

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



**IMPLEMENTACION DE PROGRAMAS DE MANUFACTURA CON
FILOSOFIA DE CERO DEFECTOS**

POR

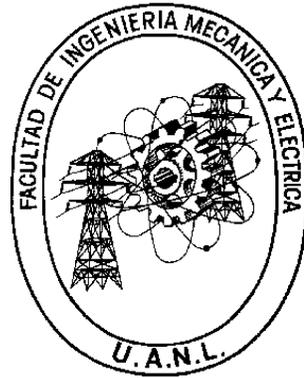
ING. JESUS ORLANDO MARTINEZ RUIZ

TESIS

EN OPCIÓN AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA
ADMINISTRACIÓN CON ESPECIALIDAD EN
PRODUCCIÓN Y CALIDAD

SAN NICOLÁS DE LOS GARZA, N.L., MARZO DEL 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



**IMPLEMENTACION DE PROGRAMAS DE MANUFACTURA
CON FILOSOFIA DE CERO DEFECTOS**

POR

ING. JESUS ORLANDO MARTINEZ RUIZ

TESIS

EN OPCIÓN AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA
ADMINISTRACIÓN CON ESPECIALIDAD EN
PRODUCCIÓN Y CALIDAD

SAN NICOLÁS DE LOS GARZA, N.L., MARZO DEL 2010

AGRADECIMIENTO

A mis Padres quienes se mantuvieron firmes en su objetivo de darme una formación profesional,.....siempre estarán conmigo.

A mis Hermanos con quienes comparto origen, tiempo y destino.

A mis amigos quienes han sido parte de mi familia desde que abandone mi pequeño pueblo para seguir mi educación...Tenia solo 13 años

A todos mis Profesores, quienes ayudaron a mi formación Profesional y Personal.

A la muy alegre y viajera Tuna de FIME de la UANL, y a mis hermanos Tunos, quienes casi sin quererlo, me enseñaron mucho de lo que se aprende afuera de las aulas.

A mis compañeros de trabajo de quien siempre encontré ayuda para la realización de mis proyectos

A mi asesor, quien siempre tiene una respuesta positiva y me impulsó para llevar a cabo este proyecto.

DEDICATORIA

A mi esposa Susana Edith, y mis hijos Sídney Johana, Nidsia Josefina y Jesús Orlando....Con mucho amor...

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POST-GRADO

Los miembros del comité de tesis recomendamos que la tesis **“Implementacion de programas de Manufactura con filosofía de Cero defectos”**, realizada por el alumno **Ing. Jesus Orlando Martinez Ruiz**, matrícula 774786, sea aceptada para su defensa como opción al grado de Maestro en Ciencias de la Administración con especialidad en Producción y Calidad

El Comité de Tesis

Asesor

M.C. Alejandro Aguilar Meraz

Revisor

M.C. Leticia Flores Moreno

Revisor

M.C.Felipe de Jesús Díaz Morales

Vo.Bo.

Dr. Moisés Hinojosa Rivera

Sub-Director de Post-Grado, FIME-UANL

Vo.Bo.

M.C. Esteban Báez Villarreal

Director de la Facultad, FIME-UANL

PRÓLOGO

La presente tesis ha sido fruto del trabajo de investigación realizado por el Ingeniero Jesús Orlando Martínez Ruiz en el proceso de formación académica de la Maestría en Ciencias de la Administración con especialidad en Producción y Calidad, en opción al grado de Maestro. Dicha tesis se ha estructurado en seis capítulos: Síntesis, Introducción, Marco Teórico, Marco Contextual, Propuesta de la Estrategia y Conclusiones y Recomendaciones.

En el primer capítulo se realizó una síntesis de la tesis con el fin de que el lector tenga en poco tiempo un panorama amplio y concreto de esta investigación.

En el segundo capítulo se abordó todo lo relacionado con la fundamentación del proyecto de investigación, es decir, los elementos del diseño metodológico de la presente tesis, los cuales constituyen descripción del problema, objetivo, hipótesis, límites, justificación y metodología.

El tercer capítulo abarca el marco teórico, donde se fundamentan las supuestas teorías, corrientes y posiciones en los que se soporta esta propuesta.

En el cuarto capítulo se trataron los resultados que se obtuvieron en el proceso de recopilación de información para detectar los problemas que se presentaban con el tema objeto de estudio y, a partir del análisis, llegar a proponer la solución de cómo podrá ser resuelto dicho problema.

En el quinto capítulo se desarrolló la propuesta de esta estrategia como alternativa de solución a la fotografía de la realidad objeto de estudio, en nuestro caso particular, Implementación de programas de Manufactura con filosofía de Cero defectos.

Y, por último, en el sexto capítulo se abordaron las conclusiones y recomendaciones para la realización de esta estrategia.

ÍNDICE

CAPÍTULO	PÁGINA
1. Síntesis	10
2. Introducción	14
2.1 Descripción del problema	14
2.2 Objetivo de la Tesis	14
2.3 Hipótesis	22
2.4 Límites del estudio	23
2.5 Justificación	23
2.6 Metodología	25
2.7 Revisión bibliográfica	26
3. MARCO TEORICO	28
3. 1 Diseño de un producto en compañías manufactureras	28
3.1.2 Simplificación de diseño	29
3. 1.3 Las etapas de un proyecto de diseño y su importancia	29
3.1.4 Los errores más comunes	31
3.1.5 El diseño y la calidad	31
3.1.6 Prácticas fundamentales de diseño	32
3.1.7 Lineamientos de diseño para mejorar la calidad	32
3.1.8 El efecto palanca	33
3.1.9 Ingeniería de métodos versus ingeniería de producto	33
3.2 El control estadístico y la mejora de procesos	34
3.3 Los catorce pasos hacia el “cero defectos” de Crosby	35
3.3.1 La calidad soy yo	36
3.3.2 Seis sigma, un sistema de calidad	38
4. MARCO CONTEXTUAL: ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECOPIADA	41
4.1 Misión	41
4.1.2 Visión	41
4.1.3 Política de calidad	41
4.1.4 Aspectos de calidad	41
4.2 Alcanzar cero defectos	42
4.3 Modos de falla y análisis de los efectos	43
4.3.1 Detalle de las actividades	44
4.3.2 Formato de PFMEA y tablas de criterios	53
4.4 Plan de control de calidad	58
4.4.1 Definir	58
4.4.2 Analizar los riesgos	58
4.4.3 Documentar el plan de control	59
4.4.4 Formato de un plan de control de calidad	60
4.5 PPAP	60
4.5.1 Propósito	60
4.5.2 Aplicabilidad	60

