validar declaración de problema y objetivos
- Validar voz del cliente & voz del negocio
- Validar beneficios financieros
- Validar mapa de flujo de valor de alto nivel y alcance
- Crear plan de comunicaciones
- Seleccionar y lanzar equipo
- Desarrollar cronograma del proyecto
- Completar portal de definición

3.4.2 Medir

- a) Definir y describir el proceso. Definir los elementos del proceso, sus pasos, entradas, salidas y características.
- b) Evaluar los sistemas de medición. Evaluar la capacidad y estabilidad de los sistemas de medición, por medio de estudios de repetibilidad, reproducibilidad, lineabilidad, exactitud y estabilidad.

Actividades:

- Mapa de flujo de valor para mayor entendimiento y enfoque
- Identificar métricas de ingreso, proceso y salida claves
- Desarrollar definiciones operativas
- Desarrollar plan recolección datos

- Validar sistema medición
- Recolectar datos de base
- Determinar capacidad proceso
- Completar portal medición

3.4.3 Analizar

- a) Determinar las variables significativas, las variables del proceso definidas en el inciso a del punto 2, deben ser confirmadas por medio de diseño de experimentos y estudios multivariados para medir la contribución de esos factores en la variación del proceso.
- b) Las pruebas de hipótesis e intervalos de confianza, también son útiles para el análisis del proceso.
- c) Evaluar la capacidad y la estabilidad del proceso, determinar la habilidad del proceso para producir dentro de especificaciones por medio de estudios de capacidad largos y cortos, a la vez que se evalúa la fracción defectuosa.

Actividades:

- Identificar causas potenciales
- Reducir lista de causas potenciales
- Confirmar causa a relación producto
- Estimar impacto de causas en producto clave
- Priorizar causas
- Completar portal de definición

⁹SIPOC. Por sus siglas en inglés Suppliers Inputs, Process, Outputs Clients (Proveedores insumos, procesos, salidas de clientes)

3.4.4 Mejorar

- a) Optimizar y robustecer el proceso, si el proceso no es capaz se deberá optimizar para reducir su variación.
- b) Validar la mejora. Realizar estudios de capacidad.

Actividades:

- Desarrollar soluciones potenciales
- Evaluar, Seleccionar y optimizar mejores soluciones
- Desarrollar mapa flujo de valor futuro
- Desarrollar e implementar solución piloto
- Confirmar logro objetivos de proyecto
- Desarrollar plan de implementación a escala total
- Completar portal mejoras

3.4.5 Controlar

- a) Controlar y dar seguimiento al proceso, monitorear y mantener en control al proceso.
- b) Mejorar continuamente. Una vez que el proceso es capaz se deberá buscar mejores condiciones de operación, materiales, procedimientos, etc., que conduzcan a un mejor desempeño del proceso.

Actividades:

- Implementar prueba de errores
- Desarrollar plan capacitación y controles de proceso
- Implementar solución y mediciones de proceso en marcha
- Identificar oportunidades de replicación del proyecto
- Completar portal de Control
- Trasladar el proyecto al duelo del proceso

A continuación se presenta una tabla en la que se muestran las principales herramientas a utilizar para el Desarrollo de la Metodología lo largo de este proyecto. (Ver Tabla 3.1)

FASE DE LA METODOLOGÍA DMAIC	POSIBLES HERRAMIENTAS A UTILIZAR
DEFINIR	✓ Formato A3 (Lean Six Sigma) ✓ Diagrama de Voz del Cliente y Requerimientos Críticos del Cliente ✓ Diagrama SIPOC ⁹ ✓ 5 W's y 2 H's
MEDIR	✓ Diagrama de Flujo del Proceso ✓ Plan de Recolección de Datos ✓ Value Stream Mapping
ANALIZAR	✓ Diagrama de Pareto ✓ Diagrama de Ishikawa ✓ 5 Por Qué's
IMPLEMENTAR	✓ Lluvia de Ideas ✓ Matriz de Prioridades
CONTROLAR	✓ Plan de Control ✓ Cartas de Control

Tabla 3.1 Herramientas para el Desarrollo de la Metodología DMAIC
(Polesky, 2006)

3.5 Introducción al Pensamiento Esbelto: Mapeo de Flujo de Valor

1. El pensamiento Esbelto se enfoca en diseñar, hacer y mejorar el trabajo de grupo de personas, que en conjunto realizan actividades para producir y entregar bienes, servicios e información.

⁹SIPOC. Por sus siglas en inglés Suppliers Inputs, Process, Outputs Clients (Proveedores insumos, procesos, salidas de clientes)

2. El pensamiento Esbelto para funciones administrativas aplica los conceptos y técnicas de los nuevos sistemas de producción al trabajo en procesos administrativos.
3. El objetivo fundamental del pensamiento esbelto es el de crear el mayor valor con los menores recursos posibles. Esto se hace definiendo el valor desde la perspectiva del cliente distinguiendo los pasos que agregan valor de los que no lo crean en procesos productivos y administrativos.

Tres flujos de valor en una Organización:

- Desde la materia prima hasta los clientes en un proceso de manufactura.
- Del concepto al lanzamiento de un nuevo producto mediante proceso de Ingeniería.
- De la orden del cliente hasta la cobranza.

Tomar una perspectiva del flujo de valor significa trabajar sobre la perspectiva global, no solo en un proceso individual de una familia de productos o servicios; si no el mejorar el todo y no sólo optimizar una parte.(Martínez, Luis 2008)

- Los clientes de hoy esperan productos y servicios de alta calidad, entregas de acuerdo a la demanda, a la medida y al gusto de cada cliente, a un precio razonable.
- Los empleados de hoy esperan trabajar en un ambiente gratificante y retador, en el cual sus talentos y contribuciones sean reconocidas y valoradas.
- Los socios de hoy en la Cadena de Abastecimiento esperan relaciones mutuamente benéficas y de largo plazo.
- Los inversionistas de hoy esperan crecimientos rentables y valores de mercado competitivos.

3.5.1 ¿Por qué cambiar?

Los mercados están esforzándose a cambiar, los precios de muchos productos ahora los fija el mercado. Para prosperar las organizaciones deben reducir sus costos de operación, a medida que se mejore la calidad, el tiempo de respuesta a los clientes, así como la flexibilidad para adaptarse a las demandas de los clientes, cada vez más volátiles.

Resolver este aparente conflicto, requiere de nuevas formas de pensamiento y de nuevos métodos de producción de bienes y servicios.

- El pensamiento esbelto nos proporciona un nuevo marco de referencia para lograr todo lo anterior.
- Nos provee las herramientas para él “como”.

3.5.2 Iconos para el Mapeo de la Cadena De Valor

ICONOS DE MATERIAL	REPRESENTA	NOTAS
	Proceso ó Manufactura	Una caja de proceso equivale a un área de flujo. Todos los procesos deben ser identificados. También son usados para departamentos tales como control de producción.
	Caja de Datos	Usada para llevar un record de la información con relación al proceso de manufactura, departamento, consumidor, etc.
	Fuentes Externas	Usado para representar consumidores, proveedores, y procesos de manufactura externos.
	Embarque por Camión	Anotar frecuencia de embarques.
	Movimiento de Productos a Clientes	Llamándose así no solo al cliente final si no al que requiere el producto durante el proceso.
	Flujo de Información Manual	Por ejemplo: Programa de producción ó programa de embarque.
	Flujo de Información Electrónica	Por ejemplo: intercambio de datos vía electrónica.
	Operador	Representa una persona vista desde arriba.

Tabla 3.2 Iconos de la cadena de Valor (Elaboración Propia)

En la Tabla 3.2 se observaron los iconos y símbolos utilizados en el mapeo del estado actual y futuro los cuales abarcan tres tipos de categorías: Iconos para Flujo de Material, Iconos para Flujo de Información e Iconos Generales.

3.5.3 Flujo de Valor: Definición

Un flujo de valor son todas aquellas actividades esenciales que agregan y que no agregan valor requeridas área llevar un producto o un servicio específico desde la materia prima hasta las manos de los clientes.

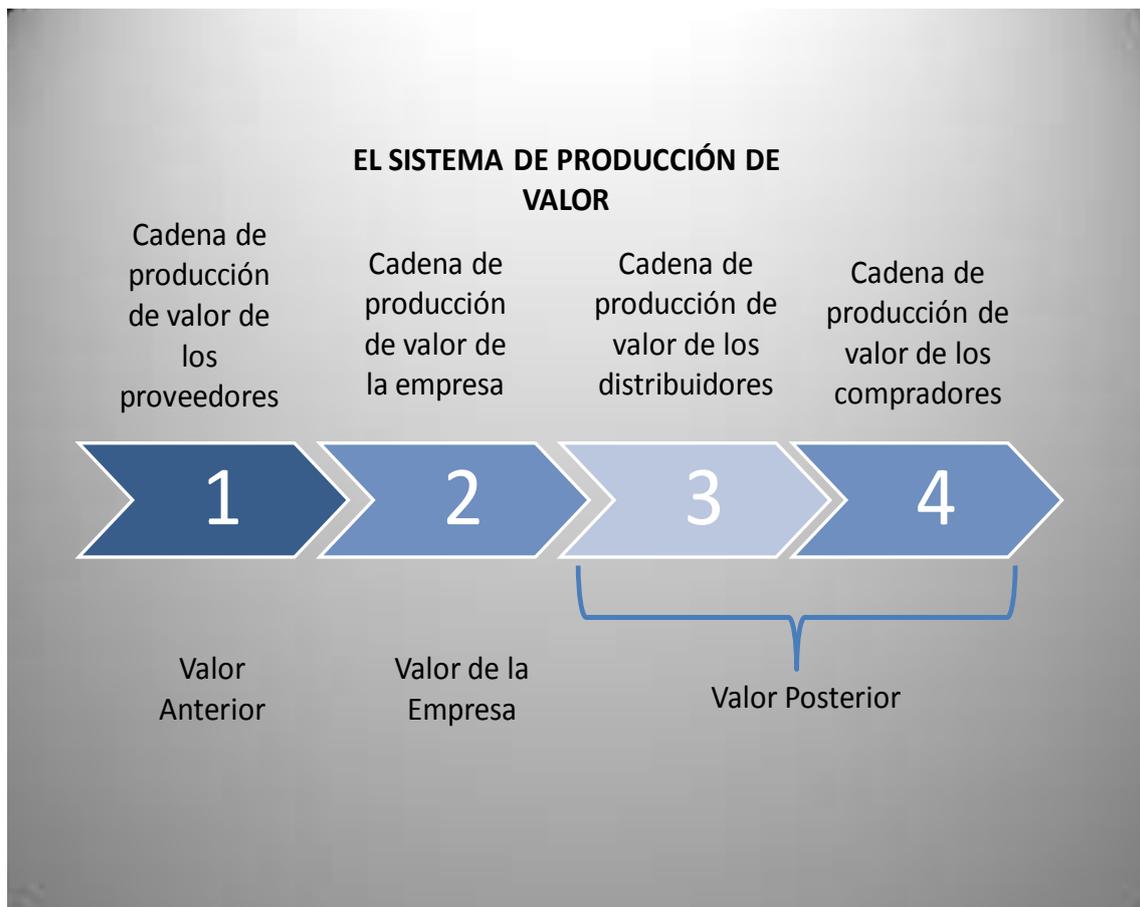


Figura 3.4 Sistema de Producción de Valor (Fuente: Martínez, Luis 2008)

El primer paso hacia un pensamiento esbelto es:

- Reconocer el estado actual.
- Demostrar y entender por qué se necesita cambiar y como generar el cambio.
- Demostrar tenacidad, liderazgo y dirección para el despliegue exitoso de la manufactura esbelta.
- Para entender la situación actual debemos conducir una autoevaluación que proporcione un reflejo de las condiciones de operación actual.

El objetivo fundamental radica en:

- Proporcionar un valor perfecto para los clientes a través de un proceso perfecto de creación del valor mediante:
 1. El enfoque en cada producto y su flujo de valor en lugar de organizaciones, activos y tecnologías.
 2. Identificación de actividades que son desperdicio y cuales verdaderamente crean valor para los clientes.
 3. Aumento del valor y disminución del desperdicio por medio de la creación de un flujo de valor sincronizado que lo hala el cliente.

3.6 Administración Esbelta

La administración esbelta es una filosofía de administración que está enfocada en la eliminación total del desperdicio (muda); desde los proveedores hasta los clientes. Aplica una lógica de la mejora continua (kaizen¹⁰), el despliegue de equipos inter-funcionales, pequeños grupos de trabajo en talleres o eventos kaizen, para descubrir, identificar, analizar y eliminar el desperdicio en los procesos de producción.

¹⁰ Kaizen. Traducido del Japonés al Español como Mejora Continua

Esta revolución conceptual promete grandes beneficios: reducción dramática de los tiempos para diseñar y gestionar servicios, incrementos sorprendentes de la calidad y la efectividad. Esto se puede lograr por medio de un enfoque profundo en los siguientes principios:

1. Valor
2. Flujo de Valor
3. Flujo Continuo
4. Sistema de Jalón
5. Perfección (Mejora Continua)

3.6.1 Principios: Administración Esbelta

3.6.1.1 Valor

- Determinar que es por lo que el cliente paga.
- Preguntarse cuáles actividades crean valor y cuales son desperdicio.
- Especificar valor desde la perspectiva del cliente.
- El valor es parte o la solución de los problemas del cliente.
- Atacar todo lo que no crea valor.

3.6.1.2 Sistema Jalón

- Lograr que el cliente “Jale” requerimientos.
- Entregar exactamente lo que quiera, cuando lo necesite en el lugar que lo requiera.
- Tratar de alcanzar la perfección y nunca quedar satisfecho (Ver Figura 3.5).
- Aprenda y haga ajustes rápidamente.

Para lograr la Administración Esbelta se requiere evaluar las condiciones del Estado Actual, para posteriormente llegar al mejor Estado futuro y después al siguiente Estado Futuro que permita la mejor optimización y aprovechamiento de los recursos. (Ver Figura 3.5)



Figura 3.5 Administración Esbelta buscando la perfección
(Fuente: Martínez, Luis 2008)

3.7 Seis Pasos Para la Administración del Flujo De Valor

1. Identificar los flujos de valor
2. Mapear el Estado Actual
3. Medir el Flujo de Valor
4. Identificar oportunidades de Mejoramiento
5. Mapear el Estado Futuro
6. Plan de Implementación

3.8 Análisis de Modo y Efecto de Falla

Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF) es una metodología de un equipo sistemáticamente dirigido que identifica los modos de falla potenciales en un sistema, producto u operación de manufactura / ensamble causadas por deficiencias en los procesos de diseño o manufactura / ensamble. También identifica características de diseño o de proceso críticas o significativas que requieren controles especiales para prevenir o detectar los modos de falla.

AMEF es una herramienta utilizada para prevenir los problemas antes de que ocurran. Las características de AMEF son minimizar la probabilidad de una falla o minimizar la falla, se efectúa previamente a la finalización del concepto o previamente al inicio de la producción (proceso), es un proceso interactivo sin fin y es una manera de documentar el diseño y el proceso.

El AMEF de diseño evalúa lo que podría resultar mal con el producto durante su uso y durante su manufactura como consecuencia de debilidades del diseño (Aldridge y Taylor 1991). El AMEF de proceso se enfoca en las razones de fallas potenciales durante la manufactura, como resultado del incumplimiento con el diseño original o el incumplimiento con las especificaciones de diseño. (Aldridge y Taylor 1991).

De acuerdo con Gilchrist (1993) aunque los problemas o las fallas surgen durante la producción, realmente se originan en las fases de planeación y diseño del producto. El uso de AMEF se enfoca en nuevos diseños, nueva tecnología o procesos nuevos cuando se hacen modificaciones a diseños o procesos existentes, cuando se usa un diseño o proceso existente en un nuevo ambiente o en un nuevo lugar o en una nueva aplicación.

Sin embargo también se puede usar en procesos que ya están instalados y funcionando, y también como técnica de solución de problemas. El AMEF de diseño se debe llevar a cabo antes que la liberación de los dibujos

de producción. Incluye la fase de desarrollo del producto. No se basa en los controles de proceso para corregir las deficiencias en el diseño, pero si toma en cuenta las limitaciones técnicas y físicas de manufactura y ensamble.

3.8.1 Beneficios del AMEF

- Mejora la calidad, confiabilidad y seguridad de los productos / servicios / maquinaria y procesos.
- Mejora la imagen y competitividad de la compañía.
- Mejorar la satisfacción del cliente.
- Reduce el tiempo y costo en el desarrollo del producto / soporte integrado al desarrollo del producto.
- Documentos y acciones de seguimiento tomadas para reducir los riesgos.
- Reduce las inquietudes por Garantías probables.
- Integración con las técnicas de Diseño para Manufactura y Ensamble.

3.8.2 Aplicaciones del AMEF

- Proceso: análisis de los procesos de manufactura y ensamble.
- Diseño: análisis de los productos antes de sean lanzados para su producción.
- Concepto: análisis de sistemas o subsistemas en las primeras etapas del diseño conceptual.
- Equipo: análisis del diseño de maquinaria y equipo antes de su compra.
- Servicio: análisis de los procesos de servicio antes de que tengan impacto en el cliente.

