

**EL APQP COMO UNA HERRAMIENTA DE MEJORA PARA LAS EMPRESAS DEL  
SECTOR AUTOMOTRIZ**

**JOSE LUIS MORA SERRANO**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE LA CALIDAD  
BOGOTA D.C.**

**2021**

**EL APQP COMO UNA HERRAMIENTA DE MEJORA PARA LAS EMPRESAS DEL  
SECTOR AUTOMOTRIZ**

**JOSE LUIS MORA SERRANO**

**Monografía para optar al título de Especialista Gerencia de la Calidad**

**Orientador**

**SERGIO JAVIER MARTÍNEZ RAMÍREZ**

**Ingeniero Industrial**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE LA CALIDAD**

**BOGOTA D.C.**

**2021**

## NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

Firma del Director de la Especialización

---

Firma del calificador

Bogotá D.C. febrero de 2021

## **DIRECTIVOS DE LA UNIVERSIDAD**

Presidente de la Universidad y Rector del Claústro

Dr. Mario Posada García-Peña

Consejero institucional

Dr. Luis Jaime Posada García-Peña

Vicerrectora Académica y de Investigaciones

Dra. María Claudia Aponte González

Vicerrector Administrativo y Financiero

Dr. Ricardo Alfonso Peñaranda Castro

Secretaria General

Dra. Alexandra Mejía Guzmán

Decano de la Facultad de Ingeniería

Dr. Julio César Fuentes Arismendi

Director Departamento Ingeniería Industrial

Dr. Julio Aníbal Moreno Galindo

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo se lo dedico a mis padres Martha y Gonzalo, mi hermana Laura, mi abuelita Leonilde, a Dante y a mis tías Sandra y Fabiola, que han sido siempre un gran apoyo a lo largo de mi vida y han confiado ciegamente en mis capacidades, ha sido mi motivación para continuar adelante sin importar las dificultades y me han enseñado el valor de la responsabilidad, por el amor que me dan diariamente y su ejemplo a aspirar siempre ser el mejor.

A Michell Lozano por siempre ayudarme y darme palabras de apoyo, por estar conmigo en todos los momentos de mi vida y querer siempre lo mejor para mí, por su amor y su ayuda a que siempre de lo mejor de mí,

Finalmente quiero agradecer a mis amigos Camilo Puentes, Camilo Velazco y Erwin Bonilla por darme la mano y aconsejarme y estar presentes en todos los momentos de mi vida, por su gran amistad a lo largo de esta etapa de mi vida y por último a Leonardo Higuera por todas las enseñanzas que me dejó, su amistad y que siempre vivirá en nuestros corazones.

## **AGRADECIMIENTOS**

Me gustaría agradecer primero a Dios por darme la oportunidad de culminar de manera satisfactoria mis estudios.

A mis padres, hermana, abuela, tías y primos que son siempre mi apoyo y mi motivación para ser mejor, por sus enseñanzas y la paciencia que me han tenido en los últimos años. Por la constancia de siempre apoyarme y darme los mejores consejos, su esfuerzo conjunto que hicieron posible primero mi grado como Ingeniero Químico y en estos momentos como especialista en Gerencia de la Calidad. A mis padres por su apoyo tanto económico, sentimental y psicológico, gracias a ellos soy todo lo que soy hoy en día y gracias a todas sus enseñanzas sé lo que seré en un futuro. A mi hermano Ferney por su apoyo siempre incondicional, ser un ejemplo que seguir y ser una inspiración para crecer tanto en la vida profesional como en la vida laboral.

Quiero agradecer a mis amigas Daniela y Angie por ayudarme, acompañarme y apoyarme tanto académica como emocionalmente durante todo este proceso de formación

Quiero agradecer al profesor Sergio por guiarme en la realización de este trabajo de investigación, y todos los profesores que hicieron parte de este proceso educativo.

## TABLA DE CONTENIDO

	pág.
RESUMEN.....	13
INTRODUCCIÓN.....	14
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
1.1 Pregunta problema .....	17
1.2 Objetivo General .....	17
1.3 Objetivos específicos .....	17
2. METODOLOGIA.....	18
2.1. Tipo, enfoque y alcance de investigación.....	18
2.2. Fuentes de información .....	18
2.3. Actividades detalladas.....	18
3. MARCO TEORICO.....	20
3.1. AITF .....	20
3.2. Cadena de Valor.....	20
3.3. Calidad .....	20
3.4. Competitividad.....	20
3.5. Herramientas de mejora continua .....	20
3.6. Mejora continua .....	21
3.7. Organización .....	21
3.8. Proceso.....	21
3.9. Productividad .....	21
3.10. Requerimiento .....	21
3.11. Sector Automotriz .....	21
3.12. Ventaja competitiva .....	22
4. INDUSTRIA AUTOMOTRIZ.....	23
4.1. Contextualización.....	23
4.2. Industria automotriz en Colombia.....	31
4.3. International Automotive Task Force (IATF) .....	35
4.4. Norma IATF 16949:2016.....	37
4.5. Core Tools.....	43
5. ADVANCED PRODUCT QUALITY PLANNING (APQP) .....	49



5.1.	Características APQP .....	51
5.1.1.	<i>Ciclo PHVA en APQP</i> .....	52
5.1.2.	<i>Las 5 fases del APQP</i> .....	54
5.1.3	<i>Herramientas de apoyo</i> .....	57
5.2.	Elementos del APQP .....	59
6.	IMPACTO DEL APQP AL SER IMPLEMENTADO EN LAS EMPRESAS DEL SECTOR AUTOMOTRIZ .....	61
6.1.	Impacto en las empresas del sector Automotriz .....	61
3.13.	Casos de estudio .....	64
7.	VENTAJAS, DESVENTAJAS Y DIFICULTADES DE IMPLEMENTAR EL APQP EN LAS EMPRESAS DEL SECTOR AUTOMOTRIZ .....	67
8.	CONCLUSIONES .....	70
9.	RECOMENDACIONES .....	72
	BIBLIOGRAFIA .....	73

## TABLA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Producción mundial de automóviles en 1960	25
Figura 2. Producción de automóviles mundial	26
Figura 3. Fabricantes automotrices en 1998	28
Figura 4. Principales productores del sector automotriz a nivel mundial	30
Figura 5. Demanda de vehículos en Colombia	31
Figura 6. Cadena de valor del sector automotriz en Colombia	33
Figura 7. Exportaciones de autopartes colombianas	34
Figura 8. Estructura IATF	36
Figura 9. Evolución ISO 9001 – IATF 16949	38
Figura 10. APQP	44
Figura 11. PPAP	45
Figura 12. SPC	47
Figura 13. MSA	48
Figura 14. Ciclo PHVA en APQP	54
Figura 15. Proceso APQP	56
Figura 16. Documentos del APQP	58

Figura 17. Área de impacto de APQP en las empresas del sector automotriz	62
Figura 18. Tipo e impacto de APQP en las empresas del sector automotriz	63
Figura 19. Dificultades de APQP	69

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Mercado de automóviles en Colombia	32
Tabla 2. Principios de la norma IATF 16949	39
Tabla 3. Ventajas norma IATF 16949	41
Tabla 4. Estructura norma IATF 16949	42
Tabla 5. FMEA	46
Tabla 6. Diferencias entre ediciones del APQP	51
Tabla 7. Características del APQP	51
Tabla 8. Propósito del Ciclo de Planeación de la Calidad de un Producto	53
Tabla 9. Etapas del proceso APQP	57
Tabla 10. Elementos del APQP	59
Tabla 11. Tipos de impacto	61
Tabla 12. Ventajas y desventajas del APQP	68

## RESUMEN

Actualmente en un mundo exigente y competitivo, las empresas del sector automotriz se han visto en la obligación de implementar dentro de sus prácticas herramientas de mejora para desarrollar productos a menores costos y cumpliendo con los objetivos de calidad propuestos. Una de las herramientas más usadas dentro del sector es el APQP (Advanced Product Quality Planning), esta es una metodología que tiene como objetivo desarrollar productos que satisfagan las necesidades del cliente, ya sea con un nuevo producto o con uno ya existente dentro de la organización. El objetivo de este estudio es determinar, mediante una revisión de la literatura, las principales características y elementos del APQP, el impacto que genera su implementación además de las ventajas, desventajas y dificultades que se pueden llegar a presentar al momento de poner en marcha la metodología. Se hizo una recolección y análisis de la información encontrada en las bases de datos, posteriormente se establecieron cuatro tipos de impactos, demostrando mediante casos de estudio el impacto que se ha generado en las empresas del sector automotriz. Adicionalmente, se identificaron las ventajas y desventajas de la implementación del APQP, así como también las dificultades que implica este proceso. Finalmente, se concluye la importancia de esta herramienta de mejora dentro del sector, sin dejar a un lado algunos aspectos importantes para tener en cuenta durante su desarrollo en las organizaciones.

**Palabras claves:** APQP, Industria Automotriz, Core Tools, Herramientas de mejora.

## INTRODUCCIÓN

Para muchas empresas del sector automotriz lograr un proceso productivo uniforme, ya sea para mejorar la calidad de un producto o para el desarrollo de un nuevo proyecto, es una tarea difícil de cumplir. Es por este motivo que las herramientas de mejora se vuelven tan importantes hoy en día, ya que estas apoyan a las organizaciones a incrementar la calidad de sus productos con costos y tiempos de producción menores. Particularmente, en el sector automotriz existe una herramienta, diseñada por los mismos fabricantes, que ayuda a las empresas a desarrollar nuevos productos que satisfagan todos los parámetros impuestos por sus clientes. La Planificación Avanzada de la Calidad del Producto (o APQP por sus iniciales en inglés), “es un modelo de planificación de la calidad dedicado, cuyo objetivo principal es lograr un camino estandarizado, fácilmente replicable y todo incluido para el diseño y desarrollo de productos y procesos” (Chiliban, 2014, p. 24). Esta metodología es principalmente utilizada para la creación de nuevos productos en la industria, aunque su uso no se debe limitar solo a ese aspecto, también es utilizado para identificar causas cuando hay una falla en algún proceso o para incrementar la calidad de un producto ya existente.

El APQP es un proceso que se desarrolla en la década de los 80's por un comité de profesionales pertenecientes a las tres principales compañías automotrices estadounidense, las cuales son General Motors, Ford y Chrysler. La primera edición del manual APQP se lanzó al mercado en el año 1994, posteriormente y debido a las actualizaciones de la norma ISO 9001, se lanzó una segunda edición en el año 2002, esta sigue vigente hasta el día de hoy dentro de la industria automotriz. El proceso APQP consta de cinco primordiales etapas, la proyección del proyecto, el croquis y progreso del producto, el croquis y progreso del proceso, la ratificación del producto y proceso y una última etapa de retroalimentación y mejora.

Implementar esta metodología ha tenido un gran impacto en las empresas del sector automotriz, ya que difiere mucho de otros sistemas de gestión de calidad que solo se basan en suministrar datos estadísticos basados en métodos analíticos (Mittal, Kaushik & Khanduja, 2012), por el contrario APQP abarca herramientas estadísticas, de planeación, de medición y de calidad que ayudan a la industria a cumplir con los parámetros establecidos por los clientes con altos niveles de calidad en sus productos, lo cual permite un crecimiento de ingresos en el sector. Sin embargo, poner en marcha dicha herramienta genera inconvenientes en la organización, uno

de ellos es la capacitación del equipo de trabajo, debido a que no se puede esperar que los trabajadores conozcan y comprendan a fondo el proceso de APQP si nunca lo han implementado. Por consiguiente, las empresas deben invertir en educar a las partes interesadas para que el desarrollo de un nuevo proyecto, mediante la Planificación Avanzada de la Calidad del Producto, tenga los resultados esperados. Lo último se convierte en un factor clave para tener en cuenta cuando se quiere poner en marcha un proceso APQP.

La presente investigación se elabora mediante la recolección, lectura y análisis de estudios anteriores encontrados en diferentes bases de datos, en los cuales diferentes autores dan su punto de vista acerca del APQP y su impacto en el sector. Inicialmente se presenta una contextualización acerca de la industria automotriz en el mundo y su evolución a lo largo de la historia. Asimismo, se define la norma IATF 16949:2015 junto con una breve descripción de las herramientas Core Tools. Posteriormente se describe el concepto de APQP, se identifica el impacto que genera en las empresas de la industria automotriz para finalmente determinar las ventajas, desventajas y obstáculos que tienen dichas empresas a la hora de implementar la herramienta.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hoy en día, debido a un mundo tan globalizado, las empresas tienen que fortalecer sus procesos y tratar de que sus productos se elaboren de la manera más eficiente posible. “Las organizaciones trabajan en convertir dificultades en ventajas competitivas, para lograr una diferenciación frente a la competencia” (Forero, 2020, p.12), estas dificultades se derivan principalmente de tres necesidades, las cuales son obtener productos con la máxima calidad disminuyendo los costos de producción, tiempos de entrega y cumpliendo con los requerimientos del cliente. Para poder cumplir con ese reto, las organizaciones han decidido optar por la mejora continua, tanto en productos como en procesos, para aumentar su competitividad y mejorar su productividad, lo cual genera beneficios importantes dentro de la organización. Además “una organización necesita fabricar productos de alta calidad para diferenciarse de sus competidores” (Somvanshi, 2020, p.740), así que para lograr la máxima producción posible es necesario contar con procesos bien definidos y que tengan el menor número de errores y fallas, por obtener este resultado son de gran ayuda las herramientas de mejora continua.

La industria automotriz es una de las más importantes del mundo y ha tenido un crecimiento y desarrollo importante, por lo cual para lograr “permanecer en este mercado tan exigente y de rápido crecimiento, se requiere producir piezas de buena calidad y a precios competitivos, razón por la cual la reducción de los costos es de vital importancia” (García, et al., 2019). Llevar a cabo un proceso lleno de fallas y fabricar una pieza de automoción errónea puede no solo acarrear problemas a la organización, sino también a los clientes, ya que “un vehículo con defectos no solo puede causar frecuentes averías y fallos del sistema, sino que también puede resultar fatal para los conductores” (Somvanshi, 2020, p.740). Debido a este riesgo las grandes industrias del sector en los años 80’s se vieron obligadas a crear sus propios estándares de calidad, de manera que sus proveedores tenían que adoptarlas en sus líneas de producción para poder cumplir con los requerimientos.

Sin embargo, esto era un problema debido a que muchos de estos proveedores tenían un número elevado de regulaciones nacionales y específicas, lo que ocasiono que en muchos casos no se lograra a cumplir con los estándares de calidad y se entregaran productos defectuosos. Esta problemática llevo a que se creara un modelo único de referencia en el mundo para fabricantes del sector automotriz, la norma TS 16949, que es una especificación técnica de la Organización



Internacional de Normalización (ISO) cuya función es mostrar el sistema de gestión de calidad integral para la industria automotriz (Franceschini, et al., 2010).

La norma ISO TS 16949 establece los estándares que debe seguir una organización para tener un sistema integrado de calidad, esto se consigue con las herramientas de mejora que la norma propone, las cuales son las Core Tools. Si una organización quiere planear, controlar y mejorar sus procesos con la finalidad de producir productos de alta calidad y mejorar el desempeño comercial general de la empresa, debe implementar las herramientas de mejora Core Tools (Doshi & Desai, 2016).

### **1.1 Pregunta problema**

¿Cuál es el impacto que genera la implementación de herramientas de mejora, como el APQP de las Core Tools, en las empresas del sector automotriz?

### **1.2 Objetivo General**

Realizar una revisión literaria sobre la implementación de las Core Tools, específicamente la APQP, como una herramienta de mejora en las empresas del sector automotriz.

### **1.3 Objetivos específicos**

- Describir el concepto de APQP, sus elementos y características, en las empresas del sector automotriz.
- Identificar a partir de la literatura el impacto que genera la implementación del APQP como una herramienta de mejora en las empresas del sector automotriz.
- Determinar mediante la revisión literaria los obstáculos que tienen las organizaciones a la hora de implementar una herramienta de mejora como la APQP.

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1. Tipo, enfoque y alcance de investigación**

La investigación por realizar tendrá un enfoque cualitativo ya que se hará la revisión bibliográfica de investigaciones realizadas anteriormente acerca del tema a indagar. El alcance de la investigación será inicialmente de tipo descriptiva, ya que se describirán los principales conceptos y elementos sobre el tema objeto de investigación, seguido a esto tendrá un carácter explicativo, con el objetivo de identificar el impacto y los obstáculos que se generan al momento de implementar una herramienta de mejora como el APQP en las empresas del sector automotriz.

### **2.2. Fuentes de información**

Las fuentes de información a indagar serán bases de datos como Scopus, Ebsco Host, Emerald y Google Scholar.