4.5.3	Requerimientos PPAP del proceso	61
4.5.4	Requerimientos PPAP	61
4.5.5	Documentos de cualquier cambio de ingeniería autorizado	61
4.5.6	Aprobación de ingeniería, cuando sea requerido	61
4.5.7	Análisis del Efecto y Modo de la Falla de diseño (DFMEA)	61
4.5.8	Diagramas de flujo del proceso	62
4.5.9	Análisis del efecto y modo de falla de proceso (PFMEA)	62
4.6	Resultados dimensionales	62
4.6.1	Registro de resultados de pruebas de funcionamiento	62
4.6.2	Estudios iniciales de proceso	62
4.6.3	Índices de calidad	63
4.6.4	Estudios de término cortó	63
4.6.5	Criterios de aceptación para estudios iniciales	64
4.6.6	Procesos inestables	65
4.6.7	Procesos con especificaciones de un solo lado o distribuciones no normales	65
4.6.8	Estrategias cuando los criterios de aceptación no satisfacen	65
4.6.9	Plan de control y el ISO TS16949	66
4.7	Garantía de partes de sumisión (PSW)	66
4.7.1	Peso de la parte (masa)	66
4.7.2	Reporte de aprobación de apariencia (AAR)	67
4.7.3	Muestra de partes de producción	67
4.7.4	Muestra maestra o máster	68
4.7.5	Ayudas de verificación	69
5.	PROPUESTA DE LA ESTRATEGIA	70
5.1	Características de la estrategia	70
5.2	Diseño de la estrategia	71
5.2.1	Dimensión profesional	72
5.2.2	Dimensión cultural	73
5.2.3	Dimensión del sistema	77
5.2.3.1	Procedimiento de APQP	77
5.2.3.2	Escrutinio del proyecto	79
5.2.3.3	Diseño Final del producto	81
5.2.3.4	Diseño del proceso de ensamble y empaque	84
5.2.3.5	Diseño del sistema de control	85
5.2.3.6	Adecuación del espacio de fabricación y compra de maquinaria y equipos auxiliares	87
5.2.3.7	Desarrollo del sistema de manufactura	88
5.2.3.8	Aprobación del cliente	89
5.2.3.9	Escrutinio final y documentación de lecciones aprendidas	90

6.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
6.1 Conclusiones	91
6.2 Recomendaciones	93
Bibliografía	94
Resumen Autobiográfico	95

1. SÍNTESIS

En la investigación realizada considero como núcleo básico el estudio de la Implementación de programas de Manufactura con filosofía de Cero defectos.

Es de gran importancia abordar los problemas que viven las compañías durante el proceso de diseño y arranque de manufactura de los productos debido a que eso permite estudiar y sistematizar el proceso de mejoramiento de éstos para proporcionarles nuevos conocimientos, habilidades, desde la alta gerencia hasta el personal operativo, facultándolos para la transformación y producción de conocimientos a partir de provocar en ellos la motivación creciente, la independencia en la actuación y el pensamiento, la actividad creadora, la conciencia colectiva y la responsabilidad con las habilidades y conocimientos adquiridos, generando potencialidades conscientes de crecimiento humano para transformar la realidad, llevando a cabo la elevación de la profesionalidad a todos los niveles, la conducta ética y la satisfacción personal y social de los individuos y de las empresas.

La introducción abarca seis puntos importantes. Primeramente se presenta el problema, se describe de tal manera que sabemos sobre qué se va a trabajar y para esto se diseña un objetivo, el cual es el motivo de la tesis; después se tiene la hipótesis, la cual nos da una idea de lo que se quiere lograr con esta investigación, dejando en claro que son supuestos que al aplicarlos correctamente se convertirán en realidad. También se debe tener en cuenta hasta donde se puede llegar, es decir los alcances de la misma. Se debe estar consciente de que lo que se propone tiene sus límites, los cuales están marcados por diversos factores ajenos a nuestra capacidad, pero que, si se justifica esta propuesta de una manera basada en estudios bien fundamentados podría llegar a ser culminada de una manera real.

También abarca una metodología bien sistematizada para que todo paso que se dé en la realización de esta estrategia esté diseñado para seguir un camino bien trazado, además de que todo procedimiento sea objetivo para no divagar en asuntos que no aporten algo positivo y concreto a esta investigación.

En el capítulo del marco teórico se ven aspectos importantes dentro de la historia de áreas de oportunidad dentro de las compañías de manufactura, principalmente en la industria maquiladora de exportación que es en la que está basada esta investigación.

Muchas veces en mi experiencia profesional he visto problemas durante el desarrollo inicial de un programa de manufactura o algún proyecto de mejora. A continuación algunos puntos sobre esto:

- Un proyecto es un esfuerzo temporario, realizado muchas veces por un equipo temporario.
- ¿Qué nivel de compromiso tiene el equipo con los entregables?
- ¿El equipo existirá cuando los entregables se usen?
- ¿Qué probabilidades hay de que el mismo equipo realice el mismo proyecto en el futuro?
- ¿Qué motivación existe para que el equipo documente las Lecciones Aprendidas?

El concepto antiguo de la Calidad relaciona a la gente involucrada directamente en la producción.

En el caso de un proyecto, a la gente involucrada directamente en los entregables del proyecto.

Antiguamente, al hablar de Calidad existían los siguientes conceptos:

- La calidad es responsabilidad de las personas relacionadas directamente a la producción.
- La mayoría de los problemas de Calidad están relacionados a las áreas técnicas.
- Los problemas de Calidad conducen a excusas y culpas.
- La Calidad aumenta el costo del proyecto.
- La Calidad se verifica al final del proceso de producción.
- La Calidad ocurre en la ejecución del proyecto.