Capítulo 4.
Implementación de la
Metodología DMAIC
Primera Fase: Definir

4.1 Diagnóstico del Proceso de Entrega y Solicitud de Piezas Baumustergenehmigung (BMG)

Donde hay un producto o servicio para un cliente, hay un flujo de valor el cual nos brinda la oportunidad de analizar y poder mejorar de manera que nos permita optimizar actividades y tiempos a lo largo del proceso. Debido a que en Volkswagen se necesita tener piezas para pruebas conocidas como piezas BMG¹¹ las cuales nos permitan evaluar la calidad del vehículo para nuevos proyectos, se tiene que realizar una serie de procesos en los que se logre cumplir con los requerimientos del cliente, tales como retrabajos (fabricación de piezas Hausteile), pintura, ensamble y la preparación del envío de las mismas.

Para ello en VWM no existe un lineamiento en el que todas las áreas que son involucradas durante el proceso estén enteradas de las responsabilidades y de las actividades que les corresponden, como ejemplo de ello tenemos la solicitud y entrega de defensas delanteras y traseras con diferentes características y requerimientos solicitados por el cliente, mismas que tienen que seguir un procedimiento antes de llegar con el cliente final, es por eso que se requiere evaluar mediante una metodología la cual permita identificar y brinde la oportunidad de mejorar el proceso.

4.2 Primera Fase: Definir

Esta primera fase de la metodología “Lean Six Sigma” básicamente es la limitación del problema sirve para saber en qué área se encuentra el problema y así poder ubicarlo en dentro una rama específica para su estudio para posteriormente ofrecer una solución, así como también se darán a conocer cuáles son la variables críticas del mismo.

¹¹Baumustergenehmigung. Piezas de Herramental de Serie (BMG).

La importancia de este proyecto radica en que no se tiene un Lineamiento Oficial en Volkswagen en el que se haga mención de las actividades que cada una de las áreas y sus respectivos responsables deben de seguir, generando así retrasos que modifican el Plan de Plazos que se ha establecido previamente, teniendo como resultado la insatisfacción del cliente. Es por eso que el objetivo general es:

- Estandarizar y mapear el proceso de solicitud y entrega de piezas para pruebas mediante:
 1. La reducción u omisión de actividades innecesarias que perjudiquen la entrega.
 2. Definición de actividades por Área.
 3. Reducción de tiempos muertos que no generen valor al proceso.

Como ya se ha mencionado antes la variable crítica a la que se enfrenta el Área TPL es el retraso que se genera en la entrega de las piezas para pruebas que solicitan los diferentes clientes, en variables dependientes del proceso se identificaron: retrasos en la entrega de piezas procesadas desfasando el plan de plazo y como variables independientes: las piezas provenientes de proveedor, diversas causas que generan retrasos y cuellos de botella.

Para explicar la situación del problema, se usó el Formato A3 el cual es una propuesta o contrato que te guía a través de un proyecto. Define toda la información necesaria y la resume en una hoja de papel A3 (11 x 17) es desarrollada paso a paso por el líder del proyecto, su equipo y el manager responsable y después firmada por todos ellos. El Formato A3 proporciona la siguiente información:

- Nombre del proyecto
- La motivación y el fondo del proyecto (¿Por qué lo estamos haciendo?)
- La situación actual, al inicio del proyecto
- La situación esperada, después del proyecto

- El plan de acción, el cual nos lleva de la situación actual a la situación esperada
- Indicadores claves del proceso (KPI), el cual nos ayuda a cuantificar los cambios y las mejoras
- El compromiso del equipo y el manager con sus firmas

En la Figura 4.1 se presenta la estructura del Formato A3 en la que se resume la información básica correspondiente a la primera etapa de la Metodología: Definir.

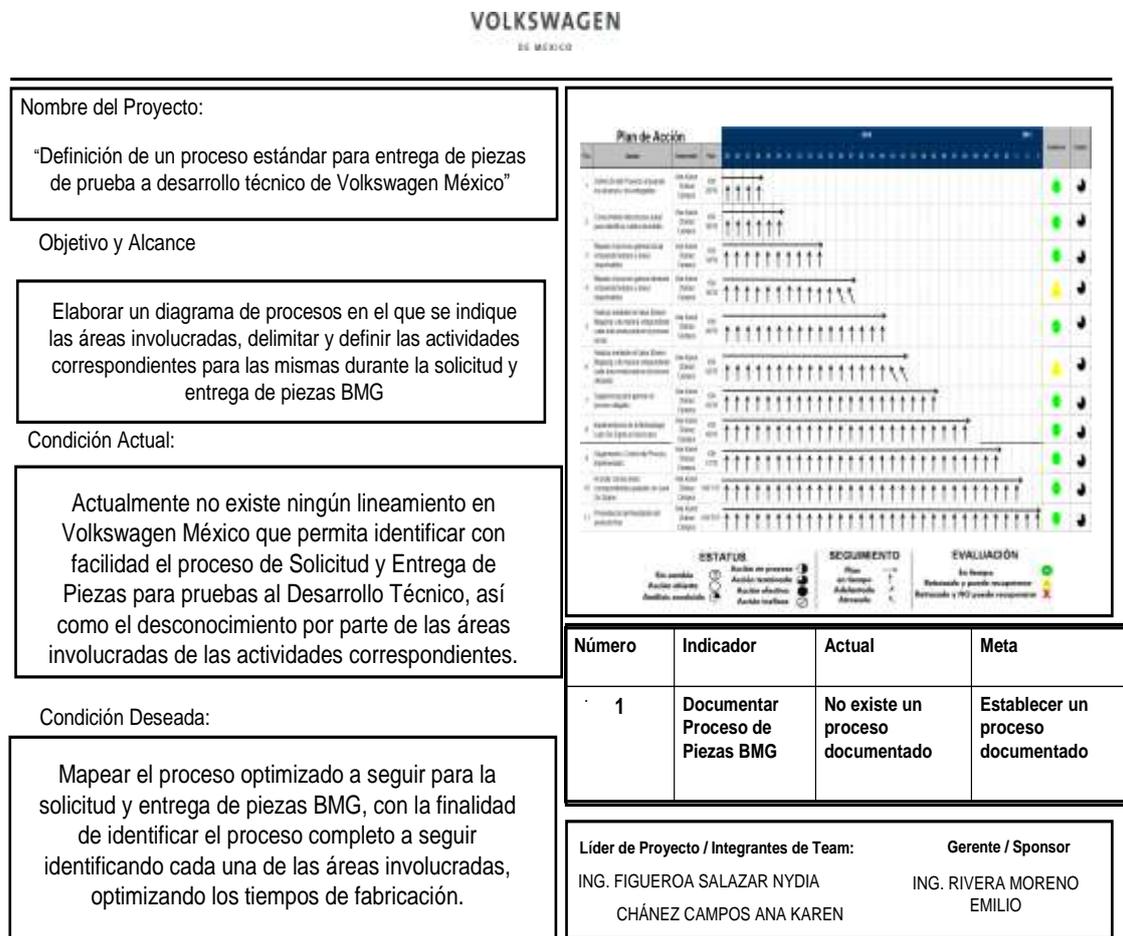


Figura 4.1 Formato A 3 (Elaboración Propia)

A continuación se presenta de manera detallada cada una de las fases que implica la etapa de definición usando para cada una de las fases que permiten identificar de manera más específica los aspectos generales del proyecto.

4.2.1 Nombre del Proyecto

“Optimización del Proceso de solicitud y entrega de piezas para pruebas al Desarrollo Técnico de Volkswagen México para nuevos proyectos mediante Lean Six Sigma”.

4.2.2 Objetivos y Alcances

- **Objetivos:** Elaborar un diagrama de procesos en el que se indique los pasos implican la solicitud y entrega de piezas para pruebas al Desarrollo Técnico, establecer que áreas están involucradas así como delimitar y definir las actividades correspondientes para las mismas.
- **Alcances:** Se establecerá la secuencia de procesos que se debe seguir para que la solicitud y entrega de piezas para pruebas quede establecido como lineamiento Volkswagen México, el cual deberá seguirse de manera permanente por todas las áreas involucradas en los nuevos proyectos que se llevan a cabo en la empresa.

4.2.3 Condición Actual

Actualmente no existe ningún lineamiento en Volkswagen México que permita identificar con facilidad el proceso de Solicitud y Entrega de Piezas para pruebas al Desarrollo Técnico, así como también existe la falta de



conocimiento por parte de las áreas involucradas acerca de las actividades correspondientes para la correcta y optima realización del proceso.

4.2.4 Condición Deseada

Mapear el proceso optimizado a seguir para la solicitud y entrega de piezas, para que de esta manera se pueda dar a conocer el proceso a todas las áreas implicadas y así posteriormente establecerlo como lineamiento oficial en la empresa para con esto cumplir en tiempo y forma con los requerimientos del cliente.

4.2.5 Plan de Acción

El plan de Acción involucra la serie de pasos a seguir para el desarrollo del proceso planeando secuencias que sean entregables y medibles, para que de esta manera la realización del proyecto cumpla con las expectativas y metas planteadas desde el principio. (Ver Tabla 4.1)

4.2.6 Indicadores Clave del Proceso

Los indicadores clave del proceso permiten conocer exactamente cuáles son las metas que se pretenden lograr para no perder de vista el objetivo general con base a la condición actual. (Ver Tabla 4.2)

NÚMERO	INDICADOR	ACTUAL	META	MEJORA
1	Documentar el proceso de piezas BMG mediante filosofía Lean Six Sigma	No existe ningún mapeo del proceso ni datos históricos	Establecer el proceso optimizado de la solicitud y entrega de piezas BMG	Minimizar los tiempo y cumplir con los plazos de entrega de las piezas

Tabla 4.2 Indicadores Clave del Proceso (Elaboración Propia)

4.2.7 Líder del Proyecto/Miembros del Team

Ing. Figueroa Salazar Nydia
Chávez Campos Ana Karen

4.2.8 Gerente Responsable

Ing. Rivera Moreno Emilio

Una vez que se detectó el problema se llegó a la conclusión de que el proceso crítico que debía mejorarse es el de establecer y optimizar el proceso de solicitud y entrega de piezas para pruebas al Desarrollo Técnico de México, ya que actualmente genera cuellos de botella que implican retrasos en las entregas al cliente, generadas por diversas causas, entre ellas una visible falta de coordinación por parte de las áreas que intervienen en el proceso.

Posteriormente se tradujo la Voz del Cliente a Requerimientos Críticos es decir, identificando las características que debía tener el resultado del proceso crítico que debe analizarse para posteriormente mejorarse. En el establecimiento de un proceso optimizado que permita entregar a tiempo y con las características que demanda el cliente las piezas para pruebas que son responsabilidad del Área de Desarrollo Técnico México. (Ver Fig. 4.2)

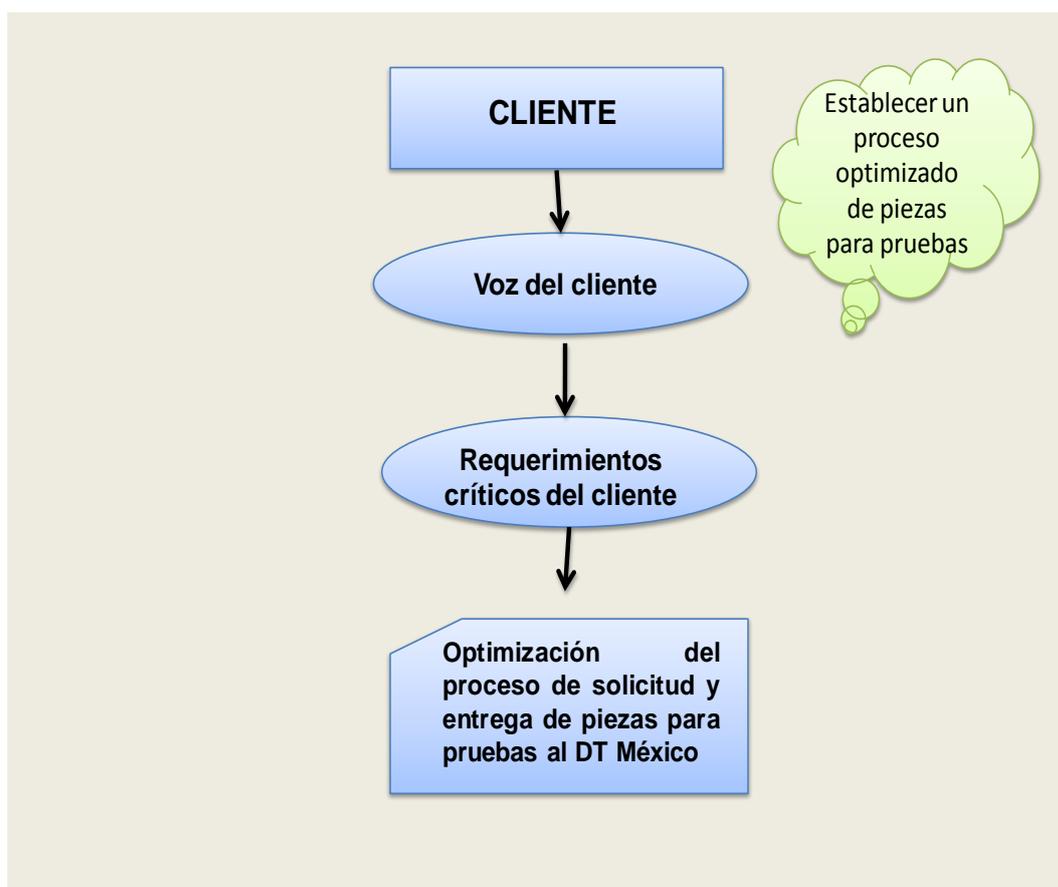


Figura 4.2 Diagrama de VOC (Voz del Cliente) y RCC (Requerimientos Críticos del Cliente). (Elaboración Propia)

Para tener un mayor panorama del proceso actual general de solicitud y entrega de piezas se presenta un diagrama SIPOC corresponde a las siglas **S**upplier **I**nput **P**rocess **O**utput **C**ustomer. Este diagrama muestra las principales áreas que participan en la realización del proceso. (Ver Tabla 4.3)

PROVEEDORES	ENTRADAS	PROCESO	SALIDAS	CLIENTE
Planeación y Compras realiza análisis de posibles proveedores de piezas BMG	Piezas recibidas del Proveedor	Entrega de piezas, analizando cuales de acuerdo a los requerimientos del cliente necesitan características especiales	Piezas terminadas con proceso de retrabajo, pintura y ensamble disponibles para realizar la etapa de pruebas	Entrega de piezas terminadas a Desarrollo Técnico(Programa de Pruebas) para realizar las pruebas
		Retrabajo de las piezas		Cliente Final recibe piezas BMG Hauseteile
		Pintura		
		Ensamble		

Tabla 4.3 Diagrama SIPOC del Proceso General de Solicitud y Entrega de Piezas BMG (Elaboración Propia)

Capítulo 5.

Segunda Fase: Medir

5.1 Segunda Fase: Medición

Una vez que se ha identificado, definido y delimitado el problema, se continúa a esta segunda fase de la metodología a través del uso de algunas herramientas que ayudarán a la recopilación de información para saber en donde está ubicado el problema y así poder identificar las causas más recurrentes que lo están generando. La fase de medición permite conocer la situación actual del proceso, se basa en datos válidos por lo que elimina y suposiciones de que tan bien trabaja el proceso. (Polesky, 2006)

5.1.1 Identificación de “Grupos de Familias de Productos”

Antes de iniciar con el Desarrollo del Mapeo del Flujo de la Cadena de Valor, se requiere utilizar una herramienta que permita caminar y dibujar los pasos en los procesos del material e información por una familia del producto "puerta a puerta "en tu planta. Es decir, productos que pasan a través de procesos similares y equipo común excesivo en sus procesos en sentido descendente.