### **2.3. Actividades detalladas**

- Hacer una búsqueda acerca de la herramienta APQP perteneciente a las Core Tools por medio de las fuentes de información como las bases de datos en internet.
- Buscar videos acerca del concepto del APQP, sus fases, sus características y elementos, con el objetivo de ampliar y aclarar de manera didáctica la información encontrada en la actividad anterior.
- Recolectar la información encontrada, como artículos de revista, libros, documentos y trabajos de investigación, acerca del concepto, fases, elementos y características de la herramienta APQP.
- Realizar la lectura de la información recolectada en las actividades anteriores.
- Descartar, de la lectura realizada, los artículos de revistas, libros, documentos o trabajos de investigación, que no aporten al objeto de estudio del trabajo.
- Realizar un documento en el que se describa el concepto del APQP, sus fases, elementos y características a partir de la información recolectada y leída en las actividades anteriores.
- Hacer una búsqueda de casos de estudio, realizados en empresas del sector automotriz, en donde se implemente la herramienta de mejora APQP perteneciente a las Core Tools.

- Recolectar la información encontrada, como artículos de revista, libros, documentos y trabajos de investigación, acerca de la implementación de la herramienta APQP en las empresas del sector automotriz.
- Realizar la lectura de la información recolectada en las actividades anteriores.
- Descartar, de la lectura realizada, los artículos de revista, libros, documentos o trabajos de investigación, que no aporten información sobre la implementación del APQP en las empresas del sector automotriz.
- Realizar un documento en el que se describa el impacto que tiene la implementación de la herramienta APQP en las empresas del sector automotriz a partir de los casos de estudio y diferentes documentos encontrados y leídos en las actividades anteriores.
- Realizar un documento acerca de los obstáculos que tienen las empresas del sector automotriz a la hora de implementar una herramienta de mejora como el APQP, este basándose en las lecturas realizadas tanto del concepto como de implementación de la herramienta.
- Enlazar los tres documentos realizados para unificar un solo documento en el que conste la descripción del concepto APQP, el impacto y los obstáculos de la implementación de dicha herramienta en las empresas el sector automotriz.
- A partir del documento realizado, redactar conclusiones que le permita al lector identificar el concepto completo de la herramienta APQP, su impacto y los obstáculos que se encuentran al momento de su implementación en las empresas del sector automotriz.
- Formular recomendaciones que permitan a futuro aumentar el conocimiento de la herramienta APQP y las demás herramientas pertenecientes a las Core Tools.

### **3. MARCO TEORICO**

#### **3.1. AITF**

Es una asociación de fabricantes de partes de automoción y sus asociaciones comerciales. Fue creada con “el objetivo de desarrollar un consenso sobre los parámetros del sistema de calidad fundamental internacional, principalmente para los proveedores directos de materiales de producción, piezas de productos o servicios de acabado de las empresas participantes” (Franceschini, et al., 2010, p.736). De entre los miembros del AITF están los siguientes fabricantes de vehículos: BMW Group, Chrysler LLC, Daimler AG, Fiat Group Automobiles, Ford Motor Company, General Motors Corporation, PSA Peugeot-Citroen, Renault, Volkswagen AG, también pertenecen AIAG (EE. UU.), ANFIA (Italia), FIEV (Francia), SMMT (Reino Unido) y VDA (Alemania), las cuales son asociaciones comerciales.

#### **3.2. Cadena de Valor**

De acuerdo con Arias Osorio, la cadena de valor “está conformada por todas sus actividades generadoras de valor agregado y por los márgenes que éstas operan” (2006).

#### **3.3. Calidad**

Un cliente es una “persona u organización, que podría recibir o que recibe un producto o servicio destinado a esa persona u organización o requerido por ella” (Norma ISO 9000, 2015, p. 13).

#### **3.4. Competitividad**

Según Morales González y Pech Vázquez, la competitividad es “la capacidad para disponer de algún(os) atributo(s) que permiten un desempeño empresarial superior y otorga(n) cierto tipo de ventaja sobre sus competidores, gracias a la creación de productos de valor” (2000, p.53).

#### **3.5. Herramientas de mejora continua**

Las herramientas de mejora continua son “técnicas para el análisis de datos que pueden ser útiles en la solución de diversos problemas a los que estas se enfrentan” (González, 2012) dentro de una organización.

### **3.6. Mejora continua**

Según la Norma ISO 9000 del 2015, la mejora continua es una “actividad recurrente para mejorar el desempeño” (2015, p.14).

### **3.7. Organización**

“Persona o grupo de personas que tiene sus propias funciones con responsabilidades, autoridades y relaciones para lograr sus objetivos” (ISO 9000, 2015, p. 12)

### **3.8. Proceso**

La Norma ISO 9000 de 2015, define proceso como “conjunto de actividades mutuamente relacionadas que utilizan las entradas para proporcionar un resultado previsto” (2015, p.15).

### **3.9. Productividad**

Según Scott, en 1988, la productividad “se define como la relación entre insumos y productos, en tanto que la eficiencia representa el costo por unidad de producto” (citado por Ruelas-Barajas, 1993).

### **3.10. Requerimiento**

De acuerdo con Arias Chaves, un requerimiento “es una descripción de una condición o capacidad que debe cumplir un sistema, ya sea derivada de una necesidad de usuario identificada, o bien, estipulada en un contrato, estándar, especificación u otro documento formalmente impuesto al inicio del proceso” (2006, p. 2).

### **3.11. Sector Automotriz**

El Sector Automotriz “se ha convertido en una de las industrias más dinámicas de la era moderna, generadora de efectos importantes en las distintas economías en términos de productividad, desarrollo tecnológico y competitividad” (Carbajal Suárez, 2010, p. 25). Se ha caracterizado por un constante desarrollo y reestructuración que trajo consigo que este sector ocupara los primeros lugares en términos de producción y ventas en el mundo. (Carbajal Suárez, 2010).

### **3.12. Ventaja competitiva**

Según afirma Barney (1991), una empresa tiene una ventaja competitiva “cuando implementa una estrategia de creación de valor no ejecutada simultáneamente por otro competidor actual o potencial, y cuando estas otras firmas son incapaces de duplicar los beneficios de esta estrategia” (citado por Tarziján, 2002).

## 4. INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

### 4.1. Contextualización

La industria automotriz es una de las más importantes del mundo, “su desarrollo y estructura está globalizada con la participación de muchos países” (Carillo y Aranda; 2008; p. 10), esto ocasiona grandes niveles de exigencia a la hora de fabricar productos con los mayores estándares de calidad, que cumplan con las necesidades de los clientes, a los menores costos y tiempos posibles con el objetivo de aumentar la competitividad y la productividad de las organizaciones en un mercado en el cual es difícil competir. Asimismo, dicha industria también genera un impacto positivo en la economía de diversas naciones en el mundo, ya que es una fuente importante de generación de empleo, aporta un alto porcentaje del PIB y brinda beneficios a otros sectores de la economía como la industria del petróleo, gas y transporte. (Zulkifli, et al., 2020).

A lo largo de la historia se pueden identificar 6 etapas de evolución de la industria automotriz, las cuales son:

La época artesanal (1890-1908), la primera época de la industria, se caracterizó por que empezaron a aparecer las primeras empresas, estas fabricaban solo unos pocos automóviles por encargo de unos pocos clientes, en su mayoría personas acaudaladas. Se crearon las primeras ensambladoras las cuales funcionaban bajo un proceso productivo artesanal. (Vega y Zarza). Para esta época el volumen de producción era muy bajo y los costos demasiado altos, esto debido a las prácticas artesanales que se realizaban en el proceso de manufactura, por lo cual solo ponían tener carro la gente adinerada. (Suñe, 2004. Citado por Vega y Zarza, 2010).

Posteriormente a la época artesanal se encuentra la Época Ford, encabezada por el reconocido Henry Ford quien logró superar los problemas de la época previa y creó un sistema de producción en serie, lo cual le permitía fabricar más automóviles en un menor tiempo y a un precio para el público mucho menor a la época anterior. Cualquier persona podía tener un auto, manejarlo y si se ocasionaba una falla ellos mismos podrían, con el suficiente conocimiento, repararlo sin necesidad de terceros. (Vega y Zarza, 2010). El primer modelo fabricado por Henry fue el modelo T, el auto para las “grandes multitudes”, ya que podía ser manejado por cualquier persona. Inicialmente este modelo era ensamblado en un tiempo promedio de 8.56 horas, pero

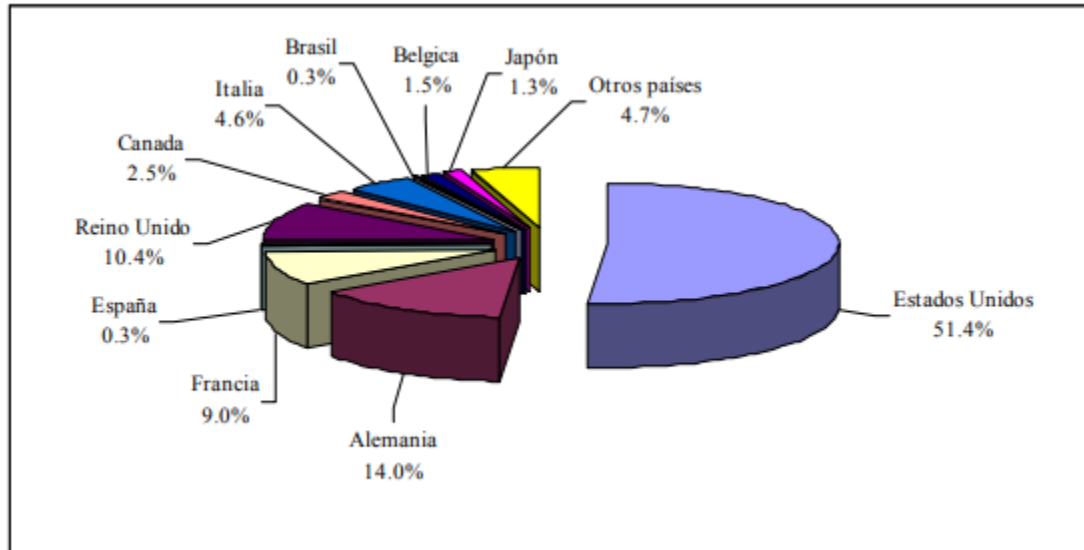
con la implementación de la línea del ensamble móvil este tiempo se redujo a 2.3 minutos, que a su vez fue optimizado por la innovación de intercambiabilidad de las partes lo cual disminuyó el tiempo a solo 1.19 minutos. A finales de 1920 la industria automotriz americana, encabezada por Ford Motor Company, era un mercado dominado por un pequeño número de fabricantes, llamados Tres Grandes de Detroit: Ford, General Motors y Chrysler. Para 1913, Henry Ford ya había montado varias fábricas a lo largo de todo el territorio estadounidense (López Sánchez, 2005).

Después de la gran época de Ford al frente de la industria automotriz, viene La Época Dorada de la Producción en Serie (1930-1973), en donde se combinaron las prácticas de manufactura de Ford, las técnicas de administración y mercadotecnia de Sloan, quien era el presidente de General Motor para esa época, y las formas de control para la asignación del trabajo a fin de crear la producción en serie. De esta manera la empresa General Motors empezó a fabricar una amplia gama de productos, en donde se encontraban 5 modelos (Chevrolet, Buick, Oldsmobile, Pontiac y Cadillac) para que sus compradores pudieran elegir de acuerdo con sus gustos y presupuesto.



**Figura 1.**

*Producción mundial de automóviles en 1960*



**Nota:** La figura muestra el porcentaje, por regiones, de automóviles producidos en el año 1960 a nivel mundial. Tomado de: Dickens, P. (1999), Citado por Sánchez, L. (2005). La Evolución Estratégica de la Industria Automotriz Mundial. p. 42.

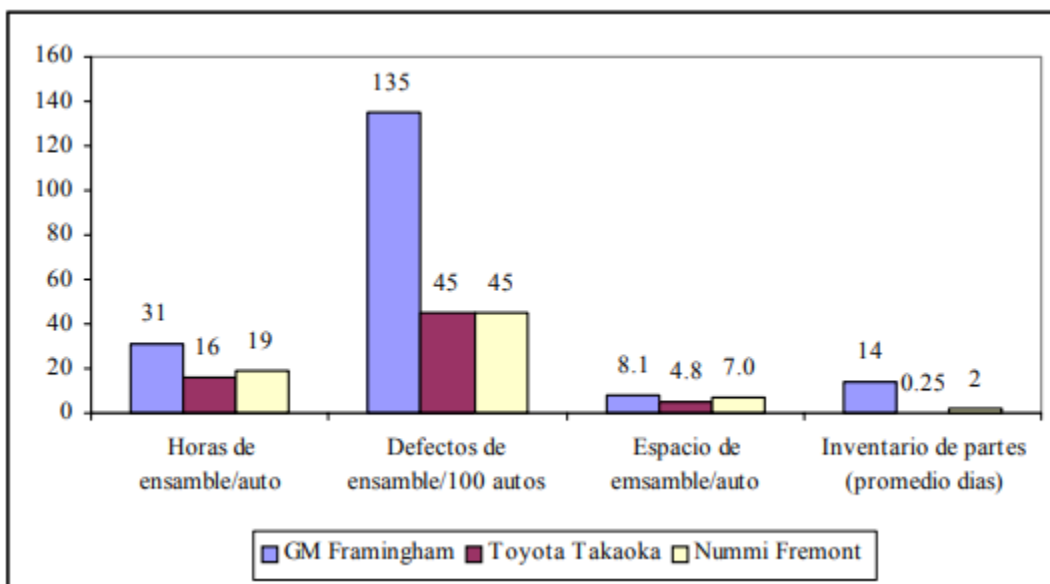
Como se ve en la figura 1, en los años 60's Estados Unidos era el país que más producción tenía en la industria con un 51,4%, seguido por Alemania, Reino Unido y Francia con un 14%, 10,4% y 9% respectivamente. Sin embargo, a partir de 1970 la metodología de Manufactura Esbelta desarrollada en Japón tendría un gran impacto en la industria (López Sánchez, 2005).

La Época de la Manufactura Esbelta (1973-1990) es guiada por el término de “Producción Adelgazada”, el cual es desarrollado en Japón después de la Segunda Guerra Mundial por Eiji Toyoda, y Taiichi Ohno de la Toyota Motor Co. Dicho termino tiene como propósito usar menos de todo (menos trabajo, menos espacio de fabricación, menos inversión, menos tiempo para desarrollar productos y menos defectos) en comparación con la producción en serie, con el objetivo de lograr una mayor variedad y cambios más frecuentes del producto. La Manufactura Esbelta combina las ventajas de la producción artesanal con la producción en serie, evitando los costos de una y la inflexibilidad de la otra (López Sánchez, 2005). Los fabricantes de esta época tenían el concepto de que nunca llegarían al objetivo de calidad propuesto, sin importar el

esfuerzo y la dedicación, por lo que decidieron implementar el método de mejora continua desarrollada en los círculos de calidad. (Vega y Zarza, 2010). Asimismo, los productores norteamericanos se pusieron de acuerdo y crearon programas uniformes para la mejora de la calidad, llamados ISO 9000.

**Figura 2.**

*Producciones de automóviles mundial.*



*Nota:* Comparativa entre la producción en serie (GM), adelgazada (Toyota) y alianza estratégica (NUMMI). Tomado de: Sánchez, L. (2005). La Evolución Estratégica de la Industria Automotriz Mundial. p. 47.

La figura 2 muestra una comparativa entre la producción en serie, adelgazada y por alianza estratégica NUMMI (Alianza estratégica entre General Motors y Toyota), se observa que, en el caso de horas de ensamble por auto, hay una mejoraría notable de la alianza estratégica a comparación de la producción en serie, sin embargo, dicha mejoraría no llega a superar la producción adelgazada desarrollada por Toyota (López Sánchez, 2005).