El concepto moderno de la Calidad relaciona a toda la organización:

- La calidad es responsabilidad de todos.
- La mayoría de los problemas de Calidad están relacionados a las áreas gerenciales.
- Los problemas de Calidad conducen a soluciones colaborativas.
- La Calidad ahorra costos y aumenta el negocio.
- La Calidad se planifica antes de empezar a producir.
- La Calidad ocurre en todo el ciclo de vida del proyecto.

También se consideran conceptos de la calidad de cero defectos, de diferentes autores, tomando en cuenta la importancia que ésta tiene en el diseño, planeación y manufactura de un producto y sus diferentes etapas, sin olvidar que dentro del diseño se genera la parte primordial y es la base de todo producto en esta etapa veremos el Análisis de modo de falla de el Diseño y su efecto (DFMEA por sus siglas en Ingles) que es una herramienta que se puede utilizar en la conceptualización y diseño del producto.

Veremos también el uso y la importancia de 3 documentos importantes en la etapa de arranque y producción sostenida de los productos tales documentos son el Análisis de modo de falla de el proceso y su efecto, el Plan de Control de Proceso y el proceso de aprobación de producto o parte (PFMEA, Plan de Calidad de Proceso y PPAP por sus siglas en Ingles, respectivamente).

Para lograr lo anterior es importante considerar los diferentes modelos que se han aplicado a través del tiempo, los cuales podrían funcionar en nuestra estrategia para de ahí pasar a la relación que existe entre la manufactura de un producto y la calidad.

En el capítulo del marco contextual se analiza la información que fue recopilada durante la investigación, en la que se contempla la visión de las compañías, tomando en cuenta principalmente que la satisfacción del cliente y la mejora continua de las compañías son la parte más importante para mantener un nivel competitivo.

Pasando a la propuesta de la estrategia se toma en cuenta las características de la misma, Implementación de programas de Manufactura con filosofía de Cero defectos en las cuales se considera sistematizarla y llevarla a cabo como parte fundamental de una cultura de calidad dentro de una empresa, para esto se consideran las teorías ya existentes de los diferentes autores y pensadores de calidad y se ponen en práctica para demostrar que se puede lograr la Implementación de programas de Manufactura con filosofía de Cero defectos.

En cada una de las etapas se toma en cuenta el papel que juega cada una de las técnicas, y herramientas para la implementación de programas de manufactura con filosofía de cero defectos.

Sobre la realización de la estrategia, eso es lo que nos orienta en relación a cómo debemos ponerla en práctica partiendo desde el diseño hasta la entrega del producto pasando por cada una de las etapas que interactúan durante la realización del producto enfocados en la teoría y herramientas de cero defectos que al final es lo que pretende como resultado cualquier compañía que tenga como meta ser competitiva y de prestigio en el mundo.

En la operabilidad contextual y situacional de la estrategia se ve a quién o quiénes se beneficiarán y dónde se desarrollarán las acciones de cada una de las dimensiones de la estrategia, asimismo como verificar los resultados que se desean obtener con la aplicación de estos conceptos.

Por último, se llega a las conclusiones y recomendaciones en las cuales se consideran los resultados obtenidos de la sistematización del conocimiento aplicado.

2. INTRODUCCION

2.1 Descripción del Problema

Una empresa por mas pequeña o grande que sea debe tener bases solidas para poder tener un buen arranque, tener éxito y fundamentalmente mantenerse en el mercado el cual cada día es más competitivo, la manufactura de cualquier producto requiere el compromiso de la gente y también requiere la utilización de todas las herramientas posibles para la mejora continua del proceso.

Por tal motivo esta propuesta no pretende crear nuevas teorías ni técnicas, lo que pretende es demostrar que al usar las teorías de los pensadores en el área de calidad y utilizando las técnicas y herramientas proporcionadas a través de la historia, estas pueden ayudar enormemente a cualquier industria y sobre todo a crear una cultura, por eso es importante que desde el arranque o inicio de nuevos programas de manufactura se tome como eje fundamental la filosofía de cero defectos o en su defecto que aquellos ya existentes sean re-lanzados y re-evaluados con esta metodología.

2.2 Objetivo de la Tesis

Es objetivo es desarrollar un método practico y comprensible para implementar un programa con cero defectos

Justificación: Este manual pretende mostrar un sistema total donde se pongan a trabajar las herramientas que hasta cierto punto se pueden considerar aisladas o sin conexión entre ellas, en un objetivo común: Cero defectos.

Explicara la metodología o visión de estas herramientas y propondrá interrelación.

Además, puede ser utilizado para que la gerencia encargada de dichos programas tenga un mejor entendimiento de estas herramientas justificando así sus métodos y probables gastos en que se pudiera incurrir.

El propósito de esta tesis es diseñar un método de comunicación interna y externa para la implementación de nuevos productos o plataformas de producción. Proveer las guías para desarrollar un plan de calidad de un producto o servicio para satisfacción del cliente.

Así como también asistir a la organización de planeación de la calidad en desarrollar las formas apropiadas de comunicación para cumplir con los requerimientos, expectativas y necesidades de los clientes todo esto tomando como base fundamental la teoría de cero defectos.

LOS CATORCE PASOS HACIA EL "CERO DEFECTOS" DE CROSBY

Estos catorce pasos son los siguientes:

- 1.- Compromiso de la dirección: la alta dirección debe definir y comprometerse en una política de mejora de la calidad.
- 2.- Equipos de mejora de la calidad: se formarán equipos de mejora mediante los representantes de cada departamento.
- 3.- Medidas de la calidad: se deben reunir datos y estadísticas analizar las tendencias y los problemas en el funcionamiento de la organización.
- 4.- El costo de la calidad: es el costo de hacer las cosas mal y de no hacerlo bien a la primera.
- 5.- Tener conciencia de la calidad: se adiestrará a toda la organización enseñando el costo de la no calidad con el objetivo de evitarlo.
- 6.- Acción correctiva: se emprenderán medidas correctivas sobre posibles desviaciones.
- 7.- Planificación cero defectos: se definirá un programa de actuación con el objetivo de prevenir errores en lo sucesivo.
- 8.- Capacitación del supervisor: la dirección recibirá preparación sobre cómo elaborar y ejecutar el programa de mejora.
- 9.- Día de cero defectos: se considera la fecha en que la organización experimenta un cambio real en su funcionamiento.
- 10.- Establecer las metas: se fijan los objetivos para reducir errores.
- 11.- Eliminación de la causa error: se elimina lo que impida el cumplimiento del programa de actuación error cero.
- 12.- Reconocimiento: se determinarán recompensas para aquellos que cumplan las metas establecidas.
- 13.- Consejos de calidad: se pretende unir a todos los trabajadores mediante la comunicación.
- 14.- Empezar de nuevo: la mejora de la calidad es un ciclo continuo que no termina nunca.