Para el análisis del proceso, se identificaron las familias del extremo del cliente de la cadena de valor, sin discernir de las familias del producto con la finalidad de identificar procesos afines involucrados y de esta manera lograr una mejor optimización del proceso. (Ver Tabla 5.1)

DESCRIPCIÓN	PASOS DE SOLICITUD Y ENTREGA DE PIEZAS BMG (BEMUSTERUNG)								
	SOLICITUD DE PIEZAS	SELECCIONA PROVEEDOR	ACUERDA PLAN DE PLAZOS CON PROVEEDOR	ENTREGA DE PIEZAS A DESARROLLO TÉCNICO	RETRABAJO DE PIEZAS	PINTADO DE PIEZAS	ENSAMBLADO DE PIEZAS	EMPAQUETADO DE PIEZAS	ENVÍO DE PIEZAS
FASCIA DELANTERA PDC (PARK DISTANCE CONTROL) 8E	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FASCIA DELANTERA PDC (PARK DISTANCE CONTROL) 2R	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FASCIA DELANTERA PDC (PARK DISTANCE CONTROL) 0B	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FASCIA DELANTERA PDC (PARK DISTANCE CONTROL) 4Q	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FASCIA DELANTERA PDC (PARK DISTANCE CONTROL) T1	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FASCIA DELANTERA PDC (PARK DISTANCE CONTROL) X0	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FASCIA DELANTERA PDC (PARK DISTANCE CONTROL) 0A	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FASCIA TRASERA BASICA ROH	X	X	X	X			X	X	X
FASCIATRASERA BASICA B4	X	X	X	X		X	X	X	X
FASCIA TRASERA BASICA G2	X	X	X	X		X	X	X	X
FASCIA TRASERA BASICA A1	X	X	X	X		X	X	X	X
FASCIA TRASERA BASICA 2T	X	X	X	X		X	X	X	X
FASCIA TRASERA BASICA 8E	X	X	X	X		X	X	X	X
FASCIA TRASERA BASICA 2R	X	X	X	X		X	X	X	X
FASCIA TRASERA BASICA 0B	X	X	X	X		X	X	X	X
FASCIA TRASERA BASICA 4Q	X	X	X	X		X	X	X	X
FASCIATRASERA BASICA T1	X	X	X	X		X	X	X	X
FASCIA TRASERA BASICA X0	X	X	X	X		X	X	X	X
FASCIA TRASERA BASICA 0A	X	X	X	X		X	X	X	X
FASCIA TRASERA PDC (PARK DISTANCE CONTROL) ROH	X	X	X	X	X		X	X	X
FASCIA TRASERA PDC (PARK DISTANCE CONTROL) B4	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FASCIA TRASERA PDC (PARK DISTANCE CONTROL) G2	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FASCIA TRASERA PDC (PARK DISTANCE CONTROL) A1	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FASCIA TRASERA PDC (PARK DISTANCE CONTROL) 2T	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FASCIATRASERA PDC (PARK DISTANCE CONTROL) 8E	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FASCIA TRASERA PDC (PARK DISTANCE CONTROL) 2R	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FASCIA TRASERA PDC (PARK DISTANCE CONTROL) 0B	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FASCIA TRASERA PDC (PARK DISTANCE CONTROL) 4Q	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FASCIA TRASERA PDC (PARK DISTANCE CONTROL) T1	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FASCIA TRASERA PDC (PARK DISTANCE CONTROL) X0	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FASCIA TRASERA PDC (PARK DISTANCE CONTROL) X0	X	X	X	X	X	X	X	X	X

PRODUCTOS

Tabla 5.1 Análisis de Grupos de Familias de Productos (Elaboración Propia)

Las claves utilizadas en la tabla anterior son para referenciar los colores en Volkswagen México, es por eso que a continuación se presenta el significado de cada una de ellas. (Ver Tabla 5.2)

CLAVE DE COLORES PARA LAS FASCIAS	
CLAVE	COLORES
B4	CANDYWEISS (BLANCO)
G2	TORNADO ROT (ROJO)
A1	SCHWARZ UNI (NEGRO)
2T	DEEP BLACK PEARL (NEGRO PROFUNDO PERLADO)
8E	REFLEX SILVER MET (PLATEADO)
2R	PLATINUM GREY METMOON ROCK SILVER MET (PLATEADO OBSCURO)
0B	MOON ROCK SILVER MET (PLATA)
4Q	TOFFE BROWN MET (CAFÉ)
T1	SUNFLOWER (AMARILLO)
X0	DENIM BLUE (AZUL)
0A	REEF BLUE MET (AZUL METÁLICO)

Tabla 5.2 Clave de Referencia de Colores (Elaboración Propia)

5.2 Mapeo Del Estado Actual Del Proceso

El mapeo del proceso es una representación gráfica de los pasos necesarios para obtener un producto o servicio y la relación entre los pasos del mismo. También puede verse como un acercamiento sistemático y disciplinario para modelar el estado actual y futuro del proceso. Este mapeo se realizó estudiando y observando las actividades actuales. De acuerdo a las observaciones y a los datos recabados, se tiene que el proceso que se sigue para solicitar y entregar las piezas para pruebas es el siguiente:

- 1.Desarrollo Técnico emite el listado de piezas que requieren una BMG. Con base a ello se define si los ensambles son de Compra Directa es decir, por medio de un proveedor (Kaufteile) o se recibirán componentes sueltos para generar un ensamble en casa (Hauseteile).

2. En el caso de los ensambles de casa (Proceso en análisis) se entregan por parte de Logística las piezas sueltas para proceder con la fabricación de los mismos.
3. Teniendo en consideración la cantidad, las versiones y los colores especificados por el cliente se solicitan los medios por parte de producción.
4. Posteriormente de acuerdo a los medios o herramientas que se tenga se procede a realizar el proceso de fabricación.
5. Producción entrega la cantidad de piezas requerida a Desarrollo Técnico para programar las pruebas.
6. Desarrollo Técnico realiza las pruebas correspondientes y con base en resultados positivos se obtienen las BMG's.

A continuación se presenta de manera grafica el proceso a seguir para obtener las piezas para pruebas, siendo este un diagrama en el que se mencionan los pasos de manera muy general, por lo que el proceso tiende a volverse confuso, generando los retrasos en el mismo. (Ver Figura 5.1)

- Mapeo del Estado Actual del Proceso de Solicitud y Entrega de Piezas BMG

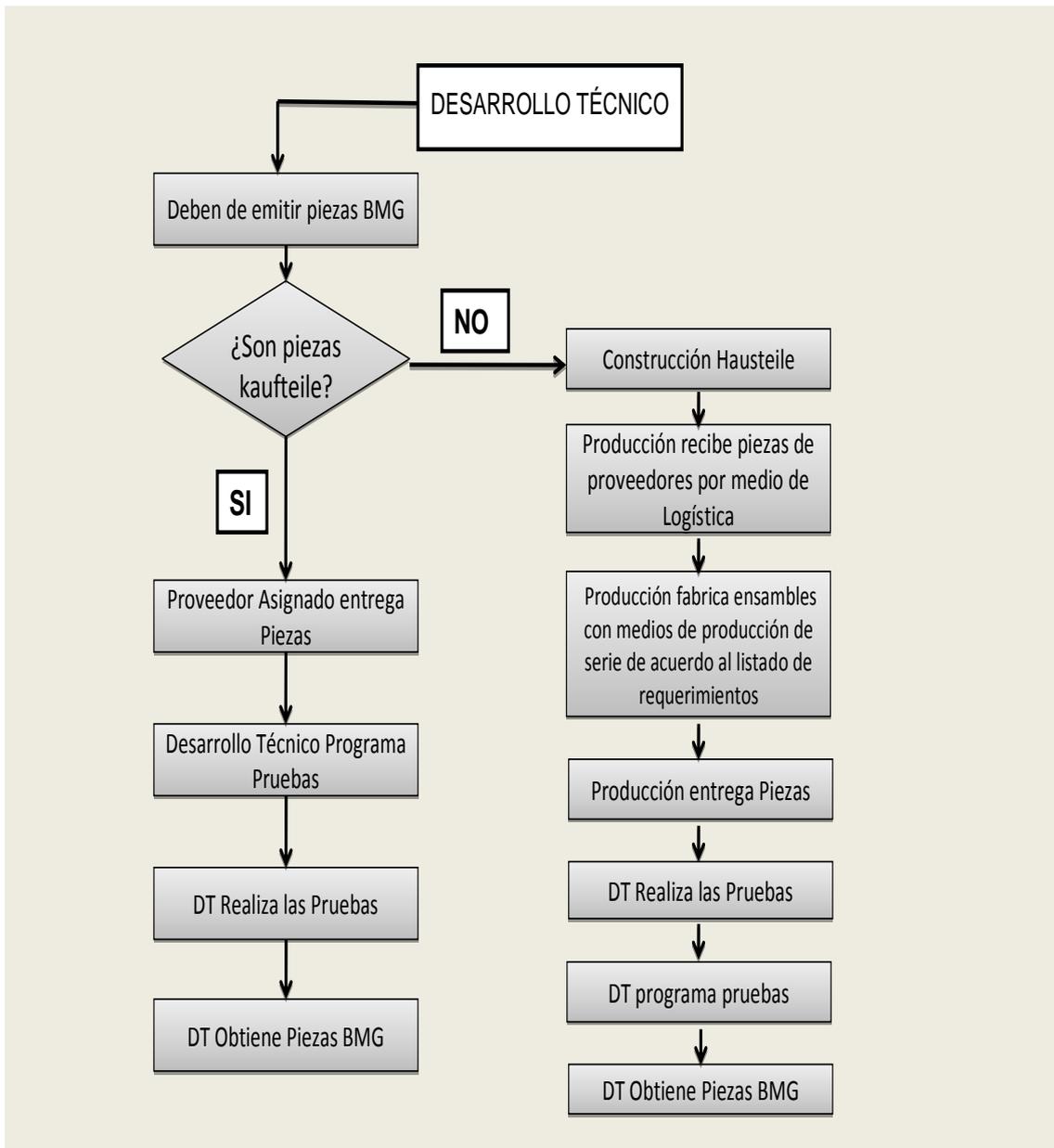


Figura 5.1 Mapeo del Proceso Actual para piezas BMG (Elaboración Propia)

Para analizar de manera detallada el proceso que actualmente se vive para la solicitud y entrega de las piezas se realizó un mapeo mediante el Value Stream Mapping (VSM) para cada una de los procesos, con la finalidad de identificar en donde se están generando de manera significativa los retrasos que impiden entregar a tiempo los pedidos requeridos por el cliente.

Con la finalidad de tener un mayor panorama se dividió de acuerdo a dos opciones de desarrollo del proceso, la primera de ellas enfocándose a tener medios provisionales es decir, con los medios con los que cuenta Desarrollo Técnico y el segundo con los medios definitivos con los que se realizarán de manera permanente.

Con efecto de evaluar los periodos de tiempos mediante el mapeo de flujo de valor se realizaron mediciones en un periodo de tiempo que implicaba la entrega de de 65 Fascias con un plazo de entrega de 1 mes dividido de la siguiente manera por especificaciones del cliente (Ver Tabla 5.3):

CANTIDAD TOTAL	VERSIÓN	CANTIDAD
30	BÁSICA	3
	PDC	19
	SMR ¹²	8
35	PDC ¹³	13
	SMR	22

Tabla 5.3 Lista de especificaciones de los requerimientos del cliente
(Elaboración Propia)

5.3 Mapeos de Flujo de la Cadena de Valor con Medios Provisionales

Para la realización del proceso necesario de fabricación de piezas para pruebas con medios provisionales se realiza una serie de procesos que implican la participación de diferentes áreas respectivamente. En un principio y de acuerdo a la lista de requerimientos se seleccionan aquellas piezas que necesitan retrabajarse con respecto a las versiones requeridas.

¹² SMR. Sidemarker (Luz lateral)

¹³ PDC. Park Distance Control (Control Distancia para Estacionarse)

Este trabajo se realiza en el área de Versuchsbau, posteriormente se tiene que llevar al proceso de pintado en Nave 26, después de haber pasado por este proceso, las piezas se regresan a Desarrollo Técnico para que en el Taller Central sean ensambladas con los componentes correspondientes y así finalmente prepararlas para el envío a los destinos previamente especificados.

Para profundizar de una manera más detallada en el proceso que se debe de seguir teniendo aún medios provisionales se realizó un Mapeo de la Cadena de Valor de cada una de estas áreas, puntualizando los procesos que generan mayor tiempo y en los cuales se generan retrasos o tiempos muertos.

A continuación se presentan cada uno de los procesos involucrados incluyendo los Tiempos de Ciclo y los Tiempos de Valor Agregado. Estos datos fueron tomados con base a las especificaciones de pedido anteriores. (Ver Figura 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 y 5.6)

5.3.1 Mapeo de Flujo de la Cadena de Valor del Proceso de Fabricación de Piezas

En el siguiente mapeo se presenta el proceso que se sigue para que el Área de Versuchsbau realice la fabricación de piezas, aquí puede identificarse la cantidad de personas necesarias así como los tiempos requeridos para cada actividad. (Ver Figura 5.2)

MAPEO DE LA CADENA DE VALOR DE FABRICACIÓN DE PIEZAS Y DISPOSITIVOS

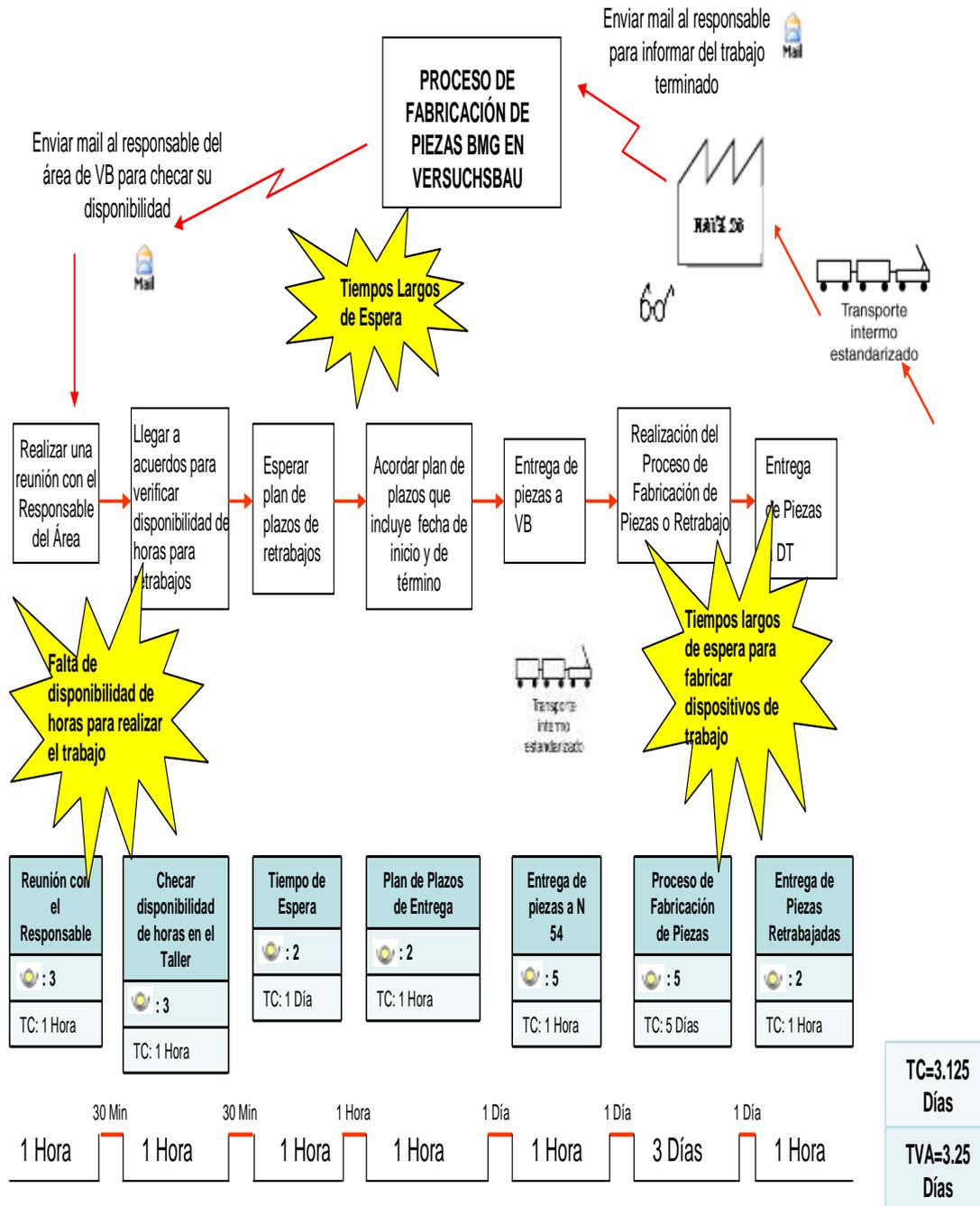


Figura 5.2 VSM Fabricación de Piezas (Elaboración Propia)

5.3.2 Mapeo del Flujo de la Cadena de Valor de la Nave 26 (Pintura)

A continuación se presenta el proceso que se sigue en Nave 26 para el pintado de piezas, identificando la cantidad de personas requeridas así como los tiempos para cada una de las actividades. (Ver Figura 5.3)