Después Mazda, una nueva empresa del sector, también se unió a la iniciativa de formar alianzas estratégicas, y logro una con Ford que se llamó Auto Alliance International, la cual

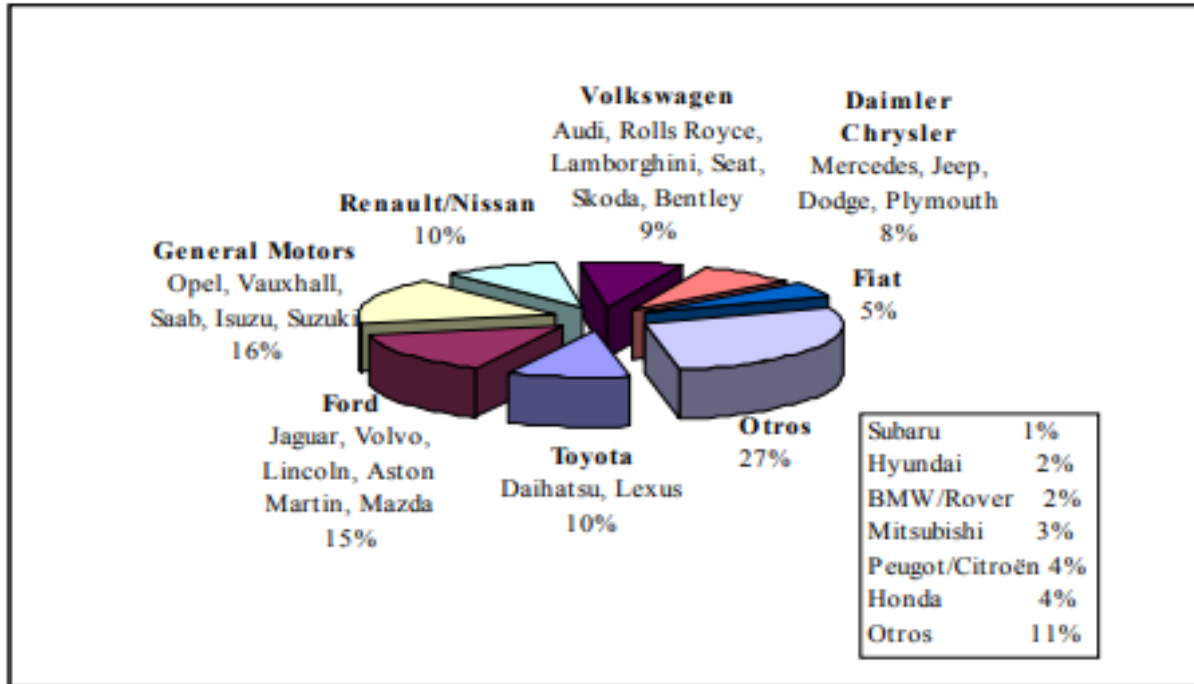
fabricaría autos deportivos. De igual manera Mitsubishi hizo una alianza estratégica con Chrysler para compartir su planta y así también producir autos deportivos (Vega y Zarza, 2010).

Con la implementación de la Manufactura Esbelta en algunas empresas americanas como Chrysler se inicia la Época de la Empresa en Expansión (1990-2000). En este tiempo los fabricantes en Estados Unidos generaron altas ganancias gracias la manufactura esbelta. Esta época tuvo un cambio drástico cuando Lee Iacocca tomó las riendas de Chrysler (Vega y Zarza, 2010), ya que salvo a la gigante empresa estadounidense de la quiebra mediante una manera de hacer negocios que se conoció como “Empresa en Expansión”. Esto consistía principalmente en cambiar el trato con los proveedores, ya no se les exigía que ofertaran sus productos para escoger al de mejor precio, sino que en cambio Chrysler les ofreció, a muchos de ellos, tener vinculaciones por muchos años, con la finalidad de impulsar subsistemas que ayudaran a la creación de ideas para la reducción de costos. De esta manera la tercerización de los integrantes de desarrollo y modernización g tecnológica genero una imagen sobresaliente de la compañía. Este éxito género que competidores como Ford y GM se unieran a la iniciativa.

En 1994 se empezaría a aplicar una normativa creada en conjunto por los tres gigantes de Estados Unidos (Ford, GM y Chrysler) la cual mejoraría la calidad en las organizaciones y optimizaría estructuras y procesos alcanzando grandes niveles de eficiencia, esta norma fue la QS-9000. Esto condujo a que entre las compañías y sus proveedores se hablaran un mismo lenguaje en términos de procesos, productos, requerimientos, certificaciones y estándares de calidad.

**Figura 3.**

*Fabricantes automotrices en 1998.*



**Nota:** Distribución porcentual de los principales fabricantes automotrices del mundo en 1998. Tomado de Tomado de: Sánchez, L. (2005). La Evolución Estratégica de la Industria Automotriz Mundial. p. 51.

A finales de los 90's como se puede ver en la figura 3, las empresas más grandes y que producían el 80% de los vehículos en el mundo eran Ford, GM, Toyota, Volkswagen, DaimlerChrysler y Renault (López Sánchez, 2005). Durante los años y décadas siguientes se fueron formando muchas más alianzas estratégicas, como el caso de Daimler Benz con Chrysler Corporation en 1998, se unieron para formar DaimlerChrysler, la cual tuvo poder jerárquico en la producción de autos muy alto en el mundo, de esta manera se facilitó la expansión que ofrecieron las economías de escala. (Vega y Zarza, 2010, p. 757).

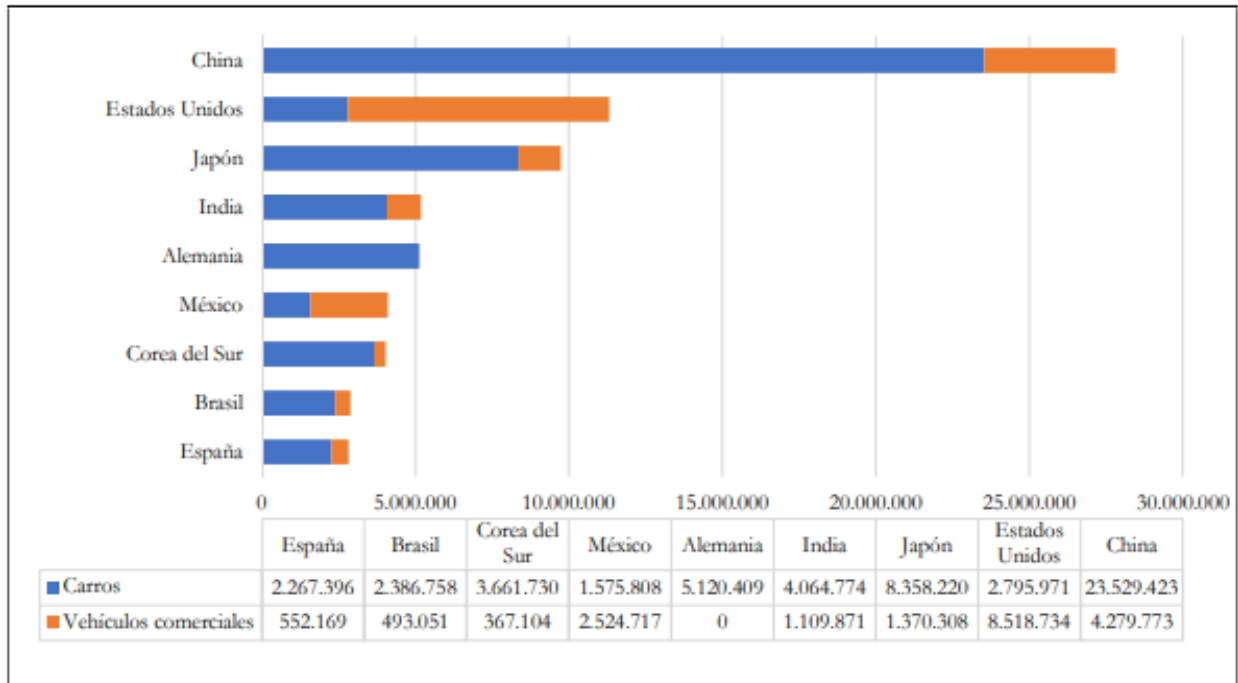
Finalmente, la última época de la industria automotriz es el Futuro de la Industria Automotriz Mundial (2000- en adelante) que empieza desde el año 2000 y sigue hasta nuestros tiempos. En este periodo del tiempo se puede ver un mercado globalizado debido a las múltiples alianzas estratégicas que se forjaron con el paso de los años, lo cual genera más exigencia por parte de los

proveedores para desarrollar nuevos productos y optimizar la cadena de valor, desarrollando o reinventando sus procesos y asegurar la transferencia del conocimiento. Actualmente se está explorando en nuevas tecnologías para obtener una competitividad más grande en el ambiente global, como por ejemplo las tecnologías de redes para crear autos más inteligentes, la distribución de ventas por internet para ampliar el mercado y lograr una facilidad mayor a la hora de que los consumidores adquieran su vehículo, la reducción del impacto ambiental generado por los combustibles que se ha convertido en una de las necesidades más importantes hoy en día y el uso de materiales ligeros y/o reciclables en la fabricación de automóviles más eficientes (López Sánchez, 2005).

Asimismo, las grandes empresas automotrices han optado por expandir no solo sus mercados sino también sus plantas de producción. Al inicio del siglo, las industrias más poderosas eran la norteamericana, japonesa y las de Europa de Oeste, estas tres se han diferenciado por el aumento de sus capacidades, aumento de sus competencias, altos costos locales y la inmersión en varios otros mercados en el mundo (López Sánchez, 2005), lo cual ha llevado a que muchas organizaciones fijen sus expectativas en regiones como Latinoamérica.

**Figura 4.**

*Principales productores del sector automotriz a nivel mundial.*



**Nota:** Distribución porcentual de los principales productores automotrices en el mundo durante el año 2018. Tomado de: Gachúz & Montes. (2020). La industria automotriz en México y China: Oportunidades de complementariedad. p. 71.

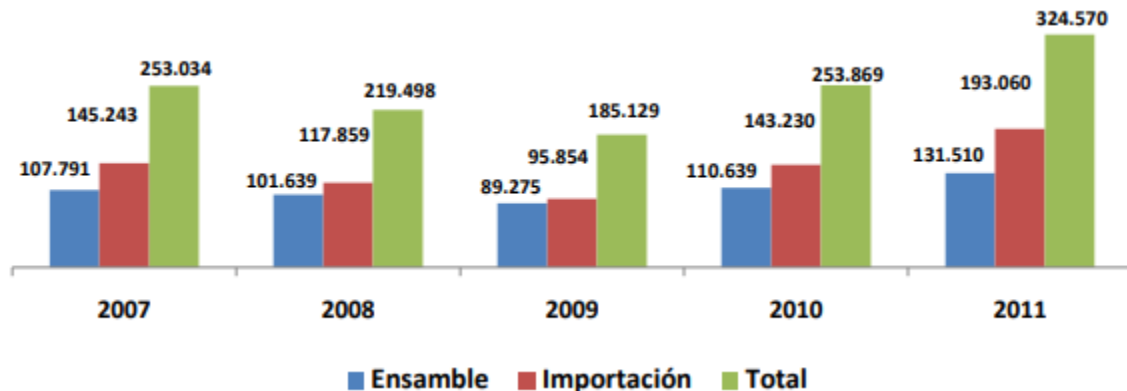
Se observa en la figura 4 que países como Estados Unidos, Japón y Alemania se han mantenido en los primeros lugares en cuanto a producción automotriz se refiere. Sin embargo, también se ve que países como China e India han aumentado su participación en la industria automotriz y logran estar hasta por encima de dos grandes potencias como Estados Unidos y Japón (en el caso de China). Lo anterior demuestra un crecimiento importante de la industria automotriz en todo el mundo y la importancia de esta en varios de los países a los que ha llegado. En el caso de América Latina los países de mayor aportación a la industria son México y Brasil, los cuales superan a países como Corea del Sur y España respectivamente. La gran participación de México en la industria automotriz durante los últimos años, por ejemplo, ha causado notables beneficios a lo largo de todo el país en diversas ramas de la economía. Diferentes industrias conectadas de manera directa o indirecta han crecido en diversos temas como en el ámbito laboral y el económico. (Gachúz y Montes, 2020).

## 4.2. Industria automotriz en Colombia

En Colombia la industria automotriz, si bien no ha crecido del mismo modo que en México o Brasil, se ha interesado por participar más en esta rama de la industria. Se presenta una oportunidad para crecer en la economía nacional, mediante una serie de oportunidades como lo son la variación en la fabricación de autopartes, el alto desempeño de las ensambladoras y una posición geográfica más que buena que permite un alto flujo de exportaciones son los factores que hacen creer que el mercado en Colombia puede tener un crecimiento significativo (Castaño, et al., 2014). Asimismo, la creciente demanda de los consumidores hace posible un incremento de la productividad en el sector.

**Figura 5.**

*Demanda de vehículos en Colombia.*



*Nota:* Numero de vehículos ensamblados e importados en Colombia desde el año 2007 hasta el 2011. Tomado de: Proexport Colombia. (2012). Industria automotriz en Colombia. p. 4.

Entre los años 2007 y 2011, la demanda de vehículos en Colombia ha aumentado considerablemente, esto genera una mayor oportunidad de crecimiento que se ve reflejado positivamente en empresas de ensambles de autos y producción de autopartes. Como lo afirma Proexport Colombia en 2012, para el año 2011 el porcentaje de participación en el país de autos ensamblados “asciende a 40,5% (alrededor de 131.510 unidades de las 324.570). Por otro lado, el porcentaje restante es importado principalmente de Corea del Sur, México, India, Japón, Ecuador, China y Estados Unidos” (p. 3).

La constante demanda en el sector condujo a que la industria automotriz en Colombia creciera muy rápidamente, mostrando altos resultados en ámbitos como ventas, producción y empleabilidad.

**Tabla 1.**

*Mercado de automóviles en Colombia.*

Mercado automotor en Colombia por compañía						
Compañía	2010	2011	2010 % Participación	2011 % Participación	Variación Ventas 2010 - 2011	Cambio en la participación 2010 - 2011
<b>Chevrolet</b>	85.171	105.823	33,5%	32,6%	24,2%	-0,9
<b>Renault</b>	38.026	46.841	15,0%	14,4%	23,2%	-0,5
<b>Hyundai</b>	24.910	29.622	9,8%	9,1%	18,9%	-0,7
<b>Kia</b>	19.632	26.736	7,7%	8,2%	36,2%	0,5
<b>Nissan</b>	14.800	24.193	5,8%	7,5%	63,5%	1,6
<b>Toyota</b>	14.179	13.534	5,6%	4,2%	-4,5%	-1,4
<b>Mazda</b>	13.736	13.345	5,4%	4,1%	-2,8%	-1,3
<b>Ford</b>	6.964	10.669	2,7%	3,3%	5,3%	0,5
<b>Volkswagen</b>	7.006	7.707	2,8%	2,4%	10,0%	-0,4
<b>International</b>	1.167	4.312	0,5%	1,3%	269,5%	0,9
<b>Otros</b>	28.278	41.788	11,1%	12,9%	47,8%	1,8
<b>Total</b>	<b>253.869</b>	<b>324.570</b>	<b>100%</b>	<b>100</b>	<b>27,8</b>	<b>-</b>

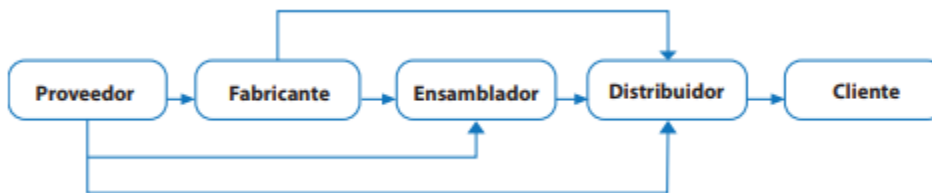
*Nota:* Datos de las compañías pertenecientes al mercado automotor en Colombia. Tomado de: Proexport Colombia. (2012). Industria automotriz en Colombia. p. 6.

Empresas como Chevrolet, Renault, Hyundai y Kia fueron las líderes en el mercado automotriz en Colombia en el año 2011, “generaron el 64,4% de las ventas de vehículos en Colombia con 209.022 unidades vendidas” (Proexport Colombia, 2012, p. 5), esto demuestra en la tabla 1.



**Figura 6.**

*Cadena de valor del sector automotriz en Colombia.*



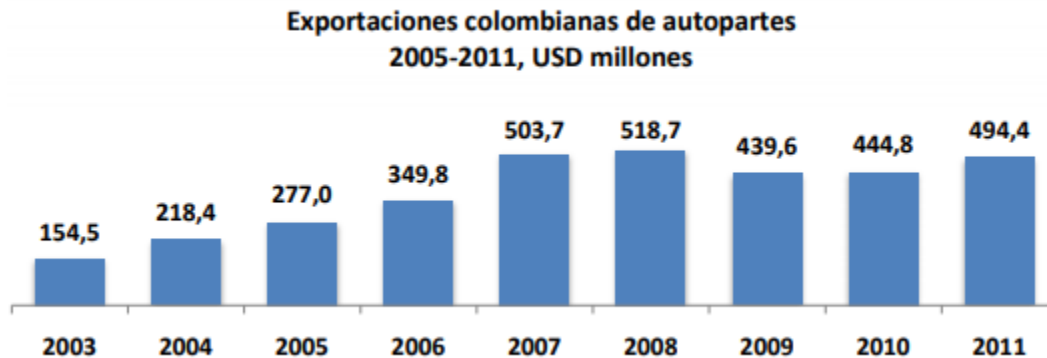
**Nota:** El diagrama muestra la cadena de valor del sector automotriz en Colombia, desde proveedor hasta cliente final. Tomado de: Cusi, A, et al. (s.f.). Caracterización del emprendimiento corporativo en el sector de autopartes de Colombia. Academia, emprendimiento e investigación empresarial: homenaje a la universidad ean en sus 50 años. p. 186.