PLAN DE CALIDAD AVANZADA

Aunado a la teoría y seguimiento de los 14 pasos recomendados por Crosby analizaremos las herramientas que se utilizan en las diferentes etapas de desarrollo del producto y veremos la relación que tienen con la implementación de programas de manufactura con cero defectos.

¿Que es APQP?

APQP, Planeación Avanzada de la Calidad del Producto, por sus siglas en ingles, es un método estructurado de definir y de establecer los pasos necesarios para asegurarse de que un producto satisface a cliente. El planeamiento eficaz de la calidad del producto depende del compromiso de la gerencia superior de una compañía al esfuerzo requerido en cumplir cabalmente las especificaciones del cliente.

Los objetivos de APQP

Algunas de las metas del planeamiento de la calidad del producto son...

- Comunicaciones eficaces con todos los que están implicados en la implementación del programa.
- Terminación oportuna de metas requeridas.
- Ningún problema de calidad es tan mínimo como para ser Ignorado
- Ningún problema de calidad es tan mínimo como para no aprender de él.

Fases de APQP

Incluyen...

- Planeación y definición del programa
- Diseño y desarrollo de producto
- Diseño y desarrollo de proceso
- Producto y validación del proceso
- Retroalimentación, disertación y acción correctiva
- Metodología del Control Plan

Planeación y definición del programa

Es la determinación de necesidades, de requisitos y de expectativas de cliente, repasa el proceso entero del planeamiento de la calidad para permitir la puesta en práctica de un programa de la calidad así cómo definir y fijar las entradas y las salidas.

Esta etapa se diseña para asegurarse de que las necesidades y las expectativas de cliente están entendidas claramente.

Algunas de las entradas de esta fase se definen como:

- La Voz del cliente
- Revisión del mercado
- Datos históricos de Calidad y Garantías
- Plan de negocios y estrategia de mercados
- Información sobre productos de de la competencia en el mercado
- Información relevante del producto o proceso
- Estudios de responsabilidades en que se incurre con este producto

Las Salidas Incluyen:

- Metas del diseño
- Metas de la confiabilidad y de Calidad
- Listado preliminar de componentes
- Diagrama de flujo de proceso preliminar
- Listado preliminar de características especiales del producto y del proceso
- Plan del aseguramiento del producto
- Ayuda de la gerencia

Diseño Y Desarrollo De Producto

En este paso se revisan los elementos de la planeación del proceso durante el cual las características del diseño son desarrolladas a una forma final. Todos los factores del diseño deben ser considerados por la organización dentro del proceso del APQP aun y cuando el diseño sea propiedad del cliente o bien sea compartido. Los pasos incluyen la construcción de prototipos para verificar que los productos o servicios cumplan con las expectativas de la voz del cliente.

En este capítulo, el proceso de APQP está diseñado para segura una revisión completa y critica de los requerimientos de ingeniería y otra información técnica relacionada. En esta etapa del proceso un análisis de factibilidad puede ser hecho para direccionar problemas potenciales que pudieran ocurrir durante la manufactura.

Entradas:

- Metas del diseño
- Metas de la confiabilidad y de Calidad
- Listado preliminar de componentes
- Diagrama de flujo de proceso preliminar

- Listado preliminar de características especiales del producto y del proceso
- Plan del aseguramiento del producto
- Ayuda de la gerencia

Salidas:

- Análisis de modo de falla del Diseño y su efecto (DFMEA)
- Diseño para manufacturabilidad y ensamble
- Verificación de diseño
- Revisiones de diseño
- Construcción de prototipos y Plan de Control
- Especificaciones de Ingeniería
- Especificaciones de materiales
- Cambios en especificaciones y dibujos
- Requerimientos de equipo nuevo, herramientas e instalaciones
- Características especiales del producto y el proceso
- Requerimientos de equipo de medición y prueba
- Compromiso del equipo y ayuda de la gerencia.

Diseño Y Desarrollo De proceso

Esta fase del APQP trata sobre las principales características del desarrollo de un sistema de manufactura y sus planes de control relacionados para alcanzar productos de calidad. Las tareas a ser completadas en este paso de la planeación avanzada de la calidad dependen de que se hayan completado correctamente las dos etapas anteriores del APQP. Esta etapa está diseñada para asegurar el desarrollo completo y efectivo de un sistema de manufactura. El sistema de manufactura debe asegurar que los requerimientos, necesidades y expectativas de los clientes sean cumplidos. Las entradas y salidas aplicables a este paso del APQP son:

Entradas:

- Análisis de modo de falla del Diseño y su efecto (DFMEA)
- Diseño para manufacturabilidad y ensamble
- Verificación de diseño
- Revisiones de diseño
- Construcción de prototipos y Plan de Control
- Especificaciones de Ingeniería
- Especificaciones de materiales
- Cambios en especificaciones y dibujos

- Requerimientos de equipo nuevo, herramientas e instalaciones
- Características especiales del producto y el proceso
- Requerimientos de equipo de medición y prueba
- Compromiso del equipo y ayuda de la gerencia.