MAPEO DE LA CADENA DE VALOR EN NAVE 26 PINTURA

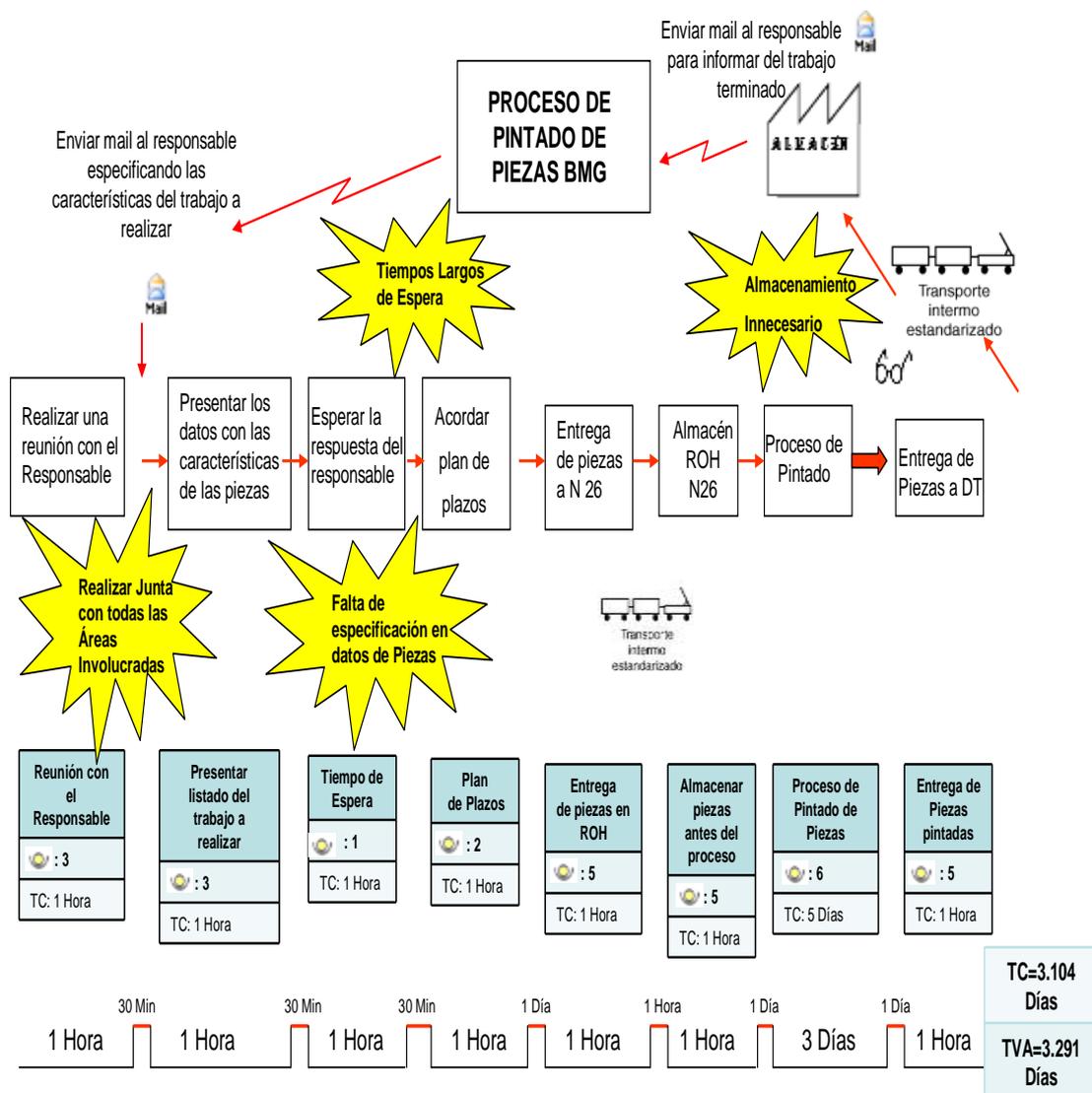


Figura 5.3 VSM del Proceso de Pintura (Elaboración Propia)

5.3.3 Mapeo De La Cadena De Valor Del Proceso De Ensamble De Las Piezas

En el siguiente mapeo se muestra el proceso que se sigue en el Taller Central para el ensamblado de las piezas, identificando la cantidad de personas necesarias y los tiempos para cada actividad. (Ver Figura 5.4)

MAPEO DE LA CADENA DE VALOR DEL TALLER CENTRAL N 70

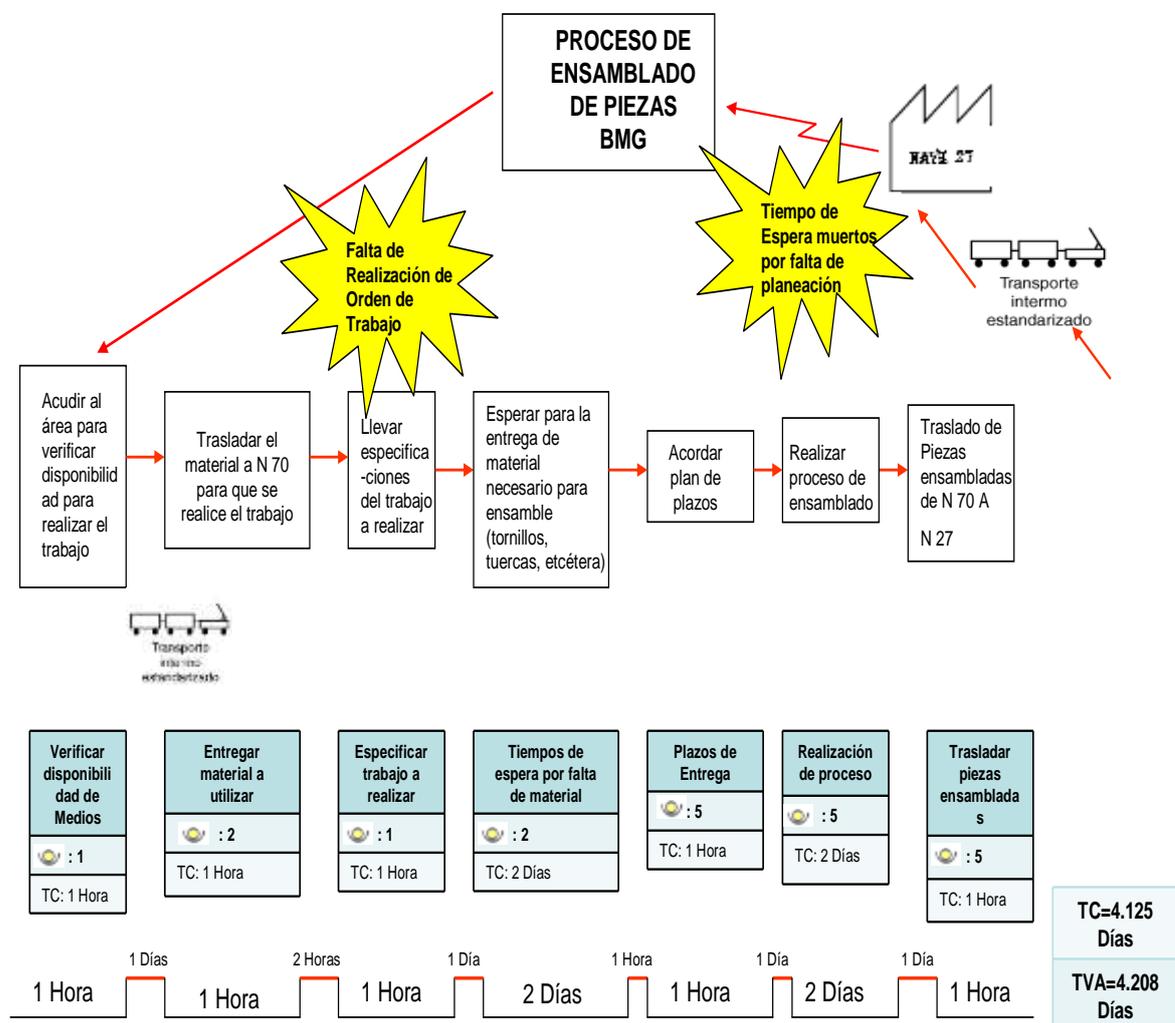


Figura 5.4 VSM del Proceso de Ensamble de las Piezas
(Elaboración Propia)

5.4 Mapeo de Flujo de la Cadena de Valor con Medios Definitivos

Para la realización del proceso con medios definitivos éste torna a volverse menos complejo, ya que la realización de la mayoría de las actividades se realiza en una misma Nave lo que genera un flujo de proceso efectivo. Es decir una vez que las piezas llegan al Almacén donde fue acordado estas son trasladadas a Nave 26 donde se genera el proceso de fabricación, pintado y ensamble de piezas, logrando así un menor tiempo proceso de fabricación.

5.4.1 Mapeo De Flujo De La Cadena De Valor Para Fabricación, Pintado Y Ensamble De Piezas

A continuación se presenta el Mapeo de Flujo de la Cadena de Valor con medios definitivos, en la que se muestran los Tiempos de Ciclo y los Tiempos de Valor Agregado para cada una de las actividades. (Ver Figura 5.5)

MAPEO DE LA CADENA DE VALOR DE PROCESO DE FABRICACIÓN, PINTURA Y ENSAMBLE DE PIEZAS EN NAVE 26

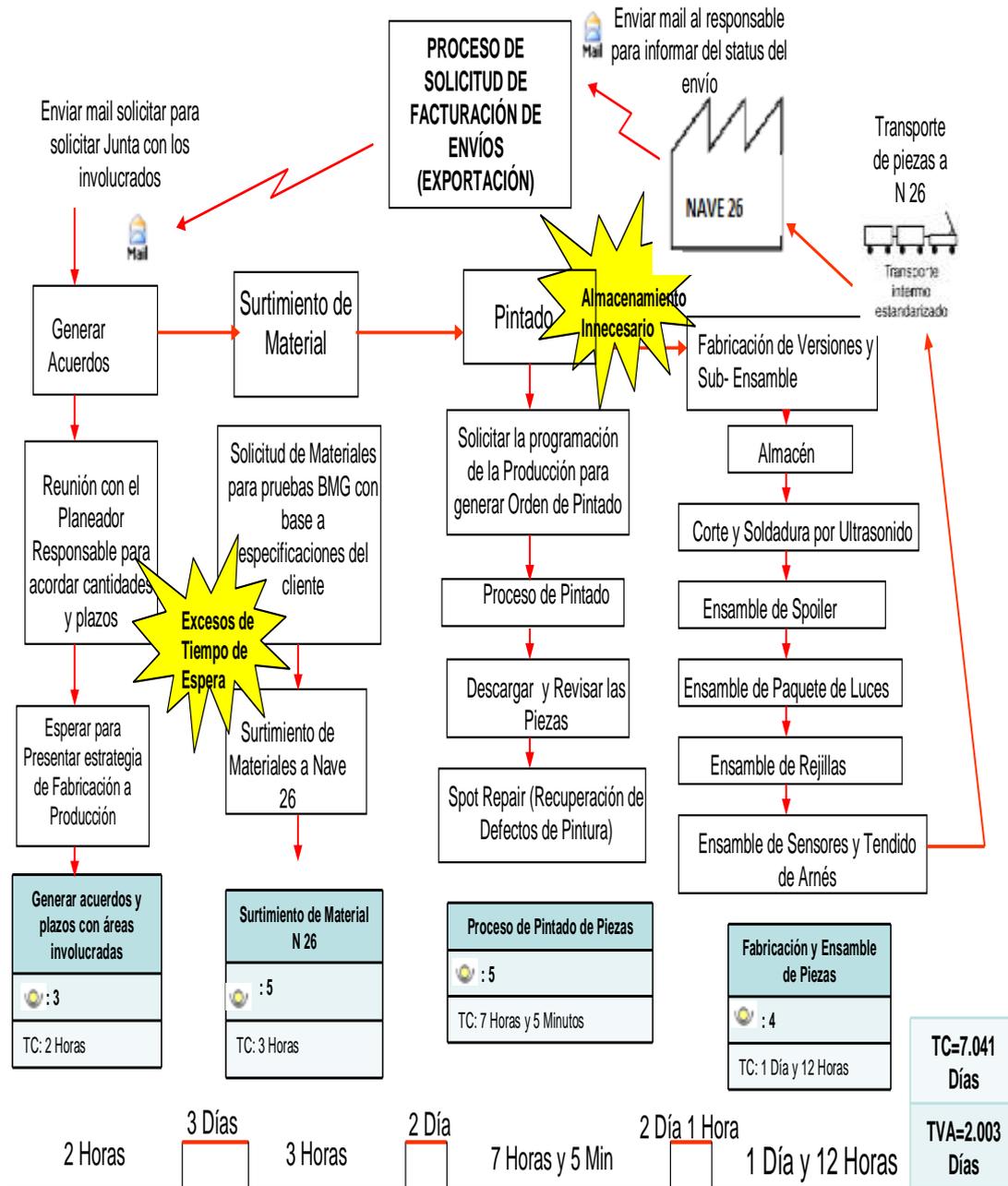


Figura 5.5 VSM del Proceso de Pintado, Fabricación y Ensamble de Piezas
(Elaboración Propia)

5.5. Mapeo de la Cadena de Valor del Proceso de Solicitud de Facturación de Envío de las Piezas para Ambos Casos

El proceso de Mapeo de Cadena de Valor del proceso de Solicitud de Envío de Piezas se presenta para ambos casos, ya que una vez teniendo el producto final se requiere enviarlo a los destinos correspondientes con el Cliente Final. (Ver Figura 5.6)

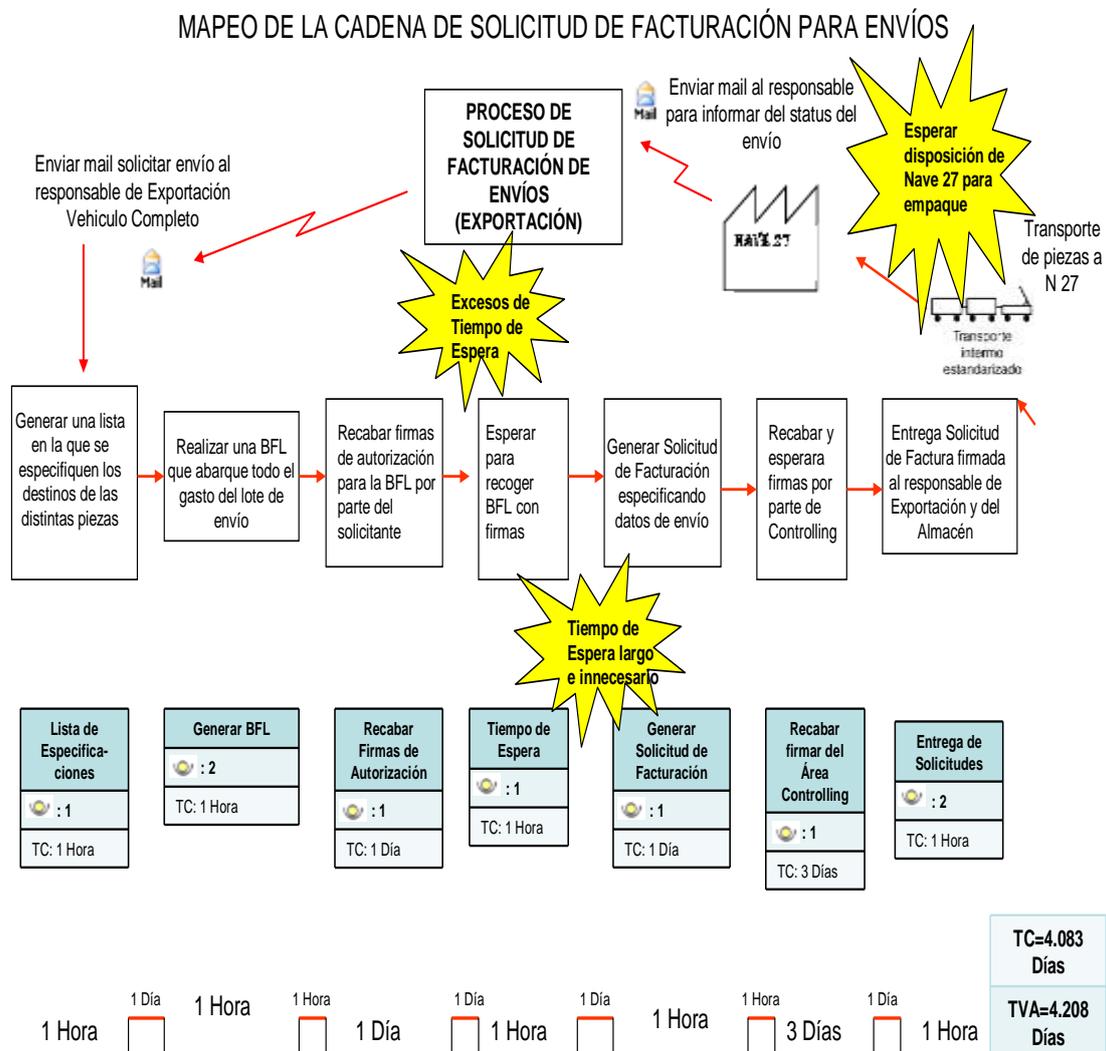


Figura 5.6 VSM del proceso de Solicitud de Facturación para envíos de las Piezas (Elaboración Propia)

A continuación se presenta una tabla en la que se muestra el resumen de los tiempos de ciclo y tiempos de valor agregado para cada una de las situaciones propuestas teniendo como base un total de 65 juegos de fascias. (Ver Tabla 5.4)

TIEMPOS			
DESARROLLO DEL PROCESO MEDIANTE:	TIEMPO DE CICLO	TIEMPO DE VALOR AGREGADO	TOTAL DE TIEMPO DE PROCESO
MEDIOS PROVISIONALES	14.437 Días	19.869 Días	35.264 Días
MEDIOS DEFINITIVOS	7.041 Días	2.003 Días	9.044 Días
TOTAL	21.478 Días	21.872 Días	44.308 Días

Tabla 5.4 Resumen de Resultados de la Medición de Desarrollo del Proceso para ambas situaciones (Elaboración Propia)

Capítulo 6.