La industria automotriz en Colombia comprende principalmente 4 actividades, el ensamble de vehículos, producción de autopartes, comercialización de autos y ensamble de motocicletas. De igual manera se identificó que en Colombia la industria automotriz está compuesta por el suministrador, el montador, el repartidor y el agente de servicios posventa, como se observa en la figura 6, además se identifica la interacción de cada uno de los participantes de la cadena de valor en el proceso de producción (Argote Cusi, et al.).

Un sector importante en Colombia es el sector de las autopartes, que es el segundo escalón dentro de la cadena de producción que compone la industria automotriz en el país. Para Argote Cusi, Parra Bernal y Prada, durante los últimos años de la década anterior, el número de vehículos adquiridos por los Colombianos e incremento más del 100%, asimismo, Bogotá es la sede del 85% del total de ensambladoras en el país, lo que ocasionó que gran parte del sector de autopartes se concentrara en ciudades como Cali, Medellín y Bogotá, siendo esta última la que tiene mayor participación en empresas manufactureras autopartistas con un 70% de la producción del país (Procolombia, 2019).

**Figura 7.**

*Exportaciones de autopartes colombianas.*



*Nota:* Numero de exportaciones de autopartes en Colombia desde 2003 hasta 2011. Tomado de: Proexport Colombia. (2012). Industria automotriz en Colombia. p. 7.

Hasta el año 2011 las exportaciones de autopartes en el país habían tenido un crecimiento importante en relación con el año 2006, como se evidencia en la figura 7. El mercado de exportación se concentró en países como Ecuador, Brasil y Venezuela, con una participación del 57.5% del total. Además, los productos de exportación más destacados eran acumuladores de plomo, llantas, material de fricción, partes de suspensión, vidrios, entre otros. Asimismo, en 2015 las exportaciones de autopartes lograron una suma de USD 305,7 millones, “este incremento de la demanda, ha acelerado el incremento de las ventas permitiendo que Colombia obtenga exportar a más de 67 países” (Procolombia), los principales destinos de exportación en ese año fueron Ecuador, Estados Unidos, Venezuela, Brasil y Perú.

Según lo afirma Casale en 2013 la industria automotriz en Colombia “favoreció con el 4% del total de la fabricación industrial del país, del cual el 1.1% pertenece a la actividad de ensamble de motocicletas”. Por otro lado, esta industria contribuye un 6,2% al PIB industrial del país, ayuda a la productividad de otras industrias como la metalmecánica, petroquímica y de textiles para emplear cerca del 2,5% del personal ocupado dentro de la industria manufacturera (Procolombia).

El futuro de la industria automotriz en Colombia debe ser el de apoyar el desarrollo de nuevas organizaciones de producción de autopartes y ensamble de vehículos, ya que como se ha visto anteriormente el crecimiento de esta industria trae consigo muchos beneficios para la reactivación de la economía en el país, debido a que esta se ha visto seriamente afectada por la pandemia provocada por el Covid-19. “Colombia tiene la oportunidad de impulsar el sector de Autopartes y generar al menos US\$ 3.4 mil millones en ventas, multiplicando el sector 2.3 veces y generando 12 mil nuevos empleos en el año 2032” (Castaño, et al., 2014, p. 145).

#### **4.3. International Automotive Task Force (IATF)**

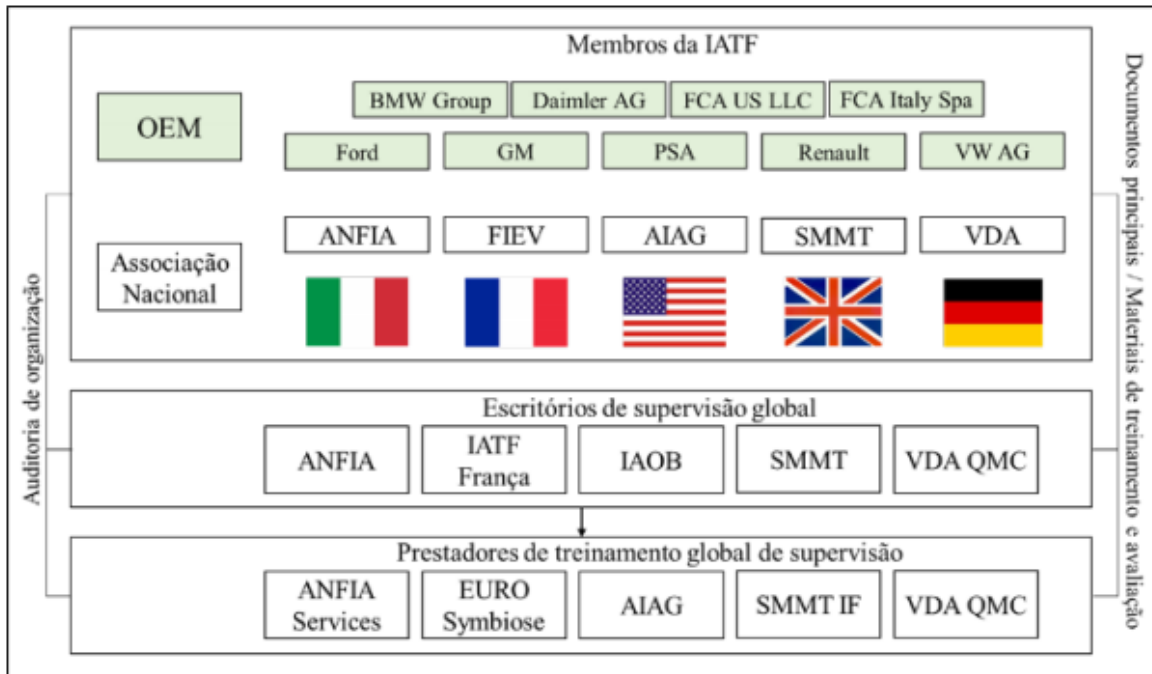
La IATF es un grupo de fabricantes automotrices en la cual se encuentran, además, sus respectivos proveedores o fabricantes de autopartes. Se formó principalmente para “desarrollar un consenso con respecto a los parámetros del sistema de calidad fundamental internacional, principalmente para los proveedores directos de materiales de elaboración, piezas de productos o servicios y/o servicios de acabado de las empresas participantes” (Franceschini, et al., 2010, p.736). Sin embargo, según la IATF otros de sus objetivos son “desarrollar políticas y procedimientos para el esquema común de registro de terceros de la IATF para garantizar la coherencia en todo el mundo, proporcionar la capacitación adecuada para respaldar los parámetros de IATF 16949 y el esquema de registro de IATF y establecer enlaces formales con los organismos apropiados para apoyar los objetivos de IATF” (2020).

Actualmente los miembros que conforman la IATF son los siguientes: BMW Group, Daimler AG, FCA, Ford Motor Company, General Motors, Jaguar Land Rover (JLR) Limited, Groupe PSA, Groupe Renault, Volkswagen AG and the vehicle manufacturers respective trade associations – AIAG (U.S.), ANFIA (Italy), FIEV (France), SMMT (U.K.) y VDA (Germany).

La figura 8 ilustra la estructura organizacional de la IATF, en ella se ven los miembros divididos por principales fabricantes comerciales y las diferentes asociaciones nacionales, los organismos de supervisión global por cada asociación y por ultimo las instituciones prestadoras de servicios de formación.

**Figura 8.**

*Estructura IATF.*



**Nota:** Niveles de la estructura de la IATF, sus entes certificadores y miembros. Adaptado de: AIAG (2017). Tomado de: Martins. (2018). O análise da adoção do sistema de gestão da qualidade iatf 16949: 2016 no segundo nível da cadeia de fornecimento da indústria automobilística brasileira. p. 150.

Para crear una estandarización en términos de procesos, productos, requerimientos, certificaciones y estándares de calidad en toda la industria, los fabricantes automotrices y proveedores miembros de la IATF han creado la norma IATF, la cual también brinda los pasos a seguir por las organizaciones para obtener una certificación y así lograr una ventaja competitiva ante las demás empresas que aún no se han certificado en dicha norma. Incluso “Algunos de los fabricantes de automóviles que no conciernen a la IATF también expusieron su reconocimiento por la certificación, incluso si, en algunos casos, no se les requirió explícitamente a sus proveedores” (Franceschini, et al., 2010, p.737).

#### **4.4. Norma IATF 16949:2016**

La IATF: 2016 es la actualización de la norma ISO/TS 16949 del año 2009 que da las pautas para implementar un correcto sistema de gestión de calidad en las empresas automotrices. Asimismo, representa “un sistema de gestión de calidad integral para la industria automotriz global. Específicamente, identifica los parámetros del sistema de calidad para el diseño, desarrollo, producción, instalación y servicio de productos relacionados con la automoción” (Franceschini, et al., 2010, p.736). El objetivo de esta norma es desarrollar un sistema de gestión de la calidad “que tenga en cuenta la mejora continua, poniendo énfasis en la prevención de defectos y en la reducción de la variación y de los desperdicios en la cadena de suministro” (IATF, 2016, p. 7). Sin embargo, hay que tener claro que esta norma no puede usarse de manera individual, sino que debe de trabajarse en conjunto con la norma ISO 9001:2015. “La Norma IATF 16949:2016 (primera edición) representa un documento innovador, dada su gran orientación al cliente, por la inclusión de un número de parámetros específicos de los clientes previamente consolidados” (IATF, 2016, p. 7).

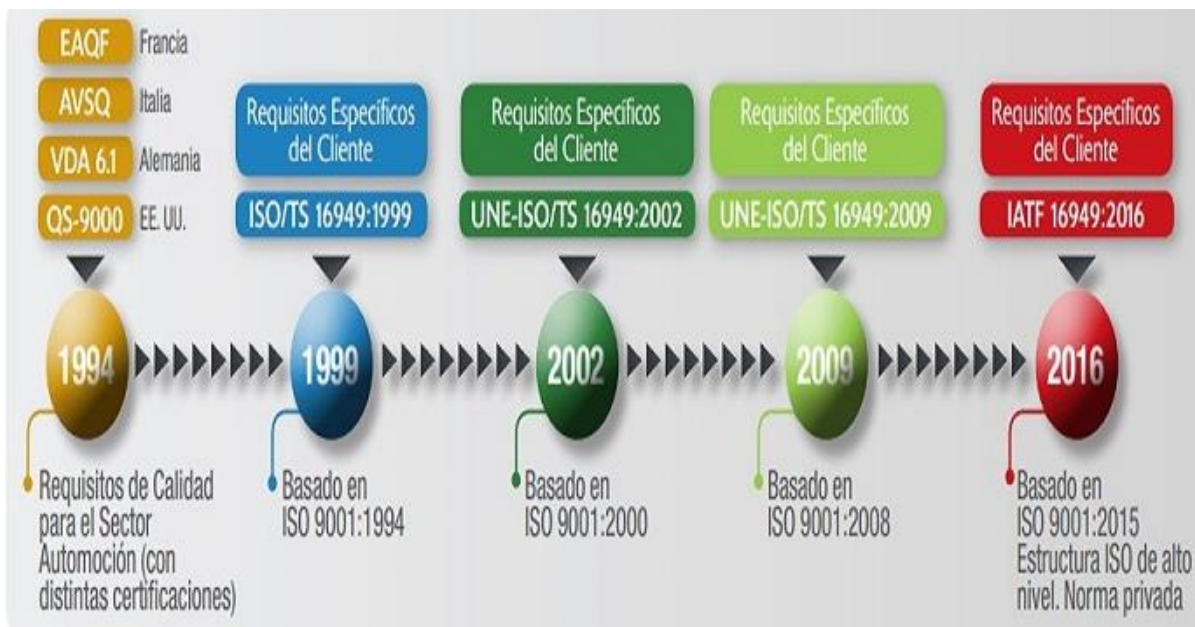
La especificación técnica ISO/TS 16949 primera edición se estableció por primera vez en 1999 como resultado de diferentes reuniones entre los fabricantes automotrices, sean miembros o no del IATF, para condensar los diferentes parámetros de calidad que coexistían por ese entonces en diferentes locaciones de la industria automotriz, como por ejemplo el EAQF (Francia), VDA 6.1 (Alemania), AVSQ (Italia) y QS 9000 (EE. UU.). “Se vio la necesidad de unificar estos estándares específicos, mediante una especificación técnica que cumpliera con todo el sector” (Martins, 2018, p. 150), lo que condujo a la creación de esta norma que a su vez se basa en la ISO 9001: 1994 y que tiene el objetivo de “estandarizar los parámetros que deben cumplir los proveedores de la cadena automotriz, facilitando y simplificando la comunicación entre los fabricantes de automóviles y su base de proveedores” (ARNOSTI et al., 2013; IQA, 2017, citado por Martins, 2018, p. 150).

Como ya se dijo antes, la primera edición ISO/TS 16949 se basa en la ISO 9001: 1994, la ISO/TS 16949: 2002 se fundamenta en la ISO 9001: 2000, las bases para la ISO/TS 16949: 2009 las dio la ISO 9001: 2008 y por último la nueva IATF 16949: 2016 se basa en la última actualización de la norma ISO 9001 del año 2015.

El cambio de la IATF 16949: 2016 a través de los años se dio mediante las ediciones pasadas de la ISO/TS 16949. En la figura 9 se ilustra fácilmente dichos cambios, en la cual se ven las tres primeras ediciones de la ISO/TS 16949 y la primera y hasta ahora única edición de la IATF 16949. Como los afirma Porset Arrutia en el año 2019, “fueron necesarias ediciones posteriores (2ª edición 2002 y 3ª edición 2009) debido a la evolución del sector de la automoción y las actualizaciones a ISO 9001” (p. 51), por lo tanto, cada actualización de la norma era mucho más eficiente que la anterior, incorporando nuevas técnicas y métodos para el desarrollo de nuevos productos y procesos que cumplieran con las necesidades y requerimientos de los clientes en todo el mundo. Por otro lado, en la transición del cambio de la ISO/TS 16949 de 2009 a la nueva IATF 16949: 2016 hubo gran ayuda y participación de diferentes organismos de certificación, auditores y proveedores, además de la retroalimentación de los grandes fabricantes automotrices (Porset Arrutia, 2019, IATF, 2016).

**Figura 9.**

*Evolución ISO 9001 – IATF 16949.*



**Nota:** Evolución historia de la IATF 16949:2016 en relación con la norma ISO 9001 con sus respectivos cambios. Tomado de: Porset Arrutia. (2019). Kalitatearen kudeaketa automozio sektorean: kasu ikerketa. p. 51.

Para entender la filosofía con la que esta norma trabaja en las empresas, se deben definir 6 principios, estos se describen en la tabla 2.

**Tabla 2.**

*Principios de la norma IATF 16949.*

<b>Norma IATF 16949</b>	
<b>Principio</b>	<b>Descripción</b>
Orientación hacia la satisfacción del cliente en la organización	Procesos, actividades y objetivos de rendimientos se centran en la confianza en términos de calidad de productos y servicios, así como también optimizar los tiempos de entrega y la comunicación entre las partes.
Liderazgo y compromiso de las personas en la organización	Todas las partes interesadas deben saber su rol y como contribuyen al cumplimiento de los objetivos del sistema de gestión.
Enfoque de procesos	Todos deben estar relacionados entre sí e interactuar de manera continua para favorecer la calidad automotriz.
Mejora	Toda la organización debe preocuparse por mejorar los procesos y actividades ya existentes para aumentar sus estándares de calidad y la satisfacción de todas las partes interesadas de la empresa.
Pensamiento basado en riesgos	Es importante que las organizaciones sean flexibles y se adapten a los cambios y eventos, esperados o inesperados, que se puedan presentar.
Enfoque multidisciplinario	La mejora en el rendimiento debe estar presente en todos los procesos de la organización, no solo centrarse en los productivos o misionales.

**Nota:** La tabla muestra los principios con los que la norma IATF 16949 actúa en las empresas del sector automotriz.

Debido a la alta competitividad, productividad y calidad que se maneja en la industria automotriz, los principales fabricantes han tomado la iniciativa para que sus proveedores estén certificados en la IATF 16949. En la norma se describen los parámetros para tener un sistema de gestión de calidad eficaz para que las empresas puedan cumplir con los altos estándares, necesidades y requerimientos de sus clientes, todo ello mediante un enfoque basado en actividades que mejora la productividad de los procesos con un mejor aprovechamiento de recursos y optimizando su cadena de suministros. En consecuencia, existen varias ventajas que una organización tiene a la hora de implementar la IATF 16949, estas ventajas se reflejan en la tabla 3.



**Tabla 3.**

*Ventajas de la norma IATF 16949.*

<b>IATF 16949</b>
<b>Ventajas</b>
Obtener la aprobación y el respaldo de los proveedores mundiales en el sector.
Integrar el sistema de gestión de calidad en el sector automotriz con demás sistemas de gestión
Incrementar la participación de la alta dirección.
Aumentar la aplicación basado en riesgos, para mitigar cualquier amenaza y mejorar las oportunidades de la organización.
Mostrar nuevas oportunidades comerciales y de inversión.
Asegurar que se cumplan los parámetros de todas las partes interesadas.
Demstrar una buena eficiencia y optimización en los procesos.
Asegurar la mejora continua en la organización.
Mejorar la competitividad.
Estandarizar actividades y procesos dirigidos a quienes agregan valor a la organización.