Salidas:

- Estándares de empaquetado
- Revisión de sistema de calidad del proceso y del producto
- Posición de línea de ensamble en piso de producción
- Organigrama de proceso
- Matriz de las características
- Análisis de modo de falla del Producto y su efecto (PFMEA)
- Plan de control de pre-lanzamiento
- Proceso de las instrucciones
- Plan del análisis del sistema de la medida
- Plan preliminar del estudio de la capacidad de proceso
- Especificaciones de empaquetado
- Ayuda de la gerencia

Validación del Producto del Proceso

Esta etapa del APQP discute sobre la validación del proceso de manufactura a través de una evaluación de una corrida de producción de una cantidad significativa. Durante esta corrida el equipo de planeación de la calidad valida que el plan de control y el diagrama de flujo del proceso sean observados adecuadamente y que los requerimientos de los clientes sean cubiertos. Cualquier observación adicional deben de ser identificadas para su observación y resolución antes de la producción sostenida. Las entradas y salidas aplicables en esta etapa son:

Entradas:

- Estándares de empaquetado
- Revisión de sistema de calidad del proceso y del producto
- Posición de línea de ensamble en piso de producción
- Organigrama de proceso
- Matriz de las características
- Análisis de modo de falla del Producto y su efecto (PFMEA)

- Plan de control de pre-lanzamiento
- Procese las instrucciones
- Plan del análisis del sistema de la medida
- Plan preliminar del estudio de la capacidad de proceso
- Especificaciones de empaquetado
- Ayuda de la gerencia

Salidas:

- Corrida de producción de una cantidad significativa
- Sistema de evaluación y medición
- Estudio preliminar de la capacidad de proceso
- Aprobación De la Pieza De la Producción (PPAP)
- Prueba de la validación de la producción
- Evaluación de empaquetado
- Plan del control de producción sostenida
- Aprobación final de planeación de la calidad y ayuda de la gerencia

Retroalimentación, disertación y acción correctiva.

La planeación de la calidad no termina con la validación y la instalación. Es en la etapa de manufactura sostenida donde la salida puede ser evaluada cuando todas las causas de variación, comunes y especiales están presentes. Este es el tiempo correcto para evaluar la efectividad de de la planeación avanzada de la calidad.

Las organizaciones que implementen completamente el proceso de APQP estarán en mejor situación de cumplir con los requerimientos del cliente.

Las Entradas y Salidas de esta etapa son:

Entradas:

- Corrida de producción de una cantidad significativa
- Sistema de evaluación y medición
- Estudio preliminar de la capacidad de proceso
- Aprobación De la Pieza De la Producción (PPAP)
- Prueba de la validación de la producción

- Evaluación de empaquetado
- Plan del control de producción sostenida
- Aprobación final de planeación de la calidad y ayuda de la gerencia

Salidas:

- Variación reducida
- Mejoramiento de la Satisfacción de cliente
- Mejoramiento de la entrega y el servicio
- Uso efectivo de las lecciones aprendidas y de las prácticas mejores

Metodología del Plan de Control

Discute el uso del control de proceso y la información relevante que es requerida para construir y determinar los parámetros del control de proceso. Resalta la importancia del un control del proceso dentro de un ciclo de mejora continua.

El plan de control es una descripción por escrito del sistema para controlar los ensambles y los procesos. Describe las acciones que son requeridas en cada fase del proceso incluyendo recibos, proceso y salida, así como requerimientos periódicos para asegurar que todas las salidas de los procesos estarán en un estado de control. Durante las corridas regulares de producción el plan de control provee un monitoreo de procesos y métodos de control que serán usados en las características o dimensiones especiales. Como la expectativa es que los procesos se actualicen y mejoren continuamente, el plan de control refleja una estrategia como respuesta a las condiciones cambiantes del proceso.

Ventajas de APQP

- Los recursos se dirigen hacia la satisfacción de cliente.
- Los cambios requeridos son cambios identificados oportunamente, antes del lanzamiento del producto
- Se asegura la entrega a tiempo de un producto de calidad, a bajo costo.

Esta tesis pretende demostrar un método para lanzamiento de productos que involucre a todos los departamentos que participen en el desarrollo, producción, y venta de un producto con la filosofía de cero defectos, basado en la planeación avanzada de la calidad y la delegación y cumplimiento de las responsabilidades para cada departamento

Este proceso será monitoreado por un líder de programa o gerente de programa, el cual puede ser una persona dedicada al desarrollo del programa o algunos miembros de algún departamento que haga la labor de Gerente de Programa.

2.3 Hipótesis

En la presente propuesta se considera el día a día que se viven en las compañías manufactureras en donde hay una infinidad de áreas de oportunidad sin embargo la base para poder visualizar estas áreas de oportunidad deben estar fundamentadas con bases solidas como en la propuesta de programas de manufactura con filosofía de cero defectos.

Partiendo de la investigación realizada donde se manifiestan algunos aspectos que se creen necesarios para cimentar las bases para un cambio de cultura en una compañía, se desarrollo la implementación del programa de APQP llevando de la mano la filosofía de Cero Defectos, con los cuales se pretende poder fundamentar claramente un sistema de manufactura y que sea de provecho para cualquier compañía para adoptarlo como base de su sistema de calidad y manufactura.

Dentro de las bases establecidas se consideran los requisitos más importantes, que si los llevamos a cabo en forma sistemática por parte de la organización y lo tomamos como parte de nuestra cultura laboral tendríamos mayores posibilidades de ser una compañía de clase mundial ya que día a día y cada nueva introducción de productos estarían soportados con una base solidad.

Desde mi punto de vista, y teniendo contacto directo con la manufactura de diferentes compañías y con la experiencia de saber que la falta de sistemas o el mal seguimiento de los ya existentes, creo que si seguimos la filosofía de cero defectos y el sistema de APQP en conjunto contribuiremos firmemente al buen desarrollo, planeación, manufactura, y satisfacción del cliente, podemos llegar a ser una compañía de clase mundial que satisfaga y genere confianza en los clientes. Todo es cuestión de aplicarnos al máximo con buena actitud, queriendo ser parte en la integración del programa para que este sea un éxito.

2.4 Limites de estudio

Para el estudio de la presente investigación se profundizará en las diversas etapas que abarca la realización de un producto. En mi caso en particular, me he interesado por desarrollar este análisis en el concepto de un producto, su desarrollo y la relación con la filosofía de cero defectos, y de forma concreta lo formulo de la siguiente manera. Cuáles son los beneficios que se generaran en una compañía al lograr integrar la filosofía de cero defectos en conjunto con el sistema de APQP?

Para el desarrollo de esta investigación, analizaré primero el plano actual de una compañía en el entendido que partiremos tomando en cuenta los defectos que se generan durante la realización de un producto y veremos todas las posibles barreras que se presentan durante un proceso con la finalidad de encontrar las aéreas de oportunidad.