Tercera Fase: Analizar

6. 1 Tercera Fase: Análisis

6.1.2 Análisis de Causas

En las dos fases anteriores se ha definido y delimitado el problema, se recopiló información importante que fue presentada en diagramas de proceso, mapeo del flujo de valor y gráficas con el objetivo de tener mejor comprensión de ésta. Dicha información el comportamiento de las áreas involucradas en el proceso a las que va enfocado este proyecto.

El análisis es la tercera fase de la metodología, aquí se examinan los datos recolectados en la etapa anterior con el objetivo de generar una lista de prioridades de las fuentes de variación (X`s). Esta fase se enfoca en los esfuerzos de mejora mediante la separación de las pocas variables vitales (más probables responsables de la variación) de las muchas triviales (menos responsables de la variación). (Polesky, 2006)

6.1.2.1 Diagrama de Pareto para Medir las Frecuencias

El Diagrama de Pareto es un histograma en el que se han ordenado cada una de las "clases" o elementos por orden de mayor a menor frecuencia de aparición. A veces sobre este diagrama se superpone un diagrama de frecuencias acumuladas, en este caso se utilizó para analizar las causas con mayor incidencia que generan retrasos en el proceso.

En la Tabla 6.1 se observa para el caso de la fascias en sus diferentes versiones, se proporcionan los datos de las principales causas que generan los retrasos en la entrega en tiempo y forma de las piezas al cliente final, con el objetivo de conocer cuál de ellas en la que genera el mayor problema.

Los datos fueron tomados con base a ponderaciones que se realizaron de manera empírica en la realización del proceso.

CAUSAS DE RETRASOS PARA LA ENTREGA DE LAS PIEZAS	FRECUENCIA
Proveedor no cumple con Plan de Plazos de Entrega de Piezas	50
Falta de disponibilidad de las Áreas	190
Plazos de Entrega Largos	80
Falta de Capacidad para la realización del Proceso	130
Falta de Medios necesarios para la realización del Proceso	110
Trámites Administrativos Lentos	110

Tabla. 6.1 Causas de Retrasos de Entrega de Piezas
(Elaboración Propia)

En la figura 6.1 se muestra el Diagrama de Pareto, en él puede verse que el “Efecto Pareto” es muy acusado y que pueden priorizarse las diferentes causas. En algunos casos el peso de cada frecuencia puede variar, debido a que en ciertos casos la disponibilidad de las diferentes áreas involucradas pueda generarse de manera más eficiente logrando así un mayor flujo del proceso.

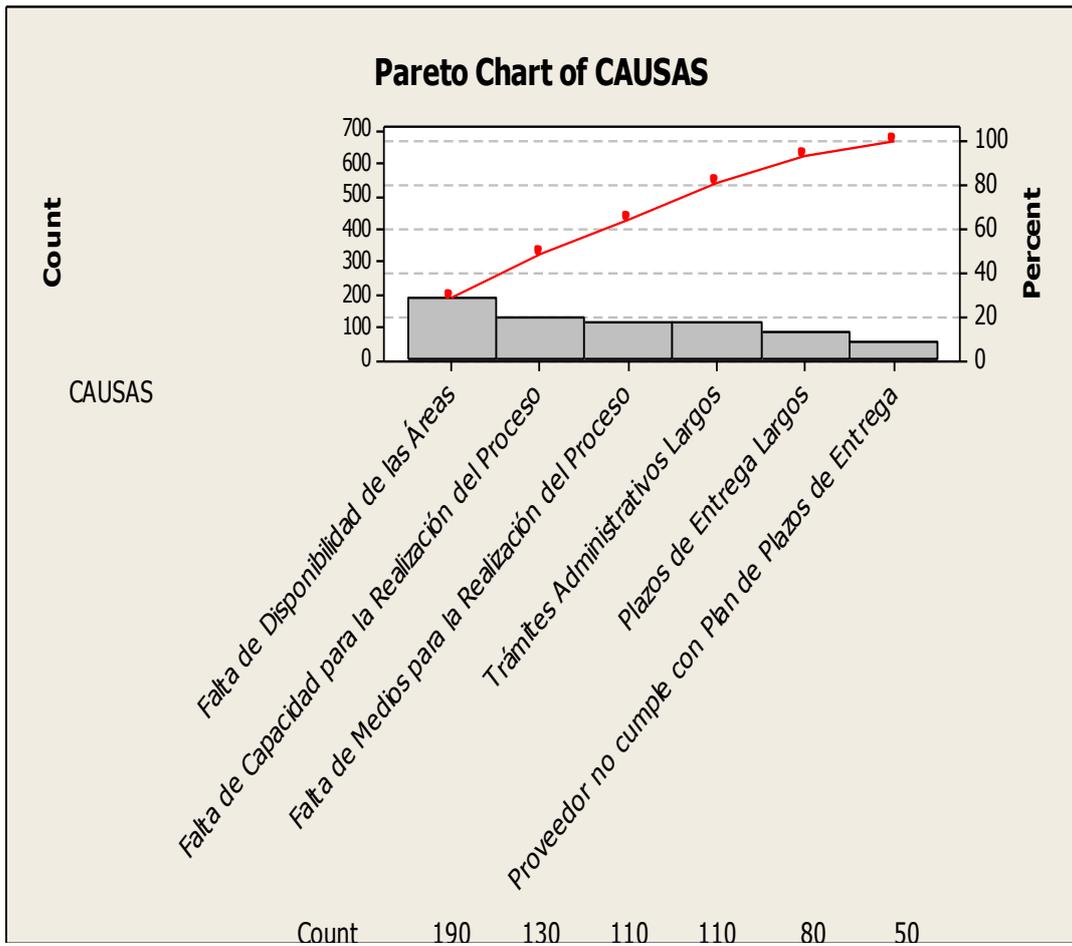


Figura 6.1 Diagrama de Pareto de las Causas de Retrasos
(Elaboración Propia)

6.1.2.2 Esquema de los Cinco Por Qué'S

Una técnica para indagar la causa principal que está generando el problema es la herramienta Lean conocida como los cinco por qué's. Para conocer una de las causas raíz del problema se analizó partiendo de la siguiente pregunta: ¿por qué el proceso de solicitud y entrega de piezas para pruebas es muy largo? Y como resultado del análisis se obtuvo el siguiente esquema. (Ver Fig. 6.2)

- El Proceso de Solicitud y Entrega de Piezas es muy Largo, ¿Por Qué?

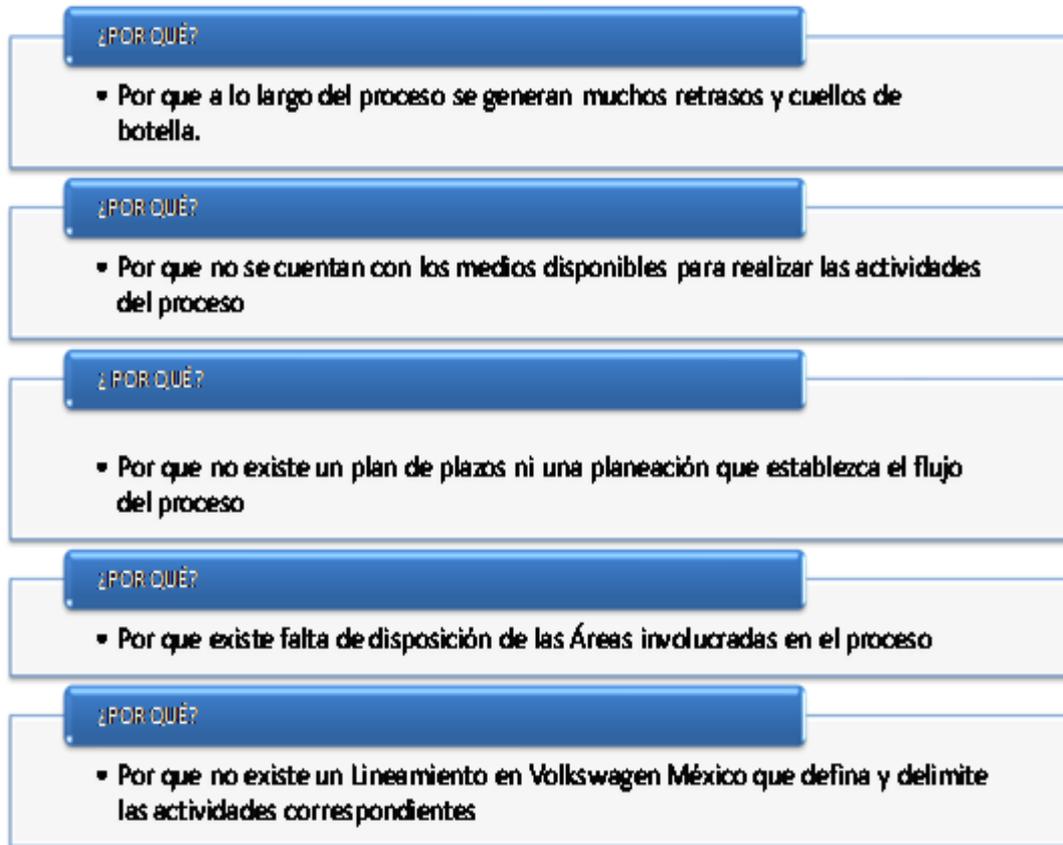


Figura 6.2 Diagrama de los 5 Por Qué's (Elaboración Propia)

6.1.2.3 Diagrama de Ishikawa

Una forma más fácil de representar las raíces (factores) que el proceso no fluya de manera óptima es el Diagrama de Ishikawa (Fig. 6.20) en este diagrama que se obtuvo con respecto al proceso se muestran las posibles fuentes que provocan retrasos. El diagrama Causa-Efecto constituye un valioso auxiliar para visualizar, discutir, analizar y seleccionar las bases relevantes que conducen a un resultado determinado, en este caso el problema que genera retrasos en el proceso.

Este análisis se realiza con base en la metodología de las 5 M's que son método, maquinaria, mano de obra, materiales y medio ambiente, mismas que sirven de base para un razonamiento más a fondo que permita conocer las variables principales que dan como resultado un proceso lento y así poder atacar las mismas para lograr la optimización adecuada del mismo.

En el siguiente diagrama se analizaron todas las causas que están generando los atrasos en la entrega de las piezas, que el problema a resolver no es un problema simple, ya que involucra elementos como la maquinaria y los medios necesarios para la realización del proceso así como diversos aspectos relacionados con varias áreas, generando un conflicto mayor al querer sistematizarlas. (Ver Figura 6.3)

DIAGRAMA DE ISHIKAWA (CAUSA-EFECTO)

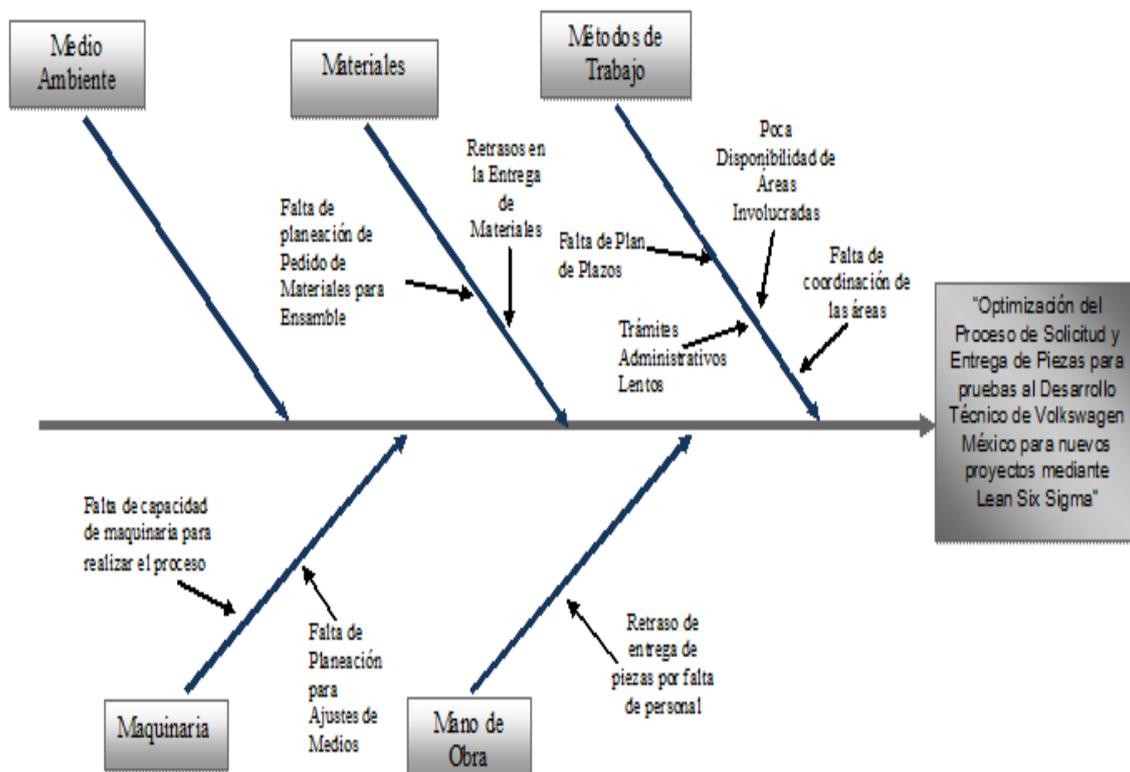


Figura 6.3 Diagrama de Ishikawa (Elaboración Propia)

6.2 Análisis de Resultados

6.2.1 Cálculo de Tiempos para Ambos Casos

El Tack Time es una herramienta que sirve para conectar la producción a los clientes finales, sincronizando el ritmo de la producción con el de las ventas. Con el Tack Time se alcanza el objetivo de hacer pulsar el sistema. Si por ejemplo, es un determinado periodo el flujo de los pedidos disminuye, el Tack Time se debe para aumentar para evitar la sobreproducción, el muda peor en la medida en que tiene una influencia negativa sobre los otros mudas.

Debido a estas causas es que se debe tener conocimiento del Tack Time de cada proceso, ya que relaciona la demanda de los clientes con la disponibilidad de tiempo productivo. A continuación se presenta el cálculo del TT para ambos casos:

El Tiempo de Ciclo es el tiempo requerido para completar el ciclo de una operación y hacer avanzar la pieza a la siguiente fase productiva. Con el Tiempo Tack Time es necesario intervenir entre los Tiempos de Ciclo de las fases para adecuarlas a la nueva situación, transfiriendo las operaciones estándar entre una fase y la otra.

6.2.2 Tack Time

La base de cantidad de pedido que se utilizará será de 60 juegos que es lo equivalente a 120 piezas, para ello se requiere analizar los tiempos para ambos casos y así obtener la cantidad de tiempo requerido.