*Nota:* La tabla muestra una serie de ventajas que tienen las organizaciones al implementar la norma IATF 16949.

A continuación, en la tabla 4 se muestra la estructura de la norma, que es igual a la estructura de la norma ISO 9001:2015, sin embargo, el contenido interno de los diferentes numerales es diferente. “El contenido de IATF 16949 se centra en el sector de la automoción” (Porset Arrutia, 2018, p. 55).

**Tabla 4.**

*Estructura norma IATF 16949.*

Cláusula	descripción
Cláusula 1	Alcance
Cláusula 2	Referencia normativa
Cláusula 3	Términos y definiciones
Cláusula 4	Contexto de la organización
Cláusula 5	Liderazgo
Cláusula 6	Planificación
Cláusula 7	Soporte
Cláusula 8	Operación
Cláusula 9	Evaluación del desempeño
Cláusula 10	Mejora

**Nota:** Descripción de los numerales de la norma IATF 16949. Tomado de: Martins. (2018). O análise da adoção do sistema de gestão da qualidade iatf 16949: 2016 no segundo nível da cadeia de fornecimento da indústria automobilística brasileira. p. 152.

De igual manera cabe resaltar que en la transición de la TS/ISO 16949:2009 a la IATF 16949 muchos de los numerales quedaron iguales, pero muchos otros fueron extendidos o creados se acuerdo a la necesidad de la industria. Por lo tanto “156 de los 189 parámetros de IATF 16949: 2016 son casi idénticos a los de ISO / TS 16949: 2009, solo que se dispusieron en diferentes capítulos. El resto de los parámetros, veinte son nuevos, mientras que trece se han aumentado” (Santos y Neto, 2018, p. 74).

Finalmente se debe resaltar que implementar un Sistema de Gestión de Calidad Automotriz comúnmente se ve como algo muy complicado, costoso y difícil de aplicar, lo cual no debe ser así ya que las organizaciones primero deben preocuparse por “saber, inicialmente, en qué estado se encuentra la empresa (describir la situación actual) y en qué estado quiere estar (desarrollo de procesos)” (Santos y Neto, 2018, p. 90), para de esta manera poder aplicar un sistema de gestión automotriz efectivo que comprometa a todos los involucrados en la organización al

cumplimiento de sus objetivos para obtener las numerosas ventajas que trae consigo implementar dicha norma.

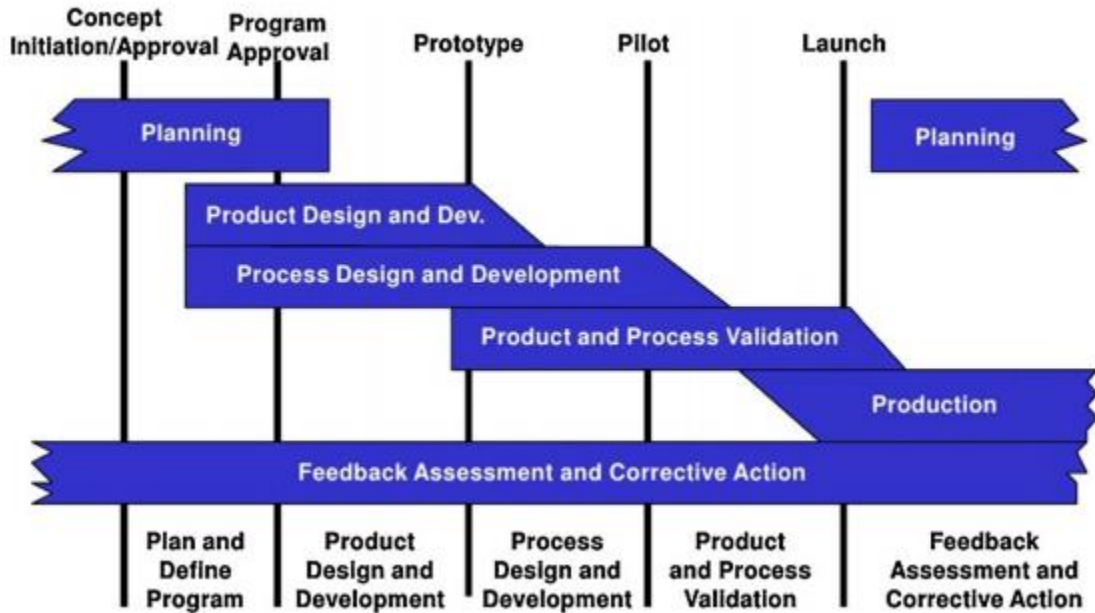
#### **4.5. Core Tools**

Las Core Tools son un “conjunto de herramientas desarrolladas originalmente en la industria automotriz para diseñar, desarrollar, medir, registrar, analizar y aprobar productos y servicios de calidad que satisfagan las necesidades y expectativas del cliente” (Sillero, et al., 2019, p.661). Están conformadas por 6 herramientas, las cuales son APQP (Advanced Product Quality Planning), PPAP (Product Part Approval Process), FMEA (Failure Mode and Effects Analysis), SPC (Statistical Process Control), MSA (Measurement System Analysis) y CP (Control Plan). Cabe resaltar que dichas herramientas hacen parte de los requerimientos de la norma IATF 16949:2016.

- APQP (Advanced Product Quality Planning), es la herramienta base de las Core Tools, su función es facilitar la comunicación entre los departamentos internos de la empresa, los clientes y los proveedores, con el objetivo de asegurar la calidad de un producto antes de ser entregado. Acerca de esta herramienta se va a profundizar más adelante (Sillero, et al., 2019). La figura 10 muestra la estructura de APQP, con sus diferentes etapas.

**Figura 10.**

*APQP.*

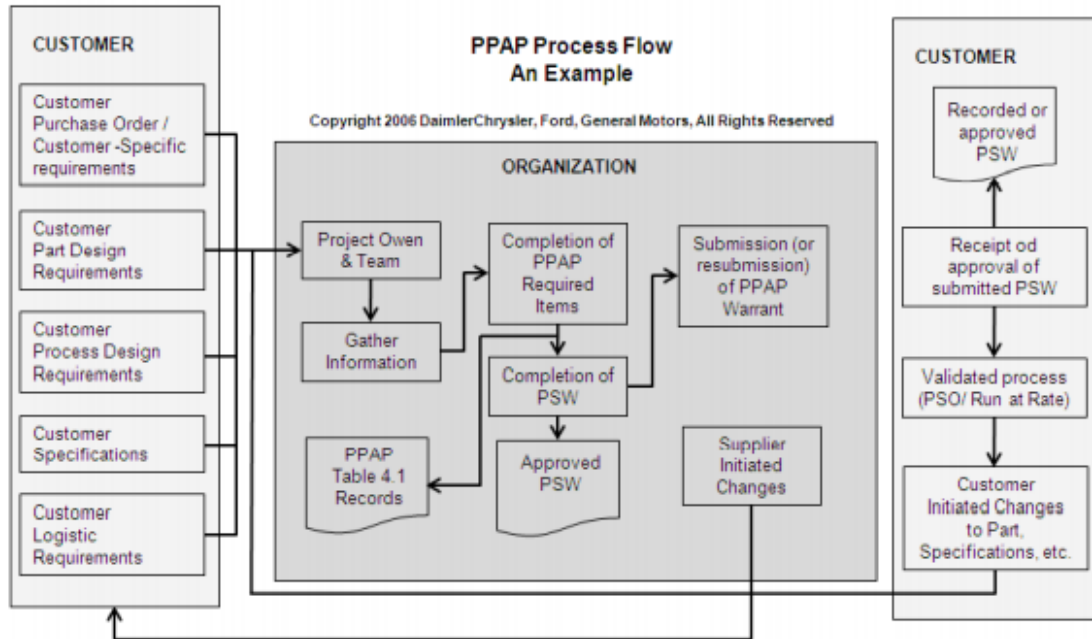


*Nota:* Estructura y fases del APQP. Tomado de: Doshi & Desai. (2016). Overview of automotive core tools: Applications and benefits.

- PPAP (Product Part Approval Process), son un conjunto de 18 requerimientos que deben estar debidamente documentados para demostrar al cliente que se tiene un proceso de manufactura eficiente con el cual se puedan fabricar productos que cumplan las especificaciones y volúmenes de producción demandados. Es una herramienta importante para garantizar que el proveedor conoce a la perfección los requerimientos del cliente, asimismo “PPAP es la metodología que puede reducir las deficiencias en los procesos responsables del rechazo del material” (Doshi y Desai, 2016). Esta herramienta no solo es usada en la industria automotriz, sino que varias industrias han decidido incorporarla a sus procesos debido a su fácil manejo y su alta efectividad (Sillero, et al., 2019). La figura 11 describe el flujo de un proceso PPAP en cualquier organización.

**Figura 11.**

*PAPP.*



*Nota:* Flujo del proceso PPAP dentro de cualquier organización. Tomado de: Bevilacqua, M. et al. (2011). Resumen de la aplicación de ISO / TS 16949: 2009, en una empresa líder mundial en la producción de tubos de acero inoxidable para sistemas de escape de automóviles. p. 425.

- FMEA (Failure Mode and Effects Analysis), metodología utilizada para asegurar que se han considerado los problemas potenciales que se pueden presentar a lo largo de un proceso de manufactura y que afecten en el desarrollo de un producto (Sillero, et al., 2019). Además, FMEA “es un análisis cualitativo estructurado de un sistema, subsistema o función para identificar posibles modos de falla del sistema, sus causas y los efectos en la operación del sistema asociados con la ocurrencia de la forma de falla” (Doshi y Desai, 2016). Según en donde sea su aplicación existen diferentes tipos de FMEA, ya que este se puede aplicar al sistema en general de la organización, al diseño de un producto o proceso, a un proceso ya implementado y a un servicio que preste la organización. En la tabla 5 se muestra una hoja de trabajo de un FMEA, según la figura se debe determinar responsables de proceso, analizar las principales fallas, efectos y determinar el nivel de ocurrencia (Doshi y Desai, 2016).

**Tabla 5.**

*FMEA.*

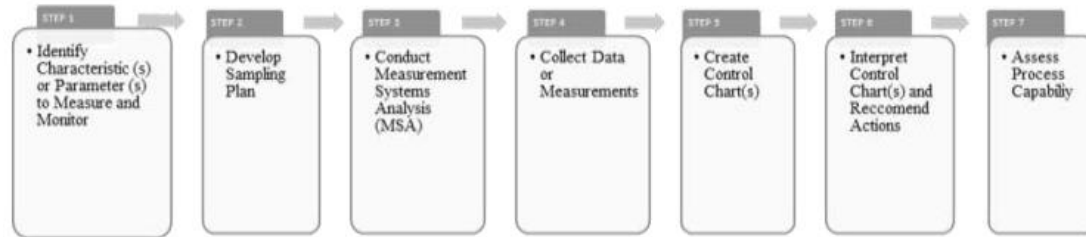
Sr	Process	Potential failure mode	Potential effect(s) of failure	Sev	Potential cause(s)/ mechanism of failure	O c c u r	Current process controls prevention	Current process controls detection	D e t	R P N	Recommended action	Responsibility and target completion date

*Nota:* Hoja de trabajo para el proceso de FMEA. Tomado de: Doshi & Desai. (2016). Overview of automotive core tools: Applications and benefits.

- SPC (Statistical Process Control), esta herramienta permite determinar la capacidad y la variación de un proceso de producción mediante el uso de gráficos de control para identificar cuando es necesario realizar ajustes (Sillero, et al., 2019). Por medio del SPC se puede hacer seguimiento a un proceso y así predecir cuándo van a salir productos defectuosos y tomar acciones con base a ello. Según lo afirma Doshi y Desai “SPC indica cuándo se debe tomar una acción en un proceso, pero también indica cuándo NO se debe tomar ninguna acción” (2016), esto de acuerdo con los resultados arrojados por diferentes herramientas estadísticas o softwares especializados. La figura 12 ilustra las etapas que se deben realizar en el proceso SPC.

**Figura 12.**

*SPC.*

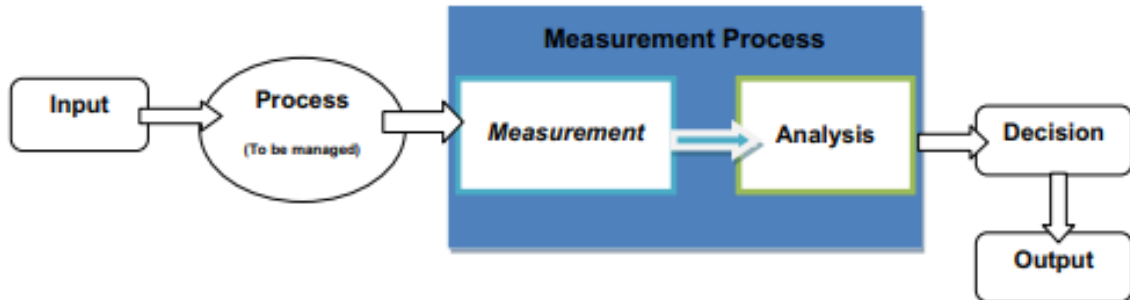


*Nota:* Paso a paso del proceso SPC. Tomado de: Stirbu. (2019). How to establish in the bus industry QMS statistical process control according to IATF 16949. p. 2.

- MSA (Measurement System Analysis), es una herramienta que permite identificar si el sistema de medición utilizado es el adecuado y que no tiene fallas a la hora de evaluar las características que se están midiendo, esto se realiza mediante procesos estadísticos (Sillero, et al., 2019). “El seguimiento y control del proceso de medición es fundamental para asegurar resultados estables y correctos” (Doshi y Desai, 2016), ya que si este sistema no es eficaz o falla no se sabrá con certeza el nivel de calidad que tienen los productos y como está operando el proceso de producción correspondiente, por eso es una herramienta muy útil para verificar que todo se está haciendo de la mejor manera y sin errores. Como lo muestra la figura 13, el proceso de acción de MSA consiste en tres etapas fundamentales, la primera es la entrada del proceso, luego se hace la medición y el análisis de esta para después tomar decisiones acerca de los resultados arrojados. En esta herramienta se pueden evidenciar las 4 etapas del ciclo de mejoramiento PDVA.

**Figura 13.**

*MSA.*



*Nota:* Diagrama del proceso MSA. Tomado de: Doshi & Desai. (2016). Overview of automotive core tools: Applications and benefits.

- CP (Control Plan), Esta herramienta tiene como objetivo minimizar las variaciones tanto de proceso y producto, mediante la inspección y monitoreo de todo el proceso productivo desde la recepción, producción y producto terminado. (Sillero, et al., 2019).



## 5. ADVANCED PRODUCT QUALITY PLANNING (APQP)

Como se ha dicho antes, debido a los altos estándares de calidad y a los nuevos competidores del sector automotriz, las organizaciones requieren de diferentes herramientas y técnicas que les ayuden a mejorar su productividad, disminuir los costos, cumplir con los requerimientos de sus clientes y mantener una comunicación efectiva entre toda la cadena de suministro. Es por estas necesidades que algunas empresas del sector automotriz deciden implementar en sus prácticas herramientas como el Advanced Product Quality Planning (APQP), que les ayude a mejorar diferentes aspectos para que sus productos sean realizados con los mejores procesos y cumpliendo con todos los requerimientos en cuanto a calidad se refiere.

Los autores MISZTAL, BELU y RACHIERU, definen el concepto de APQP como “un método estructurado para definir y establecer los pasos necesarios para garantizar la satisfacción del cliente con el producto” (2014, p. 981), de esta manera, la principal función de esta metodología, herramienta o técnica es guiar a la organización a tener el adecuado procedimiento a fin de que el producto cumpla con todos los requerimientos y necesidades de las partes interesadas.

El objetivo de una planeación de calidad de un producto es facilitar la comunicación con todos los involucrados para asegurar que todos los pasos requeridos se completen a tiempo. La planeación efectiva de calidad de un producto depende del compromiso de la alta administración de la compañía en el esfuerzo requerido para lograr satisfacción de los clientes (AIAG, 2008, p. 3).

De lo anterior se puede decir, que todos en la organización deben estar inmersos en el APQP y direccionados hacia un mismo objetivo que es realizar productos que satisfagan las necesidades de los clientes. Esto incluye, además, a la alta dirección ya que ella es la encargada de dirigir a la organización y velar por el cumplimiento de los objetivos. El APQP no debe ser visto como una herramienta utilizada en un solo proceso productivo, sino que debe ser integrada a toda la estructura empresarial para tener una efectiva comunicación con cada una de las partes interesadas (internas o externas) de la compañía.