En un segundo plano, desarrollaré un análisis del sistema de APQP.

Y, por último, identificaré la relación de ambos con el fin de buscar la interrelación con el Programa de Manufactura con Filosofía de Cero Defectos.

2.5 Justificación

Un proyecto como el presente es trascendente para nuestra empresa en cuestión pues ayudará a sentar las bases, crear un sistema y generar una cultura para el beneficio de la realización de un producto, y aunque la interrelación entre ambos sistemas se enfoca mas al ramo automotriz, puede ser aplicado en cualquier tipo de empresas adquiriendo lo mejor de cada sistema. Lo anterior dará en nuestra empresa resultados mucho más significativos y con ideas más claras sobre el beneficio de la aplicabilidad en la industria, sin descuidar que los buenos resultados serán producto de la responsabilidad que asuman todos los miembros del equipo asignado, partiendo desde la alta gerencia hasta el operador que ejecuta el trabajo.

El querer identificar y mejorar las herramientas y áreas para el mejoramiento continuo, no es exclusivamente una alternativa ó aspiración, al contrario, está inmerso en un complejo sistema de influencias y determinaciones del proceso de mejoras utilizando diferentes técnicas, sistemas y filosofías con el fin de todas estas para lograr la satisfacción del cliente.

Un elemento crucial para esto son todos los miembros del equipo y el compromiso que cada uno de ellos tenga hacia el proyecto, pues el compromiso es clave para lograr implementar un sistema y poder llevar una bandera de cambio para implementar una nueva cultura.

Detrás de la diversidad teórica y metodológica de los enfoques que se plantean en Implementación de programas de Manufactura con filosofía de Cero defectos, se evidencia un mismo interés, por mi parte, en ampliar, interpretar y comprender estos procesos en un contexto específico y determinado que tienen lugar en una empresa que pretende activamente estar al día, mejorar, ser parte de un cambio cultural y sobre todo tener bases firmes para generar siempre la satisfacción del cliente, de esta forma tributaré con nuestros aportes a la mejora continua.

Lo interesante de una estrategia de esta naturaleza es que puede ser consultada y abordada por cualquier miembro del equipo, si tomamos en cuenta la consulta de esta estrategia, no hay la menor duda de que favorecerá en todos los aspectos que exige de manera continua el mejoramiento continuo de una compañía y la satisfacción del cliente.

Definitivamente, la falta de un sistema y la nula cultura sobre el mejoramiento continuo impacta trascendentemente en cualquier proceso de manufactura diseño hasta la realización del producto y por ende a la satisfacción del cliente.

La misma compañía y el equipo que participa en el día a día que se encuentra inmerso, en la mejora continua, implementación de un sistema y en un cambio de cultura, obtendrán el reconocimiento y la satisfacción del servicio que se ofrece, así mismo si pensamos a futuro estaremos

formando las bases solidas para obtener mejores resultados en todos los procesos en los que podamos aplicar y aportar estas técnicas y fundamentos.

No perdamos de vista que con la actual propuesta se mejora el lanzamiento de nuevos productos, así como se reforzaran los procesos ya existentes, ayudando de esta manera a un desarrollo cada vez más fuerte y con fundamentos sólidos en calidad y manufactura, en la que encontramos inmersas todas las partes del proceso de un producto, para que la información que se realice, recopile y guarde pueda servir como apoyo sustentado para demostrar que se trabaja con bases solidad y poder estar listos para cualquier auditoria, reclamación o certificación según sea necesario o requerido.

Podemos decir que si día a día mas empresas desean hacer un cambio significativo, esta investigación puede ser un parteaguas para el apoyo hacia ellos cuando estén convencidos para realizar un cambio, de antemano declaramos que este sistema y fundamentos no son nada nuevo, simplemente se están utilizando para crear empuje y demostrar una vez más que realmente funcionan si se les toma el compromiso por parte de la organización y todos los miembros involucrados.

2.6 Metodología

La presente investigación la enmarco en una metodología cuantitativa, adoptando para ello una disciplina rigurosa, reflexiva y un análisis recursivo profundo, evitando toda subjetividad posible. Me apoyaré en el uso sistemático del criticismo externo y los cambios de rol interno y externo de la investigación en dicho proceso, utilizando como técnica o medible, las quejas de cliente como base principal ya que si tomamos en cuenta el cliente es nuestro objetivo final.

La aplicación de esta metodología nos permite un análisis estadístico. Teniendo como meta la eliminación o reducción de quejas del cliente y con ello desarrollar la comprensión del la interrelación que existe entre los fundamentos de la aplicación de un programa de filosofía de

manufactura con cero defectos y el sistema de APQP. Tomándolo como base que orienta a concretar de forma preventiva las acciones y estrategias que contribuyan a mejorar el proceso de manufactura, para posteriormente incidir sobre la realidad. Su desarrollo es gradual, flexible y positivo; es un presentir de cómo se debe actuar, independientemente de su validez científica, la sistematización teórica y la participación de los sujetos.

Por el enfoque de la presente investigación se va a presentar únicamente una estimación de que tan afectada puede estar una compañía cuando presenta problemas con un cliente, y estaremos viendo la interacción entre las distintas dimensiones que propicien la generación de las fallas en la realización del producto, así como la contribución del equipo cuando utiliza las técnicas, fundamentos y estrategias establecidas en esta investigación.

Metodológicamente, obtendré la relación que existe entre los defectos que potencialmente pueden ser embarcados al cliente y la implementación de un programa de manufactura de cero defectos aunado con un sistema de APQP también viéndolo desde la perspectiva de las herramientas, estudios documentos, formatos y análisis de las quejas del cliente.

2.7 Revisión bibliográfica

Durante la elaboración de esta investigación se utilizó una bibliografía, la cual está separada en dos áreas diferentes que, considero, son de igual importancia para el desarrollo de la estrategia diseñada.

Una de las áreas investigadas en la cual se basa esta tesis es en la que abordo el tema de la implementación de la filosofía de cero defectos, la cual se quiere instituir como base para el buen desarrollo de una cultura de una compañía. Aquí encontramos una serie de información en un libro que aporto grandes conocimientos que se deben implementar para el buen funcionamiento de la estrategia diseñada. Dicho libro es: Filosofía de Crosby , enumerado en la bibliografía.