- Tack Time para el Desarrollo del Proceso con Medios Provisionales

Datos:

1. Plazo de Entrega= 4 Semanas
2. Días Laborables= 20 Días
3. Trabajan= 1 Turno = 8 Horas
4. Horas Efectivas= 7.5 Horas

$$\text{Tack Time} = \frac{\textit{Tiempo Total Disponible al Día}}{\textit{Pedidos del Cliente al Día}}$$

$$TT = \frac{180\,000}{120} = 1500 \text{ Minutos} = 25 \text{ Horas/Pieza} = 1.041 \text{ Días}$$

- Tack Time para el Desarrollo del Proceso con Medios Definitivos

Datos:

1. Plazo de Entrega= 4 Semanas
2. Días Laborables= 28 Días
3. Trabajan= 1 Turno = 8 Horas
4. Horas Efectivas= 7.5 Horas

$$\text{TACK TIME} = \frac{\textit{Tiempo Total Disponible al Día}}{\textit{Pedidos del Cliente al Día}}$$

$$TT = \frac{39\,600}{120} = 330 \text{ Minutos} = 5.5 \text{ Horas/Pieza}$$

6.2.3 Tiempo De Ciclo, Tiempo De Valor Agregado Y Cálculo De Porcentaje De Eficiencia

○ Medios Provisionales

1.- Fabricación de Piezas y Dispositivos

- Tiempo de Ciclo: 3.125 Días
- Tiempo de Valor Agregado: 3.25 Días
- Tack Time: 25 Horas/Piezas
- Número de Estaciones: 7

$$E\% = \frac{\text{Tiempo de Trabajo Efectivo}}{\text{Tiempo de Trabajo Disponible}} = \frac{T_i}{N \times T_c} \times 100$$

Donde:

E= La eficiencia de la línea expresada %

T_i= El tiempo de Proceso de la Actividad

N= El número de Estaciones que contempla la solución

T_c=Tiempo de Ciclo

Se dice entonces que:

$$E\% = \frac{3.125}{7 \times 3.25} \times 100 = \mathbf{13.736\%}$$

2.- Proceso de Pintado

- Tiempo de Ciclo: 3.104 Días
- Tiempo de Valor Agregado: 3.291 Días
- Tack Time: 12.5 Horas/Piezas
- Número de Estaciones: 8

Se dice entonces que:

$$E\% = \frac{3.291}{8 \times 3.104} \times 100 = \mathbf{13.253\%}$$

3.- Ensamblado de Piezas

- Tiempo de Ciclo: 4.125 Días
- Tiempo de Valor Agregado: 4.208 Días
- Tack Time: 12.5 Horas/Piezas
- Número de Estaciones: 7

Se dice entonces que:

$$E\% = \frac{4.208}{7 \times 4.125} \times 100 = \mathbf{14.573\%}$$

4.-Proceso de Facturas para Envíos

- Tiempo de Ciclo: 4.083 Días
- Tiempo de Valor Agregado: 4.208 Días
- Tack Time: 12.5 Horas/Piezas
- Número de Estaciones: 7

Se dice entonces que:

$$E\% = \frac{4.083}{7 \times 4.208} \times 100 = \mathbf{13.861\%}$$

○ **MEDIOS DEFINITIVOS**

1.- Fabricación, Pintado y Ensamblado de Piezas en Nave 26

- Tiempo de Ciclo: .041 Días
- Tiempo de Valor Agregado: 2.003 Días
- Tack Time: 5.75 Horas/Pieza
- Número de Estaciones: 18

Se dice entonces que:

$$E\% = \frac{7.041}{18 \times 2.003} \times 100 = \mathbf{19.529\%}$$

2.-Proceso de Facturas para Envíos

- Tiempo de Ciclo: 4.083 Días
- Tiempo de Valor Agregado: 4.208 Días
- Tack Time: 5.75 Horas/Pieza
- Número de Estaciones: 7

Se dice entonces que:

$$E\% = \frac{4.083}{7 \times 4.208} \times 100 = \mathbf{13.861\%}$$

A continuación se presenta una tabla de resultados en la que se puede hacer una comparación evaluando los dos casos, tanto para medios provisionales como para medios definitivos, mostrando los tiempos de tacto, de ciclo, de valor agregado y el porcentaje de eficiencia como resultado de la fabricación por pieza. (Ver Tabla 6.2)

RESULTADOS DE LOS TIEMPOS ANALIZADOS PARA MEDIOS PROVISIONALES Y MEDIOS DEFINITIVOS

TIEMPOS	MEDIOS PROVISIONALES	MEDIOS DEFINITIVOS
TIEMPO TACTO	25 Horas/Pieza	5.5 Horas/Pieza
TIEMPO DE CICLO	14.437 Días	11.124 Días
TIEMPO DE VALOR AGREGADO	14.957 Días	6.211 Días
PORCENTAJE DE EFICIENCIA	13.856%	16.695%

Tabla 6.2 Resultados de los tiempos analizados para ambos casos
(Elaboración Propia)

De acuerdo a los resultados obtenidos se observa una clara desventaja de tiempos cuando se realiza el proceso de fabricación con equipos y herramientas provisionales (medios provisionales) respecto a la utilización de equipos y herramientas definitivas, es decir herramental de serie (medios definitivos). (Ver Figura 6.4)

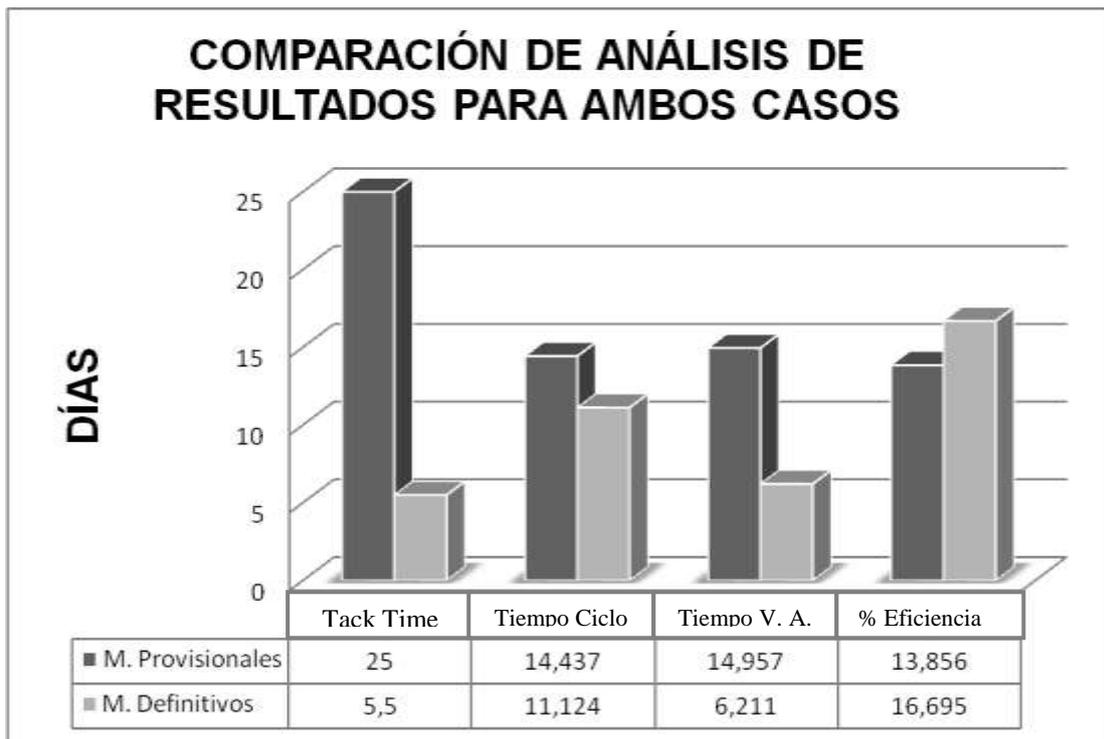


Figura 6.4 Comparación de resultados para ambos casos. (Elaboración Propia)

El tiempo tacto es claramente más largo y torna a volverse más complejo cuando se utilizan los medios provisionales que son con los que cuenta Desarrollo Técnico y que se deben recurrir a ellos en cierto hito¹⁴ del tiempo en el Proceso de Desarrollo de un Nuevo Producto (PEP) debido a que aún no se cuenta con los herramientas de serie.

Más adelante cuando el proyecto se encuentra en otro hito, se van desarrollando los equipos y herramientas que se utilizarán después, a los que se les conoce como medios definitivos, siendo estos los más eficientes, generando mayor fluidez en el proceso, asegurando con un mayor porcentaje de confiabilidad la entrega de las piezas.

¹⁴HITO. Es un punto específico en el tiempo en el cual se presenta el status del proyecto



Mediante el análisis de los tiempos de Ciclo y de Valor Agregado generan un plan de plazos de entrega más extenso debido a diversas razones que fueron encontradas mediante el Mapeo del Flujo de Valor entre las cuales destacan: tiempos largos de espera, falta de especificación de características de las piezas, almacenamiento Innecesario, falta de disponibilidad de las áreas, entre otras.

Las cuales deben ser reducidas optimizando y especificando las actividades de cada área involucrada en el proceso. En el siguiente capítulo se evaluarán y se darán a conocer las propuestas de mejora para que el proceso fluya efectivamente y evitar así retrasos en los tiempos de entrega para las dos situaciones.

Capítulo 7.

Cuarta Fase: Mejorar

7.1 Cuarta Fase: Mejorar

Una vez que se sabe con exactitud que es lo que se va a hacer, para que es necesario realizarlo y como se va a lograr se lleva a cabo el proceso de mejora. El objetivo de esta cuarta fase del proceso “DMAIC” es proponer las soluciones para atender las causas raíces detectadas antes. Se mostrará el nuevo mapa del proceso, se harán evaluaciones y propuestas de mejora, tomando decisiones basadas en mediciones e información recopilada en la fase anterior.

7.2 Implementación del Estado Futuro

La implementación del estado futuro establecerá el flujo completo por medio de sus facilidades, al contrario de las áreas de proceso individuales que anteriormente fueron evaluadas y en muchos casos puede no ser posible implementar su estado futuro completo de inmediato. Esta técnica llevará al mapeo que se debe estandarizar para la realización del proceso completo.

Lo más importante en esta etapa es suponer hasta una serie de flujo conectados para una familia de productos mediante "aros de flujo de valor", los cuales permitirán identificar y facilitar los procesos relacionados entre sí. (Ver Figura 7.1)

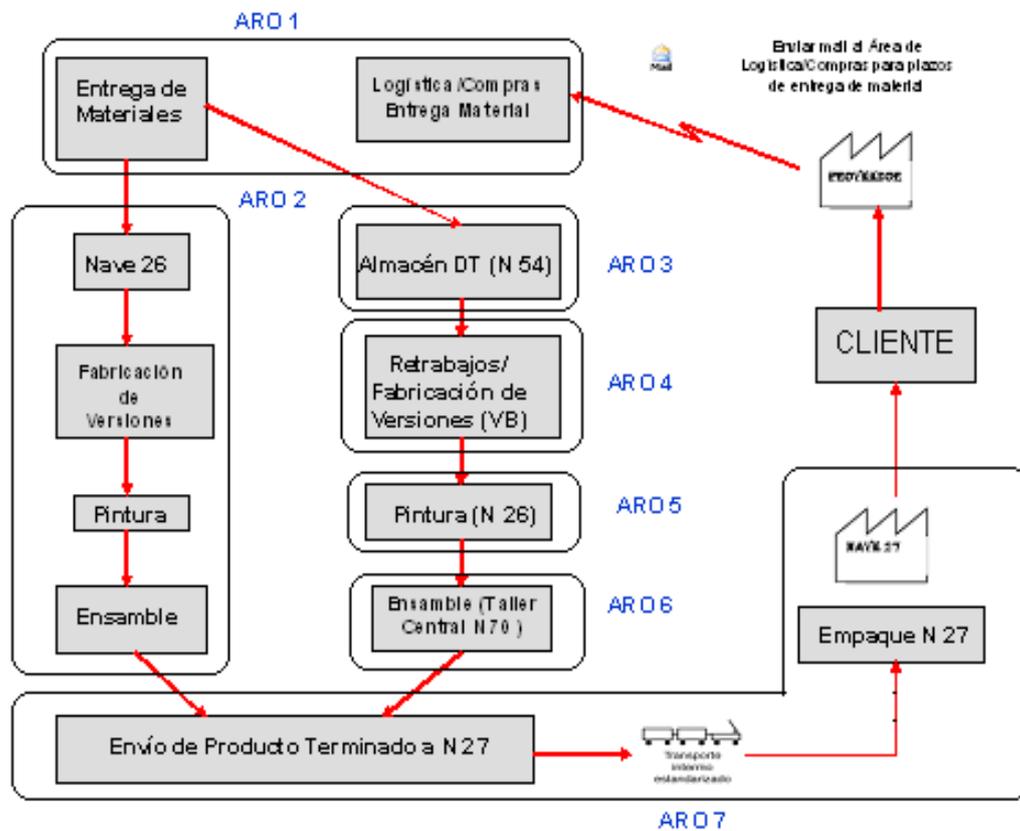


Figura 7.1 Mapeo del Estado Futuro en Aros de Flujo de Valor
(Elaboración Propia)

7.2.1 Análisis de Cada Aro de Flujo de Valor Encontrado

Aro 1.- Aro de Logística/ Compras (Entrega de Materiales):

Metas:

- Que los materiales se entreguen de manera oportuna y de acuerdo a la planeación que se haya generado.

Medios Definitivos

Aro 2.- Fabricación, Pintado y Ensamble de Piezas (Medios Definitivos):

Metas:

- Especificar y delimitar la secuencia de procesos a seguir.

- Lograr que el proceso fluya de manera constante, evitando los problemas que generan retrasos en la entrega de piezas y así cumplir con el plan de plazos acordado.

Medios Provisionales

Aro 3.- Almacén Desarrollo Técnico (N 54):

Metas:

- Aumentar la eficiencia del servicio para que cuando se envíe la solicitud de apoyo para trasladar material sea más rápida y efectiva.

Aro 4.- Retrabajo de Piezas (Fabricación de Versiones Versuchsbau):

Metas:

- Planear y acordar un plan de plazos estimado para la realización del retrabajo de piezas en el área de Versuchsbau, para que de esta manera se evite el problema de la falta de disponibilidad de horas para realizar el trabajo y los tiempos largos de espera, tanto de acuerdos como de la fabricación de los dispositivos para la realización del trabajo.

Aro 5.- Proceso de Pintado (Nave 26):

Metas:

- Minimizar el tiempo de proceso completo desde que se acuerda el trabajo hasta que se entregan las piezas.
- Eliminar el almacenamiento innecesario que se genera al momento de que las piezas llegan a la Nave, mediante la metodología de “Just In Time” y de esta manera se iniciará con el proceso al momento de que el material llegue reduciendo los plazos de entrega.

Aro 6.- Ensamble de Piezas (Taller Central):

Metas:

- Eliminar los tiempos muertos generados por la falta de planeación de piezas periféricas (tornillos, tuercas, etc.,) mediante la realización de una

lista que especifique lo que se necesita con base al pedido total de piezas para pruebas.

Aro 7.- Envío y empaque de producto terminado a N 27:

Metas:

- Agilizar proceso de generación de BFL y Solicitud de facturación mediante la propuesta de mejora que permitan un mejor control de recepción y entrega de las mismas, evitando que se queden un periodo de tiempo mayor que genera retrasos significativos al proceso general.

7.3 Rediseño del Mapa De Proceso

Como se comentó en capítulos anteriores, actualmente no existe ningún proceso estándar que permita tener conocimiento acerca del proceso detallado que se deba seguir para fabricar piezas BMG, ya que la manera en que se ha venido llevando a cabo el proceso es conforme a experiencias de proyectos anteriores.

Es por eso que con respecto a los datos preliminares obtenidos de los mapeos de cada una de las áreas que se involucran en el proceso principal para la fabricación de las piezas, planteando ambos casos suponiendo que el proyecto se encuentre en algún punto en el que todavía no se tengan los medios definitivos y se tengan que recurrir a los medios provisionales con los que cuenta Desarrollo Técnico.

En este mapeo del proceso propuesto se señalan las áreas que se ven involucradas durante la fabricación de las piezas BMG y la secuencia de procesos a seguir con la finalidad de que quien vaya a seguir la coordinación o planeación de la generación de las mismas, tengo un amplio panorama de que hacer y ubicar quienes son los responsables para cada actividad. (Ver Tabla 7.1)

MAPEO DEL PROCESO DE SOLICITUD Y ENTREGA DE PIEZAS BMG

AREA: Desarrollo Técnico (DTL)

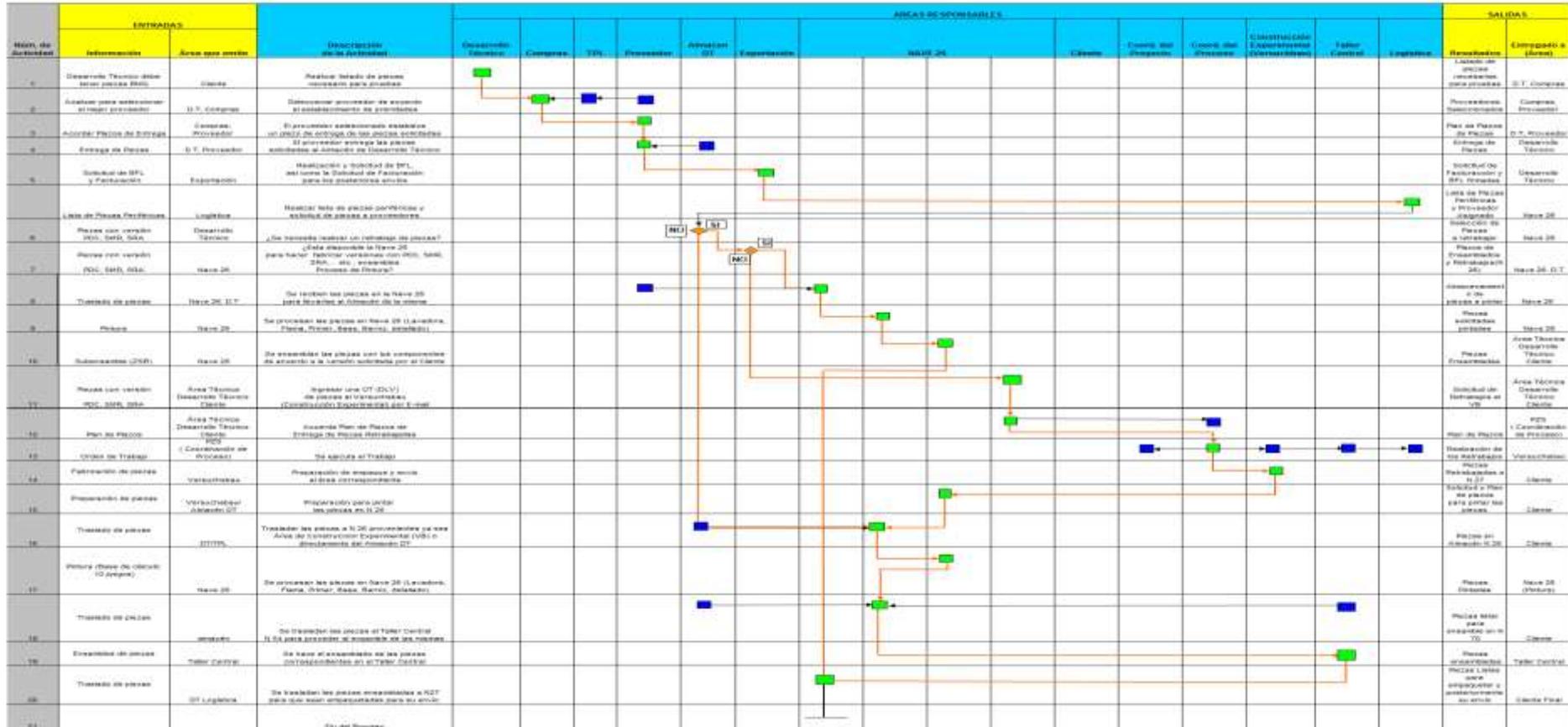


Tabla 7.1 Mapeo del Estado Futuro y Mejoramiento del Proceso (Elaboración Propia)



Una vez que se identificó los aros de flujo de valor como inicio de la implementación del mapeo del estado futuro se debe llevar a cabo el proceso de propuestas de mejora. Porque es de vital importancia realizar acciones que ofrezcan soluciones reales y convenientes para la empresa.