La idea del APQP fue desarrollada inicialmente en Estados Unidos cuando los tres principales fabricantes automotrices Ford, General Motors y Chrysler, decidieron

estandarizar los sistemas de calidad de las empresas ensambladoras, ya que la existencia de numerosos estándares generó, para los proveedores, esfuerzos innecesarios para cumplir con todos los parámetros. A menudo, dos estándares requerían prácticamente el mismo documento, pero con un formato diferente. En otros casos, algunas empresas exigieron trámites extremadamente burocráticos, mientras que otras ya utilizaban soluciones más eficientes. El APQP es un manual de calidad que responde a los parámetros de certificación y las referencias del Sistema de calidad QS-9000 (Junior y de Sousa Neto, 2016, p.52).

Se debe aclarar que hoy en día el APQP ya no cumple con los parámetros de la norma QS-9000, esto debido a las ya nombradas actualizaciones y ediciones que ha tenido esta última, por lo cual hoy en día esta herramienta contiene los lineamientos que se deben cumplir para la norma IATF 16949. Además, la metodología no debe ser tomada como una obligación en las empresas del sector automotriz, al contrario, solo proporciona una ayuda para que las organizaciones desarrollen de forma efectiva una comunicación total entre ellas y puedan cumplir con la fidelización de sus clientes y todo lo que ello conlleva (AIAG, 2008).

Asimismo, el manual APQP ha tenido a lo largo de su historia dos ediciones, la primera edición fue lanzada en 1994, y la segunda y última edición es del año 2008, que, según la AIAG en 2008, las diferencias entre una edición y otra se describen en la tabla 6.

**Tabla 6.**

*Diferencias entre ediciones del APQP.*

<b>Diferencias ediciones del APQP</b>
Incorporación del enfoque de procesos orientado a los clientes.
Terminología y conceptos actualizados
Referencias apropiadas para especificaciones de clientes.

*Nota:* La tabla muestra las diferencias entre las dos ediciones del manual APQP.

### **5.1. Características APQP**

El APQP es una herramienta muy dinámica que logra, a través de varias de sus características, cumplir con los objetivos de calidad definidos en las organizaciones a la hora de instaurar nuevos procesos en la organización o lanzar un nuevo producto al mercado que satisfagan a los clientes. Dentro de las características del APQP, la tabla 7 muestra las tres principales.

**Tabla 7.**

*Características del APQP.*

<b>Características del APQP</b>
Implementa el ciclo PHVA en su procedimiento.
Su metodología se divide en 5 etapas.
Utiliza diversas herramientas de apoyo en cada etapa.

*Nota:* La tabla muestra las tres principales características del proceso APQP.

A continuación, se explica más a detalle cada una de estas características.

### ***5.1.1. Ciclo PHVA en APQP***

La metodología APQP debe verse como una estructura diseñada de acuerdo con el ciclo de mejoramiento continuo PHVA. Este último es de vital importancia ya que a partir de él se crean las diferentes fases y actividades a realizar para que el producto o los procesos cumplan con los parámetros de calidad. Según Pérez Fernández (2012),

El PHVA es un ciclo dinámico que puede desarrollarse dentro de cada proceso de la organización y en el sistema de procesos como un todo. Está íntimamente asociado con la planificación, implementación, control y mejora continua tanto en la realización del producto como en otros procesos del sistema de gestión de la calidad (citado por Cardona y Dulcey, 2020, p. 17).

En base a lo anterior se puede decir que tanto la metodología APQP como el ciclo PHVA tienen el objetivo común de mejorar la ejecución de un producto o proceso que obedezca a los parámetros de los diferentes sistemas de gestión. La AIAG llama a esta relación el Ciclo de una Planeación de un Producto, y define de acuerdo a lo descrito en la tabla 8. Como se observa se destacan dos propósitos fundamentales en el Ciclo.

**Tabla 8.**

*Propósito del Ciclo de Planeación de Calidad de un Producto.*

<b>Ciclo de Planeacion Avanzada de la Calidad del Producto</b>	
Planeacion anticipada	Los primeros tres cuartos del ciclo están orientados a la planeación anticipada de la calidad de un producto a través de la validación del producto / proceso.
El acto de implementación	La cuarta parte es la etapa donde la importancia de evaluar los resultados sirve para dos funciones: determinar si los clientes están satisfechos, y ofrecer soporte a la búsqueda del mejoramiento continuo

*Nota:* La tabla muestra el propósito de un PHVA enfocado en el APQP.

Lo anterior se ve reflejado en la figura 14, la cual muestra la relación entre el ciclo PHVA y el APQP, con sus diferentes bases y algunas actividades a realizar dentro de cada una de ellas.

**Figura 14.**

*Ciclo PHVA en APQP.*



*Nota:* Ciclo de la planeación de calidad de un producto, basado en el ciclo PHVA y adaptado a actividades relaciones con el APQP. Tomado de: AIAG. (2008). Planeación Avanzada de la Calidad del Producto. p. viii.

### **5.1.2. Las 5 fases del APQP**

La metodología APQP consta de 5 fases diferentes, las cuales son definidas por CHILIBAN así,

Las principales fases que se ven en la figura son Planificación y Definición, Diseño y Desarrollo de Producto, Diseño y Desarrollo de Procesos, Validación de Productos y

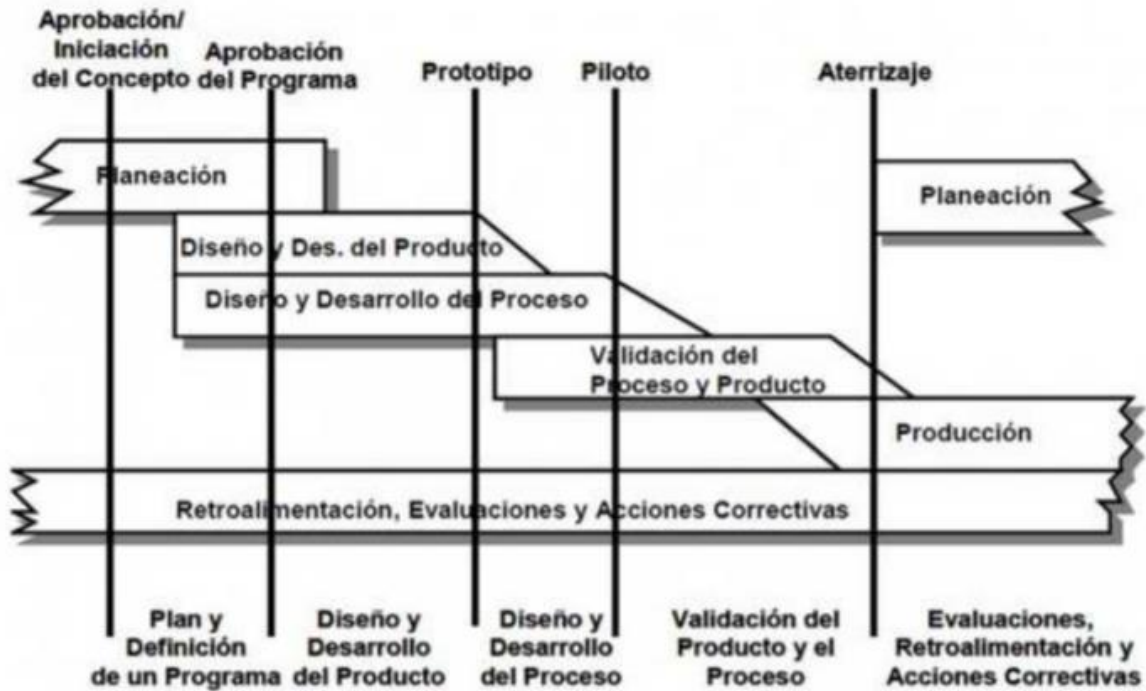
Procesos, Evaluación de Comentarios y Acciones Correctivas. Las primeras tres de sus cinco fases están dedicadas a la planificación preliminar, el diseño del producto y el diseño del proceso de fabricación. La cuarta fase incluye las corridas de producción de prueba, la recopilación de datos y el PPAP. La quinta fase es para la evaluación y para realizar cualquier cambio de producción que sea necesario o que mejore el producto (2014, p. 25).

De acuerdo con este enfoque, el APQP es de gran utilidad para organizaciones que requieren sacar nuevos productos al mercado, ya que a través de sus primeras 3 fases se hace una planeación de todo el producto, los procesos requeridos para dicho producto y se recolecta información acerca de cuáles son las necesidades de los clientes, para verificar si el producto a lanzar obedece o no a estas. Asimismo, con sus dos últimas fases, se hace una pequeña corrida de producción y se verifica si todo lo que se está ejecutando está correctamente, de lo contrario se toman acciones y se vuelve de nuevo las primeras fases de la metodología.

En la figura 15 se observan gráficamente las 5 fases del APQP, con sus respectivos Planes de control. Cabe resaltar que los planes de control son los documentos o entregables necesarios para controlar las partes y procesos en el APQP. (AIGA, 2008).

**Figura 15.**

*Proceso APQP.*



*Nota:* Etapas de la Planeación de la Calidad de un Producto, con sus respectivos Planes de Control. Tomado de: Méndez & Santiago. (2017). La gestión de proyectos en una empresa manufacturera del sector automotriz mediante las herramientas APQP y CORE TOOLS. p. 22.

Cada etapa del proceso APQP tiene al finalizar su respectivo Plan de control, este último ayuda al equipo a registrar todas las decisiones y acciones tomadas en cada etapa para así poder continuar con la siguiente. De esta manera, al finalizar la primera etapa de planeación se tendrá un documento de aprobación del programa, en las etapas de diseño y desarrollo de producto y proceso se llevarán a cabo documentos de prototipo y corridas piloto de producción respectivamente, y por último la etapa de validación de proceso y producto tendrá un plan de control de aterrizaje para de esta manera empezar la producción a gran escala. Cabe resaltar que la etapa de retroalimentación y acciones correctivas estará inmersa en cada etapa anteriormente nombrada.



Para explicar más detalladamente cada etapa, la tabla 9 nos muestra la función de cada una, esto basándose en la literatura encontrada y en el manual APQP de la AIAG.

**Tabla 9.**

*Etapas del proceso APQP.*

ETAPA	DESCRIPCIÓN
Planeación y Definición de un Programa	Esta etapa se debe desarrollar con el cliente en mente, ofreciendo mejores productos y servicios que la competencia. En esta primera fase deben quedar claros cuales son las necesidades y expectativas de nuestros clientes para que la organización los transforme en requisitos y especificaciones de producto.
Diseño y Desarrollo del Producto	En esta etapa se asegura que el producto cumpla con las exigencias de ingeniería, los requerimientos del cliente y los objetivos de calidad propuestos en la etapa anterior. Además, se debe incluir la elaboración de prototipos y estudios de factibilidad relacionados al costo unitario, inversión, peso, volúmenes y programas de producción, estos últimos con el objetivo de evaluar los problemas potenciales que pudieran ocurrir durante la manufactura.
Diseño y Desarrollo del Proceso	La finalidad de esta etapa es desarrollar un proceso de manufactura efectivo, que me permita cumplir con los requerimientos, necesidades y expectativas de los clientes. Las actividades por realizar en esta etapa y la efectividad de la misma dependen de la realización exitosa de las etapas previas.
Validación del Producto y Proceso	El objetivo de esta etapa es validar el producto y el proceso de manufactura a través de la evaluación de una corrida de producción piloto. Durante esta prueba de producción el equipo debe validar que el plan de control y el diagrama de proceso se siguen y los productos cumplen con los requerimientos de los clientes. Esta etapa es muy importante ya que según sea su resultado se aprobará una producción continua del producto.
Retroalimentación, Evaluaciones y Acciones Correctivas	En esta etapa se realizan las respectivas retroalimentaciones acerca de todo el proceso realizado, con el fin de tomar acciones correctivas ante cualquier eventual error. Además, se evalúa la efectividad de los esfuerzos de planeación de la calidad. El Plan de Control es la base para evaluar el producto o servicio. Se deben evaluar datos variables, atributos y diagramas del proceso de manufactura, tomar acciones correctivas si es necesario.

*Nota:* Descripción de cada etapa del APQP. Elaboración propia basado en AIAG. (2008).

### **5.1.3 Herramientas de apoyo**

Dentro de las fases del APQP existen diferentes herramientas de apoyo que actúan en cada una de ellas para cumplir el objetivo final. Es por ello por lo que cada etapa debe verse como un proceso diferente, con entradas y salidas.

APQP apoya a los equipos de desarrollo de productos mediante la descripción de herramientas y metodologías que ayudan a administrar y dirigir los recursos para identificar los cambios necesarios al principio del ciclo de desarrollo, evitar los cambios

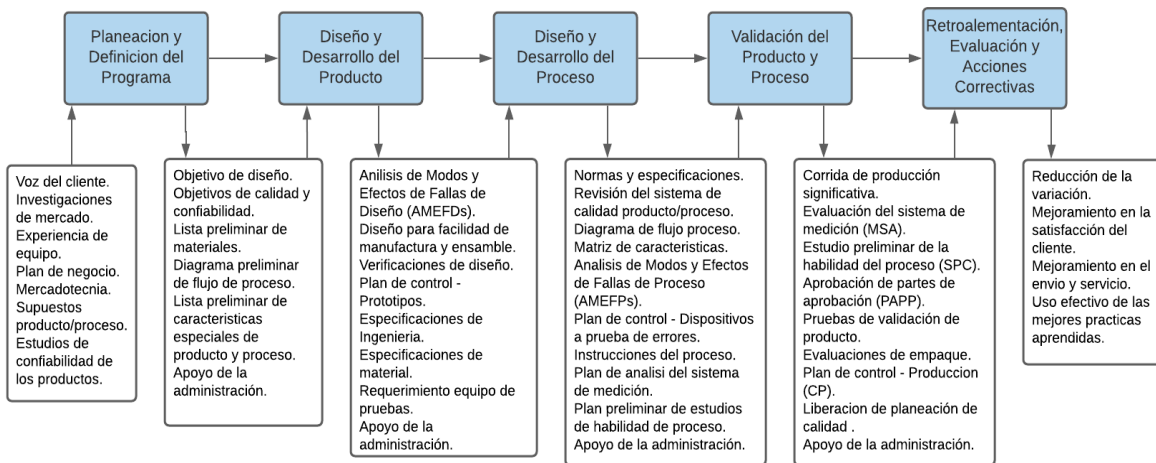
tardíos (que generalmente son más costosos) y proporcionar productos de alta calidad, a tiempo y en presupuesto (CHILIBAN, 2014, p. 25).

Cada herramienta a la entrada y a la salida es fundamental para desarrollar toda la metodología conjunta, ya que las salidas de la primera fase son las entradas de la segunda, de esta manera se vuelve un ciclo continuo.

Las diferentes herramientas de entrada y salida en cada una de las fases se pueden ver en la figura 16, la cual muestra de una forma gráfica los documentos de entradas y salidas de cada una de las etapas.

**Figura 16.**

*Documentos del APQP.*



**Nota:** Documentos requeridos en cada etapa del Ciclo APQP. Basado en AIAG. (2008). Planificación Avanzada de la Calidad del Producto.

El Apoyo de la Gerencia es muy importante a la hora de desarrollar una adecuada Planeación Avanzada de la Calidad de un Producto, esta se ve reflejada como entrada y salida en todas las etapas del proceso. Asimismo, se pueden destacar varias herramientas importantes en el ciclo APQP, como lo son la voz del cliente, planes de negocio, objetivos tanto de diseño como de calidad y confiabilidad, Análisis de Modo y Efectos de Falla de diseño y de proceso, prototipos, requerimientos de materiales e ingeniería, etc.

Además, cabe resaltar la presencia del resto de herramientas Core Tools en la cuarta fase del proceso de Planeación Avanzada de la Calidad del Producto, esto demuestra la importancia de dicha metodología dentro de una organización no solo para el desarrollo de nuevos productos, sino que también para mejorar la calidad de productos o servicios ya existentes dentro de la organización.

## 5.2. Elementos del APQP

Como se ha mencionado antes, el APQP no debe verse como una serie de etapas a cumplir, sino como un número de procesos unidos y direccionados con el fin de satisfacer las necesidades de los clientes con productos de buena calidad. Es por esta razón que se identifican varios elementos fundamentales para su implementación, los cuales están descritos en la tabla 10.

**Tabla 10.**

*Elementos del APQP.*

<b>Elementos del APQP</b>	
Organizar el equipo	Este es el primer paso a la hora de implementar el modelo APQP. Se requiere de la participación de más que solo el departamento de calidad. El equipo inicial debe incluir representantes de ingeniería, fabricación, control de materiales, compras, ventas y clientes, según corresponda.
Definir el alcance	El equipo de trabajo debe definir en esta instancia el líder y responsable del proyecto, los roles de cada uno de los miembros que participan en el, reconocimiento de los clientes, los costos, tiempos de producción y métodos de documentación.
Equipo a equipo	Se deben identificar los métodos de comunicación del equipo de APQP con los demás miembros de trabajo de la organización y con los clientes.
Entrenamiento	Todos los miembros del equipo deben estar capacitados en cuanto al objetivo que se va a cumplir, los requerimientos que se van a tener en cuenta y las habilidades que se necesitan para el proyecto.
Participación del cliente y el proveedor	Se puede iniciar el proceso de planificación con un cliente inmerso en el equipo de trabajo.