Un segundo tema es en el cual se considera la adaptación e implementación del sistema de APQP, que es de gran importancia para el lanzamiento de un producto y durante su proceso como tal, ya que este sistema ayuda y aporta gran ayuda a toda compañía que carece de un sistema de lanzamientos de nuevos productos basados en un sistema sólido para la mejora continua y satisfacción del cliente. Aquí se considero el libro la AIAG de APQP y Plan de Control, el Manual de PFMEA, enumerados en la bibliografía.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Diseño de un producto en las compañías manufactureras

El diseño de nuevos productos es crucial para la supervivencia de la mayoría de las empresas. Aunque existan algunas compañías que experimentan muy pocos cambios en sus productos, sin embargo el factor común en la mayoría de las compañías es que deben revisarlos en manera continua.

En las industrias que cambian con rapidez, la introducción de nuevos productos es una forma de vida y se han desarrollado enfoques muy sofisticados para presentar nuevos productos.

Los costos de manufactura, como así también los correspondientes a garantías y reparaciones se ven afectados en gran medida por el diseño del producto.

La historia estadística en diferentes compañías ha demostrado que son factibles importantes reducciones en los costos de manufactura, si realmente se presta una atención especial a la etapa del diseño.

El diseño se debe coordinar con la manufactura para producir artículos de calidad consistente, con desperdicio mínimo.

Muchos son los aspectos que en materia de diseño del producto pueden afectar negativamente la facilidad de fabricación, además de la correspondiente calidad.

Desentenderse de las consecuencias que generan las decisiones en materia de diseño es algo bastante común en las empresas tradicionales, considerándose por tales a aquellas apegadas a paradigmas ya no consecuentes con las nuevas realidades en materia científica, tecnológica, social y económica.

En estas organizaciones hay una falta de sensatez a la hora de diseñar los productos, lo cual trae aparejado como consecuencia una serie de problemas al área de producción. Se dan a los componentes unas tolerancias sin referencia alguna a la capacidad de los procesos de que se dispone. Siendo demasiados los componentes destinados a un solo montaje, y estos carecen de un diseño acorde para aprovechar las fuerzas que genera el proceso; dando lugar ello a fallos en los esfuerzos de mecanización, montaje y otros problemas de manufactura.

Simple detalles de diseño pueden alterar superlativamente los niveles de inversión necesarios para su fabricación. Los efectos del diseño sobre los costos de producción son los que a continuación se muestran, siendo los mismos los resultantes de diversos estudios efectuados en empresas de Estados Unidos y Europa.

Aquí un ejemplo de los porcentajes asignados al diseño y su efecto de salida

Costo del Producto	Porcentaje Respectivo	Efectos sobre la Producción	Porcentaje Respectivo
Diseño	5%	Diseño	70%
Materiales	50%	Materiales	20%
Mano de Obra	15%	Mano de Obra	5%
Gastos Generales	30%	Gastos Generales	5%

Un diseño de categoría mundial se consigue mediante el desarrollo del producto integrado, que combina las necesidades y la experiencia de todos los implicados.

El costo del producto final es un asunto que debe aceptar el departamento, o responsables del diseño, como un factor tan importante como cualquier otro.

El desarrollo de nuevos productos tiene un gran impacto en la función de operaciones, debido a que cualquier producto nuevo que se diseñe debe producirlo operaciones. Pudiendo las operaciones existentes llegar a limitar el desarrollo de nuevos productos.

Las decisiones sobre productos son un prerrequisito para la producción. Debiendo dársele a operaciones las especificaciones del producto antes de poder iniciar la producción y antes de que operaciones pueda tomar algunas decisiones importantes. Decisiones operativas tales como el diseño del proceso, no deben esperar hasta que se terminen las especificaciones del producto, pues las mismas deben hacerse al mismo tiempo en que se diseña el producto.

3.1.2 Simplificación del diseño

Sistemas tales como tecnología de grupo, análisis de valor, análisis de causa efecto, métodos de Taguchi, ingeniería simultanea, diseño para la producción, diseños para el ensamble y la automatización, convergen todos en un solo gran objetivo que es el diseño para la simplicidad.

Dicho diseño simplificado del producto tiene dos características que le son propias:

1. La reducción en el número de partes integrantes de un producto; y
2. El uso de partes estándares.

Cuando se alcanzan estas dos características se logra:

- Reducir los costos de producción.
- Reducir los tiempos de entrega.

- Reducir los niveles de incertidumbre.
- Un mayor equilibrio en las operaciones.
- Reducir los inventarios.
- Reducción del espacio físico destinado a inventarios de insumos y componentes.
- Mejorar ostensiblemente los niveles de calidad.
- Aumentar la confiabilidad.
- Simplificar el mantenimiento.
- Aumentar la adaptabilidad.
- Automatizar las actividades y procesos.
- Simplificar el flujo de insumos y componentes.
- Un mejor seguimiento y control de los materiales.

La técnica denominada "diseño para la manufactura", está centrada en la simplificación del diseño para hacerlo fabricable. El énfasis está puesto en la reducción del número total de partes, el número de partes diferentes y el número total de operaciones de manufactura.

Así, una simplificación en el diseño del producto permite llegar a una empresa a ser más competitiva. La reducción del número de partes y su estandarización son características fundamentales para poder competir en los mercados globalizados.

3.1.3 Las etapas de un proyecto de diseño y su importancia

Todo proyecto de diseño debe constar de cinco etapas, siendo éstas las siguientes:

1. *Concepción*. Consistente en preparar el anteproyecto de especificaciones.
2. *Aceptación*. En ella se demuestra que las especificaciones son alcanzadas por medio de cálculos matemáticos, bocetos, modelos experimentales, maquetas o pruebas de laboratorio.
3. *Ejecución*. Consistente en la preparación de varios modelos a partir del trabajo de la etapa anterior, construyéndose plantas pilotos como continuación de los experimentos de laboratorio.
4. *Adecuación*. Etapa en la cual el proyecto adquiere una forma que permite integrarlo a la organización y ajustarlo a las especificaciones definitivas.
5. *Preproducción*. Cuando se producen las cantidades suficientes para comprobar el diseño, las herramientas y las especificaciones.