De acuerdo a los “kaizen” encontrados con el análisis de la etapa anterior mediante el Mapeo de Flujo de la cadena de valor para ambos casos, se detectaron causas que generan un tiempo mayor de plazos de entrega es decir, causas que impiden que el flujo del proceso sea constante pero que se pueden evitar, debido a esto a continuación se proponen soluciones a cada una de estas causas encontradas, tanto con medios provisionales como con medios definitivos. (Ver Tabla 7.2, 7.3, 7.4 ,7.5 y 7.6)

7.4 Generación de Soluciones de Causa Raíz con Medios Provisionales

EQUIPO Y HTAS.	ÁREA	CAUSA RAÍZ	DESCRIPCIÓN	SOLUCIONES PROPUESTAS
MEDIOS PROVISIONALES	FABRICACIÓN DE PIEZAS Y DISPOSITIVOS	Tiempos Largos de Espera para entrega de piezas terminadas	Debido a que argumentan que DT no planeó la realización de los trabajos, dan plazos de entrega largos, por que le dan prioridad a otras actividades que desde su punto de vista ya han sido planeada	a) Acordar con el Área la realización de fabricación de piezas desde antes que inicie la etapa del PEP en que se comienzan a generar pedidos de piezas para pruebas y así tener prioridad sobre otros trabajos.
		Falta de Disponibilidad del Área para Realizar el Trabajo	El área de Versuchsbau no siempre tiene la disponibilidad ni los recursos para hacer estos trabajos debido a la falta de anticipación del mismo	b) Realizar un plan estimado de fechas donde se establecerá un aproximado de las cantidades y recursos para las piezas que se necesitarán fabricar, para que ellos se preparen y evitar tiempos muertos.
		Tiempos Largos de Espera para Fabricar Dispositivos de Trabajo	Debido a la complejidad del Retrabajo se requiere realizar un dispositivo que es un punto de apoyo para los recortes de las piezas requeridos y que por lo tanto genera un tiempo de espera mayor	c) Desarrollo Técnico deberá informar al área acerca de las versiones que se requerirán para que éstos se encuentren disponibles cuando se necesiten y que el proceso fluya más efectivamente.

Tabla 7.2 Propuestas de Soluciones para Fabricación de Piezas y Dispositivos
(Elaboración Propia)

EQUIPO Y HTAS.	ÁREA	CAUSA RAÍZ	DESCRIPCIÓN	SOLUCIONES PROPUESTAS
MEDIOS PROVISIONALES	NAVE 26 (PINTURA)	Tiempos Largos de Espera para llegar a acuerdos y realización del Proceso, además de generar tiempo de espera prolongados para entrega de piezas pintadas	Los procesos que se realizan en N 26 son para las piezas de serie, por lo tanto difícilmente le dan prioridad a trabajos para nuevos proyectos, es por eso que estos trabajos los realizan únicamente en fines de semana, generando incremento en plazos de entrega.	d) Hacer del conocimiento con los principales responsables del proceso de pintado de partes plásticas en Nave 26, que mientras no se cuenten con los medios definitivos, ellos deberán apoyar como parte del proceso en el momento que se requiera, para que así una vez que estén enterados le den prioridad y la importancia que estas piezas requieren.
		Almacena- mientos Innecesarios	Una vez que se tienen las piezas en N 26 se dejan en un almacén de manera provisional, generando así tiempo de espera para el proceso.	e) Realizar de acuerdo al plan de plazos establecido en la reunión con el Coordinador de Planeación y de la Producción, una lista de entradas y salidas de producto para que se genere un proceso "Just In Time ¹⁵ " de manera que cuando el material se inicie casi de manera automática con el Proceso de Pintado Piezas.

Tabla 7.3 Propuestas de Soluciones para Nave 26 (Pintura)
(Elaboración Propia)

¹⁵ Just In Time. Gestión de operaciones de Origen Japonés, mediante la cual se adopta la filosofía de cero inventarios (stock), el material es entregado justo a tiempo.

EQUIPO Y HTAS.	ÁREA	CAUSA RAÍZ	DESCRIPCIÓN	SOLUCIONES PROPUESTAS
MEDIOS PROVISIONALES	TALLER CENTRAL (DT)	Falta de Realización de Orden de Trabajo	Para que el Taller se pueda realizar los ensambles se requiere generar una Orden de Trabajo, de lo contrario no pueden iniciar el proceso ya que argumentan que no existe una orden donde cargar las horas para la realización del mismo.	f) Asignar a un responsable dentro del proyecto que se encargue de generar las Órdenes de Trabajo, que se necesitan tanto para Versuchsbau como para el Taller, ésta misma debe de contar con clave de acceso para entrar a la página del sistema que es la siguiente: http://vww/AppDesTec/ot/Inicio.asp
		Generación de Tiempos muertos por falta de Planeación de materiales	Para la realización del ensamble se necesitan piezas secundarias como tornillos, tuercas, etc., las cuales no se toman en cuenta en la planeación pero si generan tiempos muertos alargando el proceso.	g) Una vez que se tenga el conocimiento acerca de las especificaciones y características de las piezas se debe realizar el pedido al almacén para que cuando llegue el momento de realizar el ensamble se cuente con los recursos secundarios para completar el mismo.

Tabla 7.4 Propuestas de Soluciones para Taller Central DT
(Elaboración Propia)

7.5 Generación De Soluciones De Causa Raíz Con Medios Definitivos

EQUIPO Y HTAS.	ÁREA	CAUSA RAÍZ	DESCRIPCIÓN	SOLUCIONES PROPUESTAS
MEDIOS DEFINITIVOS	NAVE 26 (FABRICACIÓN, PINTADO Y ENSAMBLE DE PIEZAS)	Tiempo de Espera para iniciar el Proceso por realización de Acuerdos	Debido a que se deben de acordar la realización del trabajo tanto con el coordinador responsable del Área como con Producción se generan una espera deteniendo así el inicio del proceso.	h) Que en la reunión que se tenga con el Coordinador de Planeación se realice también con algún representante de producción que pueda tomar las decisiones, para que de esta manera se pueda iniciar con el proceso agilizando el plan de entrega de las piezas.
		Retraso por Falta de Disponibilidad de Materiales para iniciar el Proceso	Ya que se trata de un nuevo proyecto, siempre surgen retrasos en la entrega de los materiales y no siempre se cuenta con ellos en el momento necesario, es por eso que Logística no entrega los materiales a tiempo, retrasando el proceso completo.	i) Los pedidos de los materiales necesarios deben de hacerse con la premura necesaria para cada fase del desarrollo del producto, para que de esta manera el proveedor se prepare con el pedido correspondiente y la falta de este no retrase el proceso.
		Almacenamiento Inecesario	Al igual que en el proceso de pintado con medios provisionales, también se genera el almacenamiento innecesario debido a que no permite iniciar el proceso de forma inmediata.	j) Se propone aplicar la misma solución propuesta mencionada en el inciso "e", aplicada a medios provisionales.

Tabla 7.5 Propuestas de Soluciones para Fabricación, Pintado y Ensamble de Piezas (N 26) (Elaboración Propia)

7.6 Generación de Soluciones de Causa Raíz para Ambos Casos

EQUIPO Y HTAS.	ÁREA	CAUSA RAÍZ	DESCRIPCIÓN	SOLUCIONES PROPUESTAS
MEDIOS PROVISIONALES Y DEFINITIVOS	EXPORTACIÓN	Tiempo de Espera para recabar firmas tanto para la generación de la BFL ¹⁶ como para la Solicitud de Facturación	Se requiere la Autorización de un Área que se llama Controlling para que se pueda realizar los envíos correspondientes, primero se realiza la Solicitud de BFL (Pedido de liberación de cargas aéreas) y posteriormente la Solicitud de Envío donde se incluye los datos de envío, pero regularmente para que se puedan firmar estos papeles transcurre un tiempo perdido retrasando así los envíos.	k) Controlling aplique un sistema de entradas y salidas más eficientes, como aplicar el uso de una bitácora que permite conocer el tiempo en que la solicitud ingresó a la bandeja de entrada y darles prioridad por tiempos, para que de esta manera las solicitudes se estacionen en un periodo mayor a 2 días.
		Retraso debido al Tiempo de Espera la disposición de N 27 que es quien empaqueta y coordina el envío.	Nave 27 es quien se encarga de realizar el empaque y coordinar el envío, en esta área se generan retrasos debido a que al momento que las piezas llegan las almacenan, y transcurren varios días hasta que éstas sean liberadas para su envío.	l) Secuenciar los requerimientos del cliente que necesita enviar el producto, mediante una tabla de ingresos y egresos con fecha, hora y destino, además de clasificarlos por tipo de envío, ya sea Express o un envío normal, dándole prioridad a los que así lo requieran.

Tabla 7.6 Propuestas de Soluciones Envío de Piezas (Exportación)
(Elaboración Propia)

¹⁶BFL. Abreviaturas del Alemán (Beantragung Freigabe von Luftfrachten) traducidas al español como Pedido de liberación de cargas aéreas- Es el nombre del formato que se utiliza para la automatización de fletes Aéreos.

7.7 Análisis FODA para el Rediseño del Mapa de Proceso Mejorado

Como es de esperarse en todo cambio, siempre surge cierta resistencia y sobre todo la falta de disponibilidad de las áreas a asumir responsabilidades que anteriormente si bien las hacían, no estaba establecido que así se hiciera de manera permanente y oficial para nuevos proyectos. Pero una vez determinado el proceso se obtendrán grandes beneficios que se mencionarán la siguiente tabla de Análisis FODA, (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas). (Ver Tabla 7.7)

ANÁLISIS FODA	
FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none">• El proceso de fabricación de piezas BMG fluirá de manera más eficiente reduciendo los retrasos en tiempos de entrega.• Mayor velocidad de entrega.• Mejor rendimiento.	<ul style="list-style-type: none">• Proceso de entrega de piezas más eficiente.• Mejor movilización del material para la fabricación de las piezas.• Entregar las piezas en tiempo y forma.
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none">• No todas las áreas pueden estar de acuerdo, generando el desinterés y la nula participación de las mismas y por lo tanto generar cuellos de botella en el proceso.	<ul style="list-style-type: none">• Si no se logra que las áreas estén de acuerdo con las actividades que les corresponden pueden retrasar el proceso.

Tabla 7.7 Análisis FODA (Elaboración Propia)

Capítulo 8.

Quinta Fase: Controlar

8. 1 Quinta Fase: Controlar

Esta fase consiste en diseñar y documentar los controles necesarios para asegurar que lo conseguido mediante la implementación del proyecto se lleve a cabo de manera correcta. En este caso asegurar que se siga el diagrama de procesos propuesto con el objetivo de mejorar los tiempos y asegurar los plazos de entrega acordados.

Para el desarrollo de esta fase es importante fijar parámetros de control, pero en este momento es difícil establecer su frecuencia de monitoreo, ya que no se puede saber con exactitud el comportamiento que presentará cuando se implemente el mapeo del proceso mejorado. Ya que no se puede saber con exactitud el comportamiento que presentará una vez que se implemente y establezca el proceso se utilizará como herramienta de control AMEF.

Análisis de Modo y Efecto de Fallas sirve para identificar como un producto o proceso nos ayuda a prevenir cualquier falla, siendo esta una forma de priorizar puntos o tareas, con el fin de aportar algunas recomendaciones para que cuando se implemente el uso del diagrama de procesos, se tenga nociones y conocimientos de cómo evitar o resolver los problemas encontrados, para el análisis se tomó en cuenta los procesos y los recursos que se manejan dentro de ella.

8.2 Análisis De Modo Y Efecto De Falla

Con la finalidad de controlar el proceso planteado se realiza un análisis de modo y efecto de falla, que no es más que una evaluación de la seriedad de la falla potencial. Severidad, se aplica solamente al efecto. El AMEF es requerido para todos los Diseños y Procesos a fin de asegurar la prevención de problemas, éste está integrado dentro de la Planeación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP).



En esta parte de la última fase de aplicación de la metodología” Lean Six Sigma” se usará el AMEF ya que provee la principal herramienta para mitigar el riesgo dentro de la estrategia de prevención, que se requiere aplicar con la finalidad de evitar futuros problemas en el proceso de solicitud y entrega de piezas para pruebas.

Para ello se desarrolló con la secuencia de procesos presentada en el mapeo del capítulo anterior, el cual identifica las características claves asociadas con cada actividad, las cuales surgirán a través del desarrollo del AMEF de proyecto. De esta manera se facilitará la identificación de las causas principales que en algún momento se pudiesen generar dentro de la secuencia de procesos a seguir. (Ver Tabla 8.1)

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA								
PROCESO	MODO DE FALLA	EFECTOS DE FALLA	SEVERIDAD	CAUSA DE LA FALLA	OCURRENCIA	DETECCIÓN	RPN	ACCIONES RECOMENDADAS
PROCESO DE SOLICITUD Y ENTREGA DE PIEZAS PARA PRUEBAS AL DESARROLLO TÉCNICO	Falta de disponibilidad de horas por parte del área para realizar el trabajo.	Desfase del Plan de Plazos de Entrega	8	El área no dispone de tiempo para la fabricación de piezas.	8	9	576	Generar una programación de manera anticipado y en acuerdo con las dos partes involucradas, que permita que en los tiempos de proceso, se incluya la fabricación de las piezas.
	Almacenamiento innecesario de piezas.	Tiempo de Entrega de Piezas Mayor.	5	Nave 26 argumenta que las piezas deben de tener un tiempo de almacenamiento para inicio del proceso.	9	5	225	Aplicar la metodología "Just In Time", para que de esta manera al momento de que se entreguen las piezas se le de continuidad y se inicie con el proceso a realizar.
	Falta de realización de Orden de Trabajo	Retrasos para el inicio del Proceso.	9	Regularmente el coordinador no realiza la Orden de Trabajo y mientras no exista ésta, el taller no realiza ningún trabajo.	8	6	432	El coordinador debe de realizar la Orden de Trabajo, para organizar el tiempo de inicio del proceso.
	Tiempos de Espera largos para obtener la autorización de Controlling.	Demoras para la realización del envío de las piezas.	8	El área de Controlling no lleva un adecuado control de entradas y salidas de solicitudes.	9	8	576	Realizar una bitácora que indique la fecha y hora de los documentos que se encuentran en la bandeja y de salida.
	Falta de Material para iniciar el Proceso.	Tiempo de Espera mayor para entrega de producto terminado.	10	Falta de Organización de la gente de logística para el seguimiento y la entrega de los materiales.	8	9	720	Contar con una mayor planeación que indique qué y cuantas piezas o materiales se necesitan, para cubrir dicha fase del evento.

Tabla 8.1 Análisis de Modo y Efecto de Falla (Elaboración Propia)

Para poder obtener el RPN se estimaron los valores de la ocurrencia contra los valores del proceso actual, esto con la finalidad de identificar el problema más importante con el que habrá que enfrentarse y tener posibles soluciones del problema.

En este caso el problema con mayor prioridad es falta de material para iniciar el proceso usando medios definitivos, que son los que finalmente se usarán en la serie, esto genera un tiempo de espera mayor para entrega de producto terminado. La solución a este problema es que se debe contar con una mayor planeación que indique qué y cuantas piezas o materiales se necesitan, para cubrir dicha fase del evento mediante:

- La planeación adecuada del área de Logística, es decir con cierto tiempo de anticipación que permita que la entrega de materiales satisfaga las necesidades y requerimientos del cliente, evitando retrasos que impidan el inicio del proceso.
- La realización de pedidos oportunos al proveedor de cada una de las piezas que se necesiten para la fabricación de piezas “hausteile”, tomando en cuenta un tiempo de retrasos que no afecte el plan de plazos de entrega.