Ingeniería simultánea	El equipo de trabajo debe ser un equipo multifuncional, con diferentes actores que apoyen al proceso de planificación. Además, se debe comunicar a otros equipos dentro de la organización para que todos vayan direccionados al mismo objetivo de calidad.
Planes de control	un descriptor escrito o gráfico de los sistemas que controla partes de producto y procesos. Se clasifican en tres, prototipos, prelanzamiento y producción.
Resolución de puntos de interés	Se deben documentar todo tipo de inquietudes que se desarrollen a lo largo del proceso de planificación.
Plan de esquema de tiempo de la calidad del producto	Se debe considerar un plan de tiempo para desarrollar el proceso de planificación, en el cual estarán identificadas las diferentes etapas del APQP.
Planes relativos del cronograma	La ingeniería concurrente realizada por las actividades de ingeniería de productos y fabricación que trabajan simultáneamente es la fuerza impulsora para la prevención de errores. Estas actividades ayudan a cumplir con los tiempos establecidos por los clientes para cumplir con sus expectativas y necesidades, además de llevar el producto deseado a un costo que represente una ventaja competitiva para la organización.

*Nota:* La tabla muestra los diferentes elementos del proceso del APQP.

## 6. IMPACTO DEL APQP AL SER IMPLEMENTADO EN LAS EMPRESAS DEL SECTOR AUTOMOTRIZ

Para determinar el impacto que genera implementar la herramienta APQP en las empresas del sector automotriz se seleccionaron un total de 14 documentos, repartidos entre artículos de revista y trabajos de investigación, en los cuales sus respectivos autores realizaron casos de estudio con el objetivo de medir los resultados de la Planificación Avanzada de la Calidad del Producto. Este capítulo se dividirá en dos secciones, la primera tendrá como objetivo mostrar en que aspecto de la organización impacto la herramienta de mejora, así como también ver en cuales empresas ese impacto fue de manera positiva y en cuales de manera negativa. Por otra parte, en la segunda sección se mostrarán algunos de los estudios que caso que impactaron más notablemente en sus respectivas empresas.

### 6.1. Impacto en las empresas del sector Automotriz

Al realizar la lectura de los casos de estudios seleccionados para este capítulo, se preestableció un total de 4 aspectos en los cuales impactaba la Planificación Avanzada de la Calidad del Producto. En la tabla 11 se presenta la información recolectada, así como los diferentes aspectos seleccionados para medir el impacto de la herramienta. Como se observa se definieron 4 tipos de impacto, los cuales son Económico, Calidad del Producto, Ambiental y Satisfacción del Cliente.

**Tabla 11.**

*Tipos de impactos.*

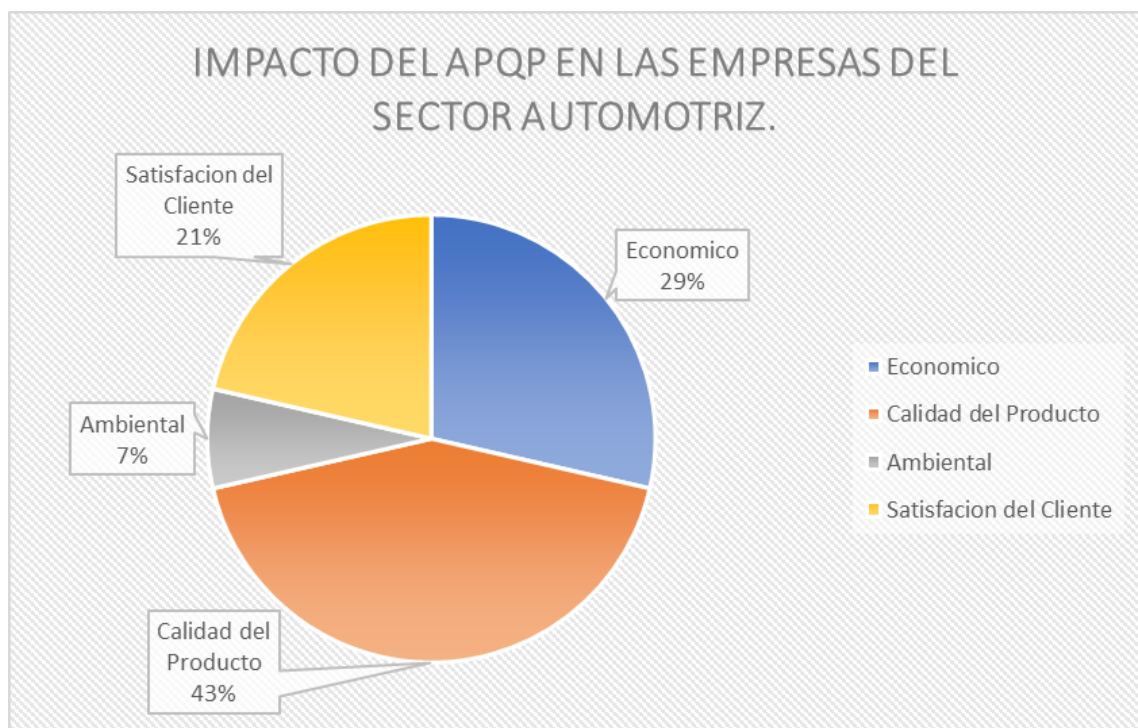
Impacto	Documentos
Economico	4
Calidad del Producto	6
Ambiental	1
Satisfacion del Cliente	3

*Nota:* Numero de documentos por cada impacto preestablecido.

Para tener una visión más gráfica de los resultados, los datos de la tabla 5 fueron traducidos a la figura 17, esta muestra los resultados porcentuales en cuanto a impacto se refiere. Al analizar la información suministrada por las dos figuras, se evidencia que en el aspecto que mayor impacta la herramienta APQP en las empresas del sector automotriz es en la Calidad del Producto, con un 43%, le sigue el aspecto Económico con un 29%, luego la Satisfacción del Cliente con un 21% y por último el aspecto ambiental con un 7%.

**Figura 17.**

*Área de impacto del APQP en las empresas del sector automotriz.*



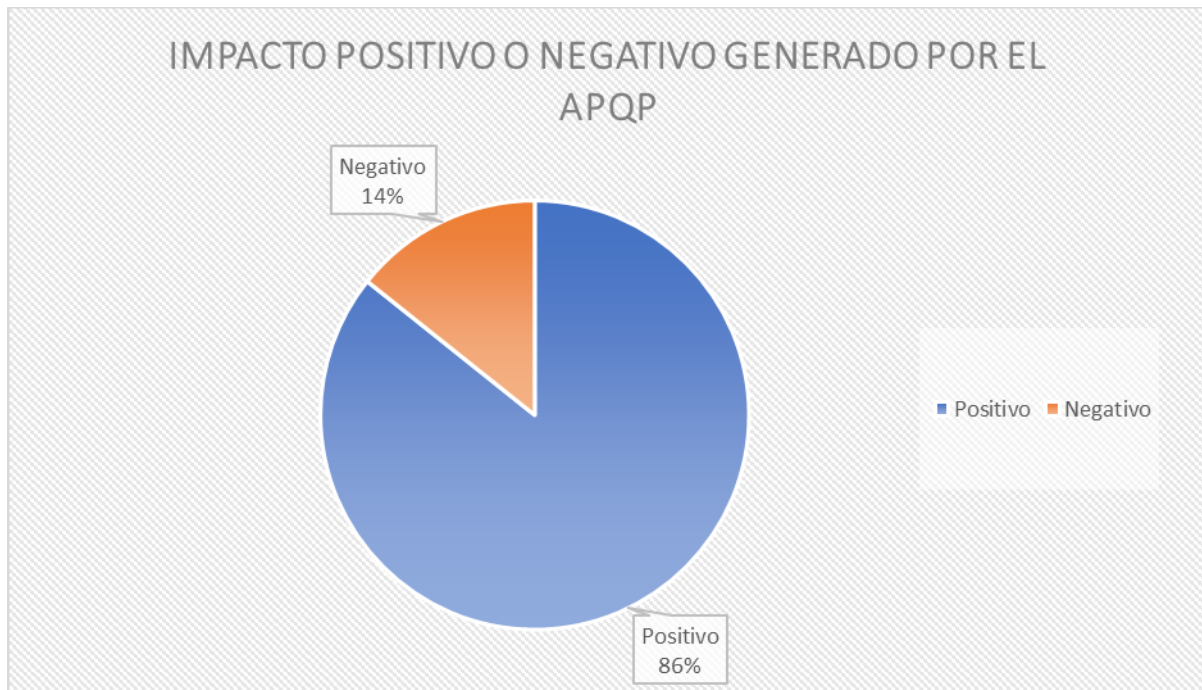
**Nota:** Gráfica de la distribución porcentual del tipo de impacto encontrado en la revisión de la literatura.

Por otra parte, decir que la Calidad del Producto es el aspecto en donde más impacta el APQP no es suficiente, ya que no se sabe si la herramienta impacta positiva o negativamente. Para resolver esa interrogante la figura 18 muestra el porcentaje de documentos en los cuales la Planificación Avanzada de la Calidad del Producto deja buenos o malos resultados en la organización. Como se observa, la implementación del APQP en las empresas del sector

automotriz trae más beneficios que perjuicios, esto debido a que en el 86% de la información los resultados fueron positivos. Sin embargo, se debe aclarar que los malos resultados reportados en el 14% restante no se deben a la herramienta como tal, sino a una mala implementación de esta, esto se va a tratar a profundidad en el siguiente capítulo de la investigación.

**Figura 18.**

*Tipo de impacto del APQP en las empresas del sector automotriz.*



**Nota:** clasificación del tipo de impacto, positivo o negativo, del APQP en la industria.

Finalmente, se puede llegar a la conclusión de que la herramienta de mejora continua APQP, utilizada ampliamente en las empresas del sector automotriz, impacta de manera positiva en las organizaciones que decidan implementarla y dicho impacto se ve reflejado más que todo en la Calidad del Producto. Asimismo, este se evidenciará en otros aspectos de la organización como el Económico y la Satisfacción del Cliente, debido a su relación directa. Por consiguiente, un producto que cumpla con los estándares de calidad ocasiona un aumento en los ingresos, disminuye los costos y además incrementa la fidelización de los clientes.

### 3.13. Casos de estudio

Con el objetivo de demostrar más detalladamente cada tipo de impacto evaluado anteriormente, se escogieron 4 casos de estudio en los cuales se implementó la Planificación Avanzada de la Calidad del Producto.

En el estudio *Evidence of APQP in quality improvement: An SME case study* (2012) los autores Kapil, Prabhakar y Dinesh nos muestran el paso a paso de la implementación de la herramienta APQP en una Pyme ubicada en India. La empresa objeto de estudio fabrica productos de función a presión y su artículo principal son los soportes de montaje del motor (EMB). Lo interesante de este artículo es que no implementa el APQP para lanzar un nuevo producto al mercado, sino que lo hacen para solucionar un problema que se venía presentando en la línea de producción el cual era que los soportes estaban saliendo con un diámetro no aceptado. A lo largo del estudio nos muestran las diferentes fases de la metodología APQP y cuáles son los documentos que se van desarrollando, como el Diagrama de Flujo y el Análisis de Modos y Efectos de Fallas del producto. Además, utilizan el diagrama de Pareto y la espina de pescado para determinar cuál era la principal falla del proceso. Desarrollaron un análisis de capacidad del proceso para ver cuáles eran sus oportunidades de mejora. Finalmente, mediante herramientas estadísticas y pruebas T de dos muestras se demostró que las fallas venían en el diseño del proceso y los materiales usados, de modo que se tomaron acciones de mejora, las cuales fueron escritas en el Plan de Control. Finalmente, con las acciones propuestas la empresa puede lograr un ahorro de 0.36 millones de rupias indias, lo que equivale aproximadamente a 17 millones de pesos, una cantidad significativa tomando en cuenta el tamaño de la empresa. De esta manera los autores concluyen que

Los resultados del estudio mostraron ampliamente que APQP es una estrategia versátil para lograr la mejora de la productividad y tiene un gran potencial como estrategia de mejora de la calidad junto con su uso en el área de desarrollo de productos. En la industria manufacturera, la implementación exitosa de APQP se ha limitado principalmente en NPD. Además, un análisis de investigaciones anteriores mostró que se ha prestado poca atención a la implementación de APQP en la mejora de la calidad en cualquier tipo de industria (Mittal, Kaushik & Khanduja, 2012, p.27).



Respecto al impacto del APQP en el aspecto Ambiental, los autores Singh, Goodyer y Popplewell en el estudio llamado *Integrated environmental process planning for the design and manufacture of automotive components* (2007) exponen los pasos para integrar los parámetros ambientales al proceso del APQP. Se entrevistaron a 5 empresas del sector automotriz del Reino Unido, las cuales fueron llamadas como A, B, C, D Y E. sin embargo, la empresa A es la que suministra los principales datos para la investigación. Esta empresa utiliza la tecnología de sinterización en polvo para producir diferentes clases de componentes automotrices. Se realizó una lista de los PEPI (indicadores de desempeño ambiental del producto) para el proceso productivo, pero debido al largo número de estos solo se escogió el desperdicio de materiales. Se siguieron los pasos del APQP integrado con el proceso de planificación ambiental, luego de los análisis realizados al proceso se evidenció que había un desperdicio de material de más del 50%, lo que llevó a tomar acciones correctivas con el objetivo de disminuir dicho porcentaje. Al realizar las correcciones sobre el proceso de producción y la herramienta de prensado en cuanto al ancho y el diámetro exterior, se pudo observar que ahora el desperdicio del material era de aproximadamente 20%, un rango aceptable por la empresa. Este ahorro de desperdicio trae un impacto económico positivo ya que la empresa se ahorra más de 18000 euros al año. En cuanto al impacto ambiental los autores concluyen que

Era probable que la empresa A produjera continuamente espacios en blanco anulares para mecanizar el producto X y suministrarlos a los clientes siempre que el producto X cumpliera con los parámetros del cliente. Por lo tanto, sin una aplicación temprana del marco de planificación de procesos basado en el medio ambiente, los 3640 kg de residuos de materiales de los procesos de fabricación se habrían eliminado como residuos de vertederos (Singh, Goodyer & Popplewell, 2007, p. 4202).

Para ver el impacto que genera el APQP en la Calidad del Producto, el estudio de caso *Improving efficiency and effectiveness of APQP process by using DFSS tools* (2009) desarrollado por Ray y Das nos da una idea de cómo podemos integrar la metodología APQP con la DFSS (Diseño para Six Sigma). La empresa objeto de estudio es una organización dedicada a la fabricación de automóviles que estaba desarrollando nuevos proyectos de desarrollo de nuevos productos, ellos utilizaban la metodología de APQP para dichos proyectos. Después de un tiempo la empresa se enfrentó a problemas durante las fases 3 y 4 del APQP, lo que llevaba a no

cumplir todos los parámetros del producto. Por este motivo decidieron integrar la metodología DFSS con la fase 1 del APQP, para así llegar a tener mejoras en todo el proceso. Luego de procesos estadísticos se determinaron las tres principales causas de la deficiencia del APQP, las cuales fueron el no uso de herramientas importantes como AMEFPs, la investigación de mercados no era realizada por profesionales de dicha área y la poca asistencia del equipo de trabajo a las reuniones de revisión del APQP. Haciendo un plan de control para dichos problemas y tomando las acciones correctivas pertinentes se llevó a la mejora de todo el proceso, lo que conllevó a que los nuevos proyectos solicitados se desarrollaran exitosamente sin ningún tipo de contratiempo. Finalmente, acerca de esta integración los autores concluyen que

Para implementar cualquier proceso APQP de Fase I para un proyecto de desarrollo de un nuevo producto, los pasos del proceso modificado deben, por lo tanto, ser cubiertos necesariamente. La eficiencia y eficacia del proceso APQP se puede mejorar llevando a cabo un proyecto DFSS para cada introducción de un nuevo producto (Ray & Das, 2009, p. 235).

Por último, en cuanto al aspecto de la Satisfacción del Cliente, el estudio *Overview on the application of ISO/TS 16949:2009, in a worldwide leader company in the production of stainless steel tubes for automotive exhaust systems* (2011) llevado a cabo por Bevilacqua, Ciarapica, Giacchetta, & Marchetti describe todo el proceso de aplicación de toda la norma ISO/TS 16949:2009. La empresa del caso de estudio es una organización consolidada en la industria automotriz, se centra en la producción de tubos de acero inoxidable para aplicaciones automotrices. A lo largo de la investigación se ve como implementan en su totalidad la norma, desde toda la metodología del APQP hasta el análisis del sistema de medición (MSA). Se describen los documentos como planes de control, AMEF, procesos estadísticos del SPC y el MSA. Finalmente,

El estudio general demuestra que los principales objetivos de la empresa, como la mejora continua y la satisfacción del cliente, se han alcanzado de forma eficaz; gracias a su política de calidad y la capacidad de utilizar la norma como herramienta para abordar los problemas productivos y mejorar el proceso productivo involucrando a todo el personal y proveedores (Bevilacqua, Ciarapica, Giacchetta, & Marchetti, 2011, p. 437).