Debe tenerse muy en cuenta la "*ley de rendimiento en disminución en el esfuerzo de diseño*", según la cual cuanto mayor sea el tiempo que se dedique a un diseño, menor será el incremento en el valor del diseño, a menos que se presente un avance tecnológico significativo.

3.1.4 Los errores más comunes

Muchos son los aspectos del diseño del producto que pueden afectar de manera adversa la facilidad en el proceso de fabricación y, consecuentemente, su nivel de calidad. Algunas partes son diseñadas con características difíciles de fabricar en forma repetitiva, o con tolerancias que son innecesariamente estrechas. Algunas partes pueden carecer de detalles para autoalinearse, o de características que eviten la inserción en posición equivocada.

En otros casos, las partes pueden ser tan frágiles o susceptibles a la corrosión o a la contaminación, que se puede dañar una parte de ellas en el embarque o por el manejo interno. A veces, debido a la falta de cuidado, un diseño tiene simplemente más partes que las necesarias para llevar a cabo las funciones deseadas, y entonces habrá mayor probabilidad de errores en su ensamble y posterior funcionamiento.

Por lo tanto, los problemas de mal diseño pueden surgir en la forma de errores, bajos rendimientos, daños o fallos en el funcionamiento durante la fabricación, ensamble, prueba, transporte y uso final.

3.1.5 El diseño y la calidad

El diseño de un producto afecta la calidad en dos aspectos principales: en la planta del proveedor y en la propia del fabricante. Una frecuente causa de inconvenientes con el proveedor son las incompletas e inexactas especificaciones relativas al artículo que estos deben proporcionar.

Esto con frecuencia sucede con los componentes a medida, y tiene lugar tanto en puntos débiles en el proceso de diseño por parte de los ingenieros, o bien en fallas en la gestión de compras y pedidos. Así pues, cuanto mayor sea el número de partes distintas, y mayor sea la cantidad de proveedores, más probabilidad existe de que un proveedor reciba una especificación incompleta e inexacta. Estos inconvenientes pueden reducirse diseñando productos con un menor número de partes, un elevado nivel de estandarización y selección de pocos proveedores confiables.

En los procesos de manufactura y ensamble, se presentan numerosos problemas e inconvenientes. Por ejemplo, en los diseños con muchas partes podría haber mezcla de partes, falta de componentes y mayor número de fallas o errores en las pruebas realizadas. Si algunas partes son semejantes, pero no idénticas, aumentan las probabilidades de que un armador use la parte equivocada.

Las partes o componentes que carezcan de detalles que eviten la inserción en el lugar o con la orientación incorrecta, darán lugar a una mala colocación o armado.

Los pasos complicados de ensamble o los procesos de unión donde se usen “técnicas especiales, solo conocidas por los operadores”, o más propiamente dicho “trucos de ensamble” pueden causar ensambles incorrectos, incompletos, no confiables, o con algún otro tipo de fallas. Por último, al no tener debidamente en cuenta en el diseño las condiciones a las que se han de sujetar las partes durante su ensamble, tales como humedad, temperatura, niveles de vibración, electricidad estática y polvo, pueden generar fallas durante sus posteriores pruebas y utilización.

El diseño para facilitar la manufactura es el proceso de diseñar un producto de tal modo que se pueda producir con el mínimo de trabajo, dinero y desechos, y con el nivel más alto de calidad.

Las metas principales son mejorar la calidad del producto, aumentar la productividad, reducir el tiempo en que esté listo el producto, y mantener la flexibilidad para adaptarse a las condiciones futuras del mercado.

3.1.6 Prácticas fundamentales de diseño

Hacer uso de las siguientes prácticas da lugar a diseños más efectivos y eficientes, los cuales son conducentes a las nuevas prácticas de gestión.

- Análisis de los requisitos del diseño, con especial énfasis en los estudios estadísticos.
- Determinación de las posibilidades reales del proceso para fabricar los componentes diseñados, dentro de las especificaciones y tolerancias establecidas.
- Identificación y evaluación de potenciales problemas en materia de calidad.
- Selección de procesos productivos que reduzcan los riesgos técnicos al mínimo.
- Evaluación sistemática de los procesos seleccionados bajo condiciones reales de fabricación.

3.1.7 Lineamientos de diseño para mejora en la calidad

1. Reducir al mínimo el número de partes o componentes.
2. Reducir al mínimo la cantidad de números de partes.
3. Diseño para logro de eficacia. Método Taguchi.
4. Eliminación de ajustes.
5. Facilitar el armado y prueba de fallos y errores.
6. Utilización de procedimientos repetibles y claramente bien comprendidos.
7. Selección de componentes que puedan sobrevivir a las operaciones del proceso.
8. Diseño de pruebas eficaces y adecuadas.
9. Distribución de partes para terminar el proceso de manera confiable.
10. Evitar cambios de ingeniería en productos en el mercado.

3.1.8 El efecto palanca

Duplicar la cantidad de tiempo, recursos y esfuerzos en la labor de diseño, haciéndola claro está, de manera consistente y sistemática, permitirá reducir notablemente los costos totales de fabricación. Estamos pues, ante un costo estratégico fundamental.

Este es un tipo de costo cuyo incremento permite vía: capacitación, planificación, trabajo en equipo, análisis de valor, retroingeniería, reingeniería de productos, e ingeniería simultánea; reducir el tiempo entre el inicio del proceso de diseño y el momento de salida de los productos al mercado, reducir consistentemente los costos haciendo factible el costo objetivo, y mejorar la rentabilidad de los activos, al tiempo que se logra un mayor nivel de satisfacción en los clientes, consumidores y usuarios.

3.1.9 Ingeniería de Métodos versus Ingeniería de Producto

En tanto que la ingeniería de métodos tiene como objetivo crear el mejor diseño de estación de trabajo para un diseño dado de producto y con el equipo y las herramientas disponibles, el objetivo de la ingeniería de producto es generar el diseño de producto más susceptible de fabricar; empleando para ello equipos y herramientas existentes o compradas o fabricar nuevos