Cabe mencionar que el presente proyecto solo se menciona como propuesta, como consecuencia de esto se desconocen los resultados finales, es por eso que solo se dan sugerencias y recomendaciones para llevar un control con base a los análisis previamente realizados.

8.3 El Mejoramiento de la Cadena de Valor es Responsabilidad de la Dirección

Debido a que se involucran diversas áreas los cuales ya tienen su propio modo de trabajar es difícil convencerlos de cambiar sus paradigmas es por eso que para la implementación de las mejoras se requiere el apoyo de la dirección ya que solo ellos tienen la perspectiva de ver el flujo total, si sufre cambios significativos de acuerdo a la necesidad principal que requiere el proceso:

- Coordinación, organización y planeación de todas las áreas para acordar lo que se necesite de ellas y se llegue a acuerdos que beneficien la óptima fluidez del proceso. La manufactura esbelta puede ayudar a los gerentes a ver los desperdicios e introducir las prácticas necesarias para remover estas causas.

8.4 Cierre y Difusión del Proyecto

Esta es la última parte del proyecto y se encarga de establecer que las propuestas establecidas en el capítulo anterior sean difundidas con las áreas involucradas. Se debe de tener una documentación adecuada para que sirva de evidencia de logros y de aprendizaje. Para contribuir a la realización de las metas, se realizó lo siguiente:

- Este documento estará disponible para todas las áreas que se vean involucradas, para que sea utilizado como referencia y aprendizaje para el futuro.
- Hacer una difusión adecuada del proyecto mediante una presentación ante el gerente del área y de los coordinadores principales de cada una de las áreas que se ven involucradas a lo largo del proceso.

Capítulo 9.
Resultados y
Conclusiones

9.1 Resultados

9.1.1 Comparación Y Análisis de Resultados de Implementación

Con base a la propuesta mencionada anteriormente se hicieron cálculos con la finalidad de presentar el porcentaje de mejora obtenido aplicando el diagrama de procesos propuesto para la entrega de piezas para elaborar las pruebas BMG. Reconociendo la secuencia de procesos a seguir para la entrega de piezas BMG, se lograra elevar la eficacia y eficiencia, identificando para cada una de las áreas los cuellos de botella que son el problema principal para cumplir con la entrega del producto final.

Utilizando el mapa de procesos se logra optimizar los tiempos de entrega cumpliendo con los plazos establecidos. Para comprobar lo anterior se aplicó el uso del mismo para un pedido de 10 juegos de fascias, los cálculos se presentan a continuación:

- Cálculo de Tiempos con Medios Definitivos Mediante la Aplicación del Mapeo de Procesos Propuesto
 1. Plazo de Entrega= 4 Semanas
 2. Días Laborables= 20 Días
 3. Trabajan= 1 Turno = 8 Horas
 4. Horas Efectivas= 7.5 Horas

$$\text{TACK TIME} = \frac{\text{Tiempo Total Disponible al Día}}{\text{Pedidos del Cliente al Día}}$$

$$\text{TT} = \frac{4500}{20} = 225 \text{ Minutos} = 3.75 \text{ Hras/Pza}$$

1.- Fabricación, Pintado y Ensamblado de Piezas en Nave 26

- Tiempo de Ciclo: 5.03 Días
- Tiempo de Valor Agregado: 2.003 Días
- Tack Time: 3.75 Horas/Piezas
- Número de Estaciones: 15

Se dice entonces que:

$$\% E = \frac{5.03}{16 \times 2.003} \times 100 = 15.695 \%$$

2.-Proceso de Facturas para Envíos

- Tiempo de Ciclo: 4.083 Días
- Tiempo de Valor Agregado: 3.208 Días
- Tack Time: 12.5 Horas/Piezas
- Número de Estaciones: 5

Se dice entonces que:

$$\% E = \frac{4.083}{5 \times 3.208} \times 100 = 25.455 \%$$

De acuerdo a los cálculos anteriores se observa una considerable mejoría aplicando el mapeo de procesos propuesto, ya que de esta manera se obtiene una mayor fluidez del proceso evitando así retrasos en la entrega de las piezas, para así cumplir con los requerimientos solicitados en tiempo y forma. La comparación de los resultados se ve reflejada en la tabla 9.1 que se presenta a continuación:

TIEMPOS	MEDIOS PROVISIONALES	MEDIOS DEFINITIVOS	PROPUESTA DE MEJORA
TIEMPO TACTO	25 Hras/Pza	5.5 Hras/Pza	3.75 Hras/Pza
TIEMPO DE CICLO	14.437 Días	11.124 Días	9.113 Días
TIEMPO DE VALOR AGREGADO	14.957 Días	6.211 Días	5.211 Días
PORCENTAJE DE EFICIENCIA	13.856%	16.695%	20.575 %

Tabla 9.1 Comparación y Análisis de Resultados con la aplicación de la Propuesta de Mapeo (Elaboración Propia)

En la siguiente gráfica se observa como el porcentaje de eficiencia aumentó de manera significativa con un con respecto a las situaciones anteriormente planteadas, además de minimizar el tiempo tacto para la fabricación de las piezas. Con esto se demuestra la efectividad de la aplicación del nuevo mapeo de procesos. (Ver Figura 9.1)

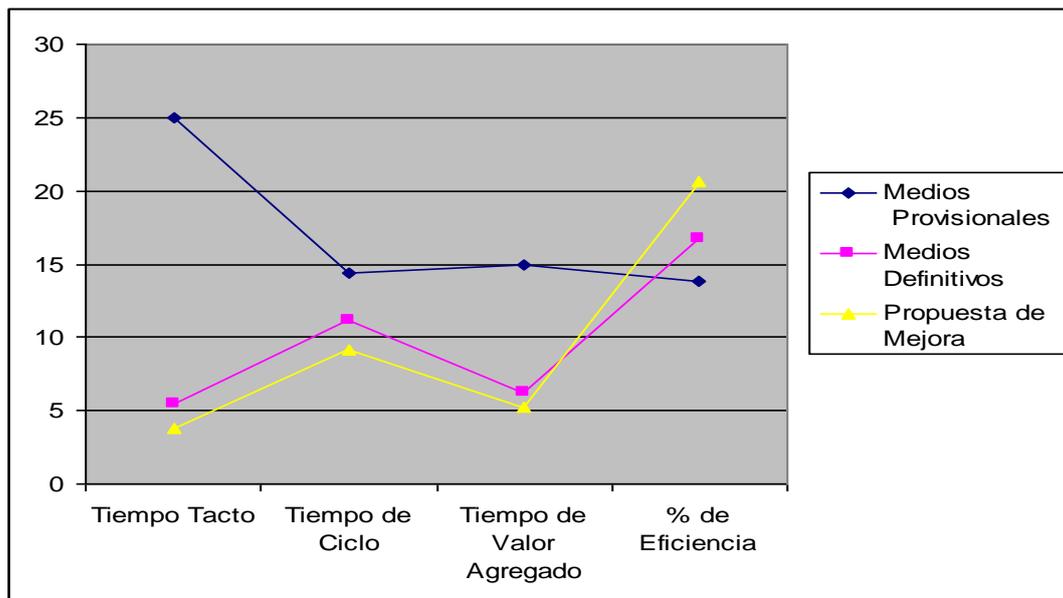


Figura 9.1 Comparación de resultados finales después de la aplicación del mapeo de procesos (Elaboración Propia)

9.2 Conclusiones

La Mejora Continua es una estrategia fundamental para aumentar la competitividad de las empresas en la actualidad. Los clientes exigen cada vez mayor calidad ya que sus propios clientes se los exigen, es por eso que la Metodología “Lean Six Sigma” es una herramienta para lograr este objetivo debido a que es un proceso de mejora continua.

En este proyecto se aplicó la metodología Lean Six Sigma en respuesta a un problema que se ha venido generando cada vez que se inicia con un nuevo proyecto en la empresa. Ya que no se contaba con un mapeo de procesos que indicara la secuencia de las actividades a seguir para la fabricación de pieza para pruebas, lo que ocasionaba falta de coordinación y a su vez desfase en los plazos de entrega de las piezas.

El desarrollo del proyecto se realizó mediante la aplicación de la herramienta de Lean Six Sigma conocida como DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) ya que era el más adecuado para llegar a las propuestas de mejora del proyecto.

A lo largo del proyecto se aplicaron y se describieron los diferentes pasos y actividades realizadas en cada una de las fases del DMAIC, con el objetivo de encontrar los problemas más críticos que entorpecen el procedimiento. La fase inicial que es “Definir”, es la base de todo proyecto ya que se debe precisar el nombre del proyecto, los objetivos y los alcances del proyecto, para que de esta manera se facilite las metas.

En la fase de “Medir” se usó la herramienta del Mapeo del Flujo del Valor de cada una de las áreas que se ven involucradas, generado de acuerdo a la manera en que actualmente se lleva el proceso. Incluyendo la medición de tiempos de cada uno de ellos.

Una vez medidos los tiempos de ciclo y de valor agregado en la fase anterior, para la siguiente que es “Analizar” se requiere conocer las causas principales que afectan al proceso y que influyen directamente sobre el. Para ello se utilizaron herramientas tales como Diagrama de Pareto y Esquema de los 5 Por qué’s, los cuales llevaron a evidenciar las causas que están influyendo para provocar retrasos en los plazos de entrega acordados y posteriormente se puedan dar propuestas de mejora.

Para la fase de “Mejorar” se realizó un mapeo general para la implementación del estado futuro, mediante la agrupación de aros de flujo de valor encontrados, el cual llevó a la generación del nuevo mapeo del proceso propuesto, en el cual se muestran especificadas las áreas que se involucran para la realización de la fabricación de las piezas. Por último, se generaron las propuestas de mejora necesarias para atender a cada causa respectivamente.

Finalmente en la fase “Controlar”, se utilizó la herramienta de Análisis de Modo y Efecto de Fallas con el objetivo de facilitar la identificación de causas que puedan surgir posteriormente cuando se implemente el mapeo de procesos propuesto.

Como conclusión general se dice que la aplicación de Lean Six Sigma para el análisis y propuesta de un nuevo mapeo de procesos para la solicitud y entrega de piezas para pruebas se usó en el proyecto como herramienta de análisis mediante las fases del DMAIC que permitieron localizar e identificar las causas que están generando fallas y retrasos en el proceso

Además se brindaron propuestas de mejora con base a las principales causas de fallas encontradas en el proceso que de mejorarlas el plan de plazos se pudiese reducir, trayendo consigo grandes beneficios, además se plantearon las bases para futuros proyectos con el fin de perseguir la mejora continua.



Por último se concluye que el mapeo propuesto no solo mejorara los objetivos mencionados, sino que también habrá mejoras en otros aspectos como es una mayor flujo de los materiales a lo largo de la secuencia de procesos que se debe de seguir.

Además cabe agregar como recomendación que se debe tener una mayor planeación acerca de los pedidos de piezas que se tienen y hacer del conocimiento de las áreas afectadas las actividades correspondientes, ya que así lo tendrán considerado dentro de sus actividades y así éstas se efectuarán de una manera más eficiente y efectiva mejorando incluso los plazos de entrega previstos.

Bibliografía

1. BIASCO, Rodolfo. "ANÁLISIS ESTRATÉGICO PARA CREAR VALOR"
Ediciones Granica S.A. de C.V. 2001.
2. CUATRECASAS, Luis. "Lean Management: La gestión competitiva por
excelencia" Editorial. Profit. Barcelona, 2010
3. DELGADO Cantú, Humberto "DESARROLLO DE UNA CULTURA DE
CALIDAD", 3ra. Edición (2006), México, D.F.
4. ESCALANTE, Edgardo "SEIS SIGMA METODOLOGÍA Y TÉCNICAS"
México 2008 Editorial Limusa Grupo Noriega Editores
5. GALGANO, Alberto, "*LOS INSTRUMENTOS DE CALIDAD TOTAL*",
1995.
6. GALGANO, Alberto, "LAS TRES REVOLUCIONES: CAZA DEL
DESPERDICIO" Ediciones Díaz de Santos, 2004.
7. GÓMEZ Fraile, Fermín, VILAR José Francisco, BARRIO TEJERO
MONZÓN Miguel "SEIS SIGMA" 2º. Edición. Edita Fundación
Confemetal
8. MAGNUSSON, Kjell, DAG Kroslid, BO Bergman y BARBA Enric "SEIS
SIGMA UNA ESTRATEGIA PRAGMATICA" EDICIONES GESTION
2000,. Planeta De Argostini Profesional y Formación S.L. Barcelona
2006
9. MARTÍNEZ Castillo, Luis Raúl." INSTITUTO DE TECNOLOGÍAS PARA
LA EXCELENCIA EMPRESARIAL" (2008)



10. MARTÍNEZ Ponce de León, Jesús. "INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS DE RIESGOS" Editorial Limusa S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores, 2002.
11. MEMBRADO Martínez, Joaquín. "METODOLOGÍAS AVANZADAS PARA LA PLANIFICACIÓN Y MEJORA" Ediciones Díaz de Santos, 2007.
12. MUTHER, Richard. "PLANIFICACIÓN Y PROYECCIÓN DE LA EMPRESA INDUSTRIAL". Barcelona España, Técnicos y Asociados
13. NIEBEL, Benjamin y Freivalds. "INGENIERÍA INDUSTRIAL: MÉTODOS, ESTÁNDARES Y DISEÑO DEL TRABAJO" 10º. Edición (2002). Alfa Omega. México, D.F.
14. WHEAT, Bárbara. MILLS, Chuck. CARNELL, Mike. "SEIS SIGMA" Editorial Grupo Norma, 2003.
15. WHOMACK, James. "LEAN THINKING: PENSAMIENTO ESBELTO PARA ELIMINAR DESPILFARROS Y CREAR VALOR EN LA EMPRESA" Ediciones Gestión 2000.

Anexo

PROCESO DE PINTURA N26

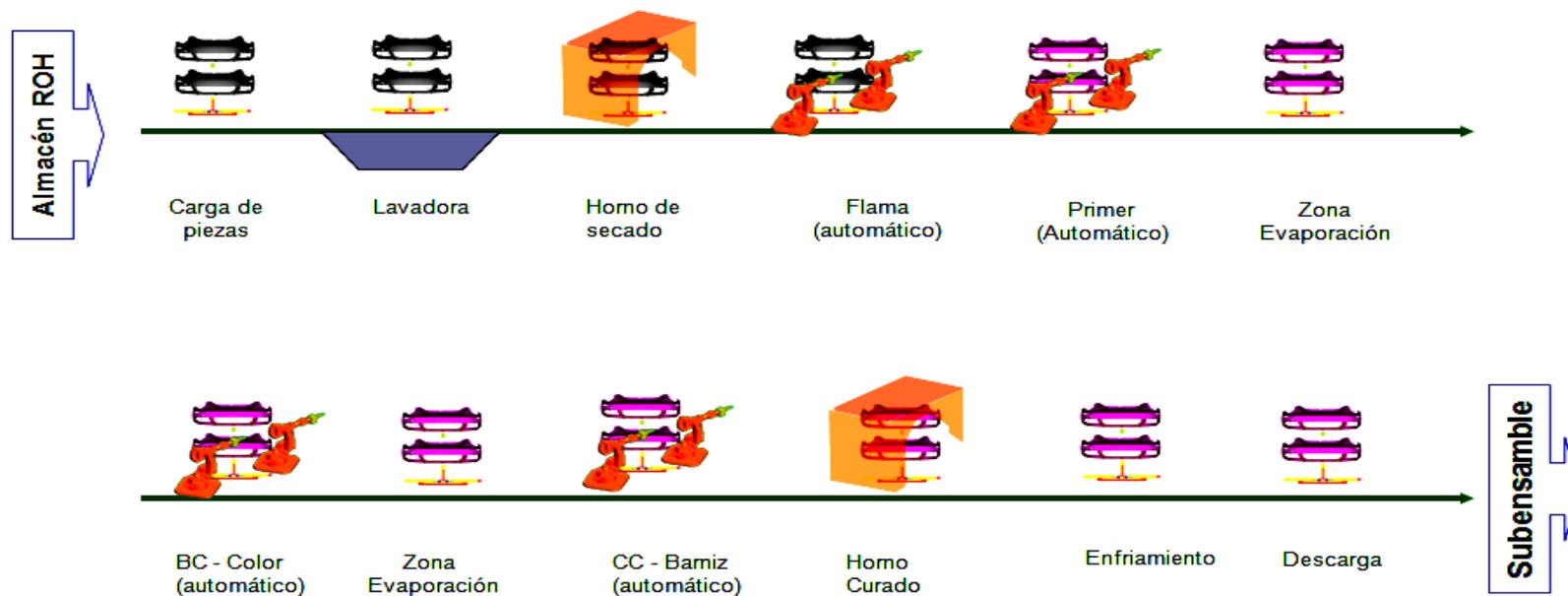


Figura 1 Descripción de la Secuencia de Actividades del Proceso de pintura de las Partes Plásticas