## **7. VENTAJAS, DESVENTAJAS Y DIFICULTADES DE IMPLEMENTAR EL APQP EN LAS EMPRESAS DEL SECTOR AUTOMOTRIZ**

Como ya se ha dicho antes, implementar la herramienta de mejora APQP en las empresas del sector automotriz deja un impacto positivo dentro de la organización además de acarrear muy buenos resultados en cuanto a calidad del producto, satisfacción del cliente y costos se refiere. Sin embargo, no todas las empresas pueden implementar esta metodología ya que trae consigo una serie de dificultades o desventajas que se deben tener en cuenta a la hora de pensar en implementar la herramienta de mejora. En este capítulo, mediante la revisión de la literatura y algunos casos de estudio se contarán algunas de las dificultades que tienen las empresas al momento de poner en marcha el APQP en las organizaciones.

Para analizar las ventajas y desventajas de la Planeación Avanzada de la Calidad del Producto, se realizó un cuadro comparativo basado en la revisión de la literatura encontrada, el cual se muestra en la tabla 12. Es evidente que al aplicar la herramienta de mejora se conseguirán muchas más ventajas que desventajas, sin embargo, el requerir un equipo multidisciplinario que conlleva a descompletar diferentes sectores de la organización y la cantidad de documentos requeridos se convierten en un problema para compañía. Asimismo, APQP no establece ningún lineamiento cuando se desarrollan más de un proyecto, dicho problema lo exponen Rocha y Salerno (2014),

preguntamos a otros cinco proveedores, que trabajan con otros fabricantes de automóviles, si ocurren retrasos similares: la respuesta fue positiva. El jefe de proyecto de un proveedor, interrogado, afirmó: “parece que los fabricantes de automóviles han estado de acuerdo, tengo tres proyectos en las mismas condiciones en este momento. Ya no puedo absorber los plazos y estoy sufriendo por eso” (p. 241).

**Tabla 12.**

*Ventajas y Desventajas del APQP.*

APQP	
Ventajas	Desventajas
Optimiza la comunicación entre las áreas internas de la empresa	Requiere un equipo multidisciplinario
Mejora la comunicación entre cliente y proveedores	Exige una gran cantidad de documentos
Reduce los costos de no calidad	Consume personal requerido en otras áreas de la organización
Aumenta la satisfacción de los clientes	No establece lineamientos para multiproyectos
Aprobación de piezas de producción más rápida	
Entrega en los tiempos planificados de productos de calidad al cliente	
Mejora la calidad de los productos	

*Nota:* Cuadro comparativo entre las ventajas y desventajas del APQP en el sector automotriz.

Igualmente, existen una serie de dificultades que tienen las empresas al momento de querer implementar el APQP en sus proyectos, estas se pueden presentar antes o después de poner en marcha el proyecto. La figura 19 muestra dichas complicaciones. En su estudio Ristow (2002) habla que “los beneficios del sistema APQP no están exentos de costos. APQP es un sistema muy bien desarrollado con muchos parámetros. Estos parámetros requieren tiempo, capacitación y recursos para completar” (p. 27), muchas empresas, especialmente las pequeñas y mediana, no tienen los medios suficientes para implementar la Planificación Avanzada de la Calidad del Producto.

Del mismo modo, una vez puesto en marcha algún proyecto con la herramienta APQP se pueden presentar otro tipo de dificultades como lo son los plazos instaurados por lo clientes para recibir el producto terminado, esto último pone en riesgo la calidad del producto final debido a que la empresa por el afán de cumplir con los tiempos establecidos realiza erróneamente los

prototipos o se salta alguna fase de la metodología. Asimismo, entregar un producto a tiempo, pero sin cumplir con los objetivos de calidad propuestos disminuye la satisfacción del cliente y compromete la imagen de la organización en el mercado (Rocha & Salerno).

**Figura 19.**

*Dificultades del APQP.*



**Nota:** Dificultades que presentan las empresas cuando se quiere o se ha implementado un proceso de APQP en el sector automotriz.

## 8. CONCLUSIONES

Para lograr los mejores resultados a la hora de comenzar un nuevo proyecto, mejorar la calidad de los productos, aumentar la satisfacción de los clientes y obtener una ventaja competitiva en el mercado global de la industria automotriz, las empresas se ven en la necesidad de incluir dentro de sus prácticas herramientas de mejora continua. Se ha evidenciado a lo largo de esta investigación, que una alternativa viable para las organizaciones es implementar la herramienta APQP, esta se define, según la literatura encontrada, como una metodología cuyo principal objetivo es proporcionar canales óptimos de comunicación entre todos los procesos de la empresa para aumentar la calidad de los productos y servicios además de desarrollar nuevos productos que cumplan con todos los parámetros de los clientes, aumentando la fidelidad y satisfacción de los mismos. El APQP no debe verse como una simple herramienta de mejora, o un sistema de gestión, debe verse como un proceso más de la empresa el cual estará en constante interacción con los demás para lograr los resultados previstos. Se ejecuta mediante 5 principales etapas, cada una de ellas tiene una entrada y salidas definidas en su mayoría por documentos entregables, los cuales facilitan la comunicación necesaria para llevar a cabo el desarrollo de cualquier nuevo proyecto. Es importante tener en cuenta que cada etapa del proceso debe estar soportada por el apoyo de la administración, debido a que esta última proporciona los recursos necesarios para el buen funcionamiento de la herramienta.

Muchas empresas del sector han implementado esta herramienta y se han visto beneficiadas con ello. En esta investigación, mediante el análisis de los casos de estudio encontrados, se demostró que poner en marcha el APQP en las empresas del sector automotriz trae consigo un impacto positivo, ya que aumenta la calidad de los productos y de esta manera se cumplen varias metas como por ejemplo incrementar la satisfacción de los clientes y multiplicar las utilidades netas de las empresas. Igualmente, se concluye que el APQP puede combinarse o trabajar en equipo con cualquier otra metodología o herramienta de mejora, para lograr ampliar el campo de acción y poder obtener ventajas competitivas en áreas como la ambiental y la gestión de la información.

Por otra parte, la revisión de los estudios anteriores también sirvió para definir las ventajas, desventajas y dificultades que se presentan en las empresas cuando se quiere implementar o ya se

ha puesto en marcha el APQP. De esta manera, el análisis realizado indica que la principal dificultad presentada dentro de las industrias son los plazos, o el tiempo impuesto por los clientes para el desarrollo de nuevos productos o servicios, debido a que la organización con el afán cumplir con estos descuidan ciertas etapas importantes del APQP lo cual ocasiona retrasos o no conformidades en las entregas finales, generando a su vez un aumento en los costos de producción y dando una mala imagen de la organización ante la industria. Del mismo modo, la alta dirección debe de apoyar todas las etapas del proceso, facilitando los recursos económicos, tecnologías y de personal necesarios para que la Planeación Avanzada de la Calidad del Producto tenga los mejores resultados dentro de las empresas del sector automotriz.

## **9. RECOMENDACIONES**

Para futuros trabajos de investigación relacionados con el APQP, se recomienda abordar el tema de como las empresas pueden superar las dificultades que se presentan cuando se pone en marcha un proceso de Planificación Avanzada de la Calidad del Producto, para que este se desarrolle sin ningún tipo de contratiempos y logre un mayor impacto en cuanto a calidad y satisfacción del cliente se refiere.

Además, se pueden realizar investigaciones acerca del efecto que genera la implementación del APQP trabajando en conjunto con otra herramienta de mejora con el objetivo de medir el nivel de impacto que se puede llegar a tener en otras áreas dentro de la organización.

Asimismo, se recomienda determinar el impacto que las demás Core Tools generan dentro de las empresas del sector automotriz, ya que la presente investigación solo se baso en el impacto ocasionado por el APQP.



## BIBLIOGRAFIA

- AIAG (2008). Planeación Avanzada de la Calidad de los Productos y Planes de Control (Segunda Edición).
- Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (2013). Automotriz y La ANDI. <http://inflacion.com.co/automotriz-y-la-andi-2013.html>.
- Bevilacqua, M., Ciarapica, F. E., Giacchetta, G., & Marchetti, B. (2011). Overview on the application of ISO/TS 16949: 2009, in a worldwide leader company in the production of stainless-steel tubes for automotive exhaust systems. *International journal of productivity and quality management*, 7(4), 410-439.
- Bobrek, M., & Sokovic, M. (2005). Implementation of APQP-concept in design of QMS. *Journal of Materials Processing Technology*, 162, 718-724.
- CARRILLO, J. C., & ARANDA, D. M. R. MODELO DE EVALUACIÓN POR AUTOGESTIÓN DE SISTEMAS DE CALIDAD BASADO EN LA NORMA TS/16949 DEL SECTOR AUTOMOTRIZ.
- Chaves, M. A. (2005). La ingeniería de requerimientos y su importancia en el desarrollo de proyectos de software. *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales*, 6(10), 1-13.
- Chiliban, B. (2014). IMPORTANCE OF KNOWLEGDE MANAGEMENT WITHIN THE APQP PROCESS IN AUTOMOTIVE INDUSTRY. *Academic Journal of Manufacturing Engineering*, 12(4).
- Colombia, P. (2012). Industria automotriz en Colombia.
- Cusi, M. L. A., Bernal, L. D. P., & Prada, R. Capítulo VI. Caracterización del emprendimiento corporativo en el sector de autopartes de Colombia. *Academia, emprendimiento e investigación empresarial: homenaje a la universidad ean en sus 50 años*, 179.

- Doshi, J. A., & Desai, D. (2017). Overview of automotive core tools: Applications and benefits. *Journal of The Institution of Engineers (India): Series C*, 98(4), 515-526.
- Franceschini, F., Galetto, M., Maisano, D. A., & Mastrogiacomo, L. (2011). ISO/TS 16949: analysis of the diffusion and current trends. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 225(5), 735-745.
- Gachúz, J. C., & Montes, M. P. La industria automotriz en México y China: Oportunidades de complementariedad.
- González, H. (julio de 2012). Calidad y Gestión – Consultoría para Empresas. Herramientas para la Mejora Continua. <https://calidadgestion.wordpress.com/2012/07/11/herramientas-para-la-mejora-continua/#:~:text=El%20Proceso%20de%20mejora%20continua,y%20la%20posibilidad%20de%20mejora>
- González, M., & Vázquez, J. (2000). Competitividad y estrategia: el enfoque de las competencias esenciales y el enfoque basado en los recursos. *Revista contaduría y administración*, 197, 47-63.
- González, N. Y., Castaño, E. L., Guzmán, C. Q., & Bulla, J. J. G. (2014). FACTORES QUE IMPACTAN EN LA SELECCIÓN E IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN ISO/TS 16949: CASO DEL SECTOR INDUSTRIAL DE AUTOPARTES DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 24(1), 143-162.
- Gutiérrez Restrepo, S. (2014). Método de aplicación de la planeación avanzada de la calidad del producto (APQP) en las ensambladoras y proveedores del programa de gestión del sector motocicletas en los proyectos de desarrollo de nuevos productos (Master's thesis, Universidad EAFIT).
- ISO, N. T. C. 9000: 2015–Sistemas de Gestión de la Calidad. *Fundamentos y vocabulario*.
- International Automotive Task Force. (2016). IATF 16949:2016, NORMA DEL SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD AUTOMOTRIZ.

- Junior, J. F. P., & de Sousa Neto, J. A. (2016). Comparativo entre Práticas de Gestão de Projetos na Indústria de Autopeças. *Revista IPTEC*, 4(1), 50-62.
- Kušar, J., Rihar, L., Duhovnik, J., & Starbek, M. (2014). Concurrent realisation and quality assurance of products in the automotive industry. *Concurrent Engineering*, 22(2), 162-171.
- Lixandru, C. G. (2016). Supplier quality management for component introduction in the automotive industry. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 221, 423-432.
- Martins, M. M. (2018). O ANÁLISE DA ADOÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE IATF 16949: 2016 NO SEGUNDO NÍVEL DA CADEIA DE FORNECIMENTO DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA BRASILEIRA. *Augusto Guzzo Revista Acadêmica*, 1(22), 141-160.
- Misztal, A., Belu, N., & Rachieru, N. (2014). Comparative analysis of awareness and knowledge of APQP requirements in Polish and Romanian automotive industry. In *Applied Mechanics and Materials* (Vol. 657, pp. 981-985). Trans Tech Publications Ltd.
- Mittal, K., Kaushik, P., & Khanduja, D. (2012). Evidence of APQP in quality improvement: An SME case study. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 7(1), 20-28.
- Mittal, K. (2018). *Quality Improvement through APQP: A Case Study*.
- Osorio, J. A. (2006). Hacia la planeación estratégica en tecnologías de información: definiciones y modelos. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (17).
- Olmedo Méndez, J. S. (2017). La gestión de proyectos en una empresa manufacturera del sector automotriz mediante las herramientas APQP y CORE TOOLS.
- Pérez, J. A. S., García, L. O. R., Guzmán, M. T. V., & Rojas, S. V. (2019). HERRAMIENTAS DE CORE TOOLS PARA IMPLEMENTAR MEJORAS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN (CORE TOOLS TOOLS TO IMPLEMENT IMPROVEMENTS IN THE PRODUCTION LINE). *Pistas Educativas*, 41(133).

- Picon, L. A. R., Borbón, M. I. R., Acosta, M. C. Q., López, R. R., & Díaz, M. C. C. (2018). Introducción de un nuevo producto por medio de la metodología APQP en el área de filtros especiales. *Mundo FESC*, 8(15), 26-30.
- Pineda Cardona, J. V., & Dulcey Elles, J. L. (2020). Modelo óptimo para comercializadoras internacionales.
- Porset Arrutia, G. (2019). Kalitatearen kudeaketa automozio sektorean: kasu ikerketa.
- Proclombia (2020). La industria automotriz, una industria en constante crecimiento. <https://compradores.procolombia.co/es/explore-oportunidades/la-industria-automotriz>.
- Ray, S., & Das, P. (2009). Improving efficiency and effectiveness of APQP process by using DFSS tools. *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*, 5(3), 222-236.
- Ristow, R. (2002). Incorporating elements of the Automotive Industry Action Group's (AIAG) advanced product quality planning (APQP) system into Kohler Company's new product development process (Doctoral dissertation).
- Rocha, J. R. P., & Salerno, M. S. (2014). O papel do APQP-Advanced Planning for Product Quality no desenvolvimento de produtos: análise de casos na relação montadora-autopeças. *Gestão & Produção*, 21(2), 231-243.
- Ruelas, E. (1993). Calidad, productividad y costos. *Salud Pública de México*, 35(3), 298-304.
- Sanchez, M. D. C. L. (2005). La Evolución Estratégica de la Industria Automotriz Mundial.
- Santos, M., & Neto, H. V. (2018). A norma IATF 16949: 2016: mudanças, transição, caminhos e oportunidades. *Cesqua-Cadernos de Engenharia de Segurança, Qualidade e Ambiente*, 1(1).
- Singh, S., Goodyer, J., & Popplewell, K. (2007). Integrated environmental process planning for the design and manufacture of automotive components. *International Journal of Production Research*, 45(18-19), 4189-4205.

- Stirbu, E. L., & Stirbu, C. (2019, October). How to establish in the bus industry QMS statistical process control according to IATF 16949. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 564, No. 1, p. 012098). IOP Publishing.
- Suárez, Y. C. (2010). Sector automotriz: reestructuración tecnológica y reconfiguración del mercado mundial. *Paradigma económico*, 2(1), 24-52
- Tarziján, J. (2002). La ventaja competitiva de la empresa revisada. *Revista Abante*, 5(1), 31-50.
- VEGA, Jovita Georgina Neri; ZARZA, Rafael González. LA INNOVACIÓN PRESENTE EN LA EVOLUCIÓN DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ A NIVEL MUNDIAL. ISSN 1931-0285 CD ISSN 1941-9589 ONLINE, 2010, p. 755.
- Wang, K. J., Jha, V. S., Gong, D. C., Hou, T. C., & Chiu, C. C. (2010). Agent-based knowledge management system with APQP: implementation of semiconductor manufacturing services industry. *International Journal of Production Research*, 48(10), 2913-2936.
- ZULKIFLI, Nurul Aziidah; YAZID, Mohd Faizun Mohamad; SHAMSUDIN, Mohd Farid. How will the market players in the automotive industry strengthen their market positioning during the pandemic Covid-19 outbreak and recession. *Journal of Postgraduate Current Business Research*, 2020, vol. 1, no 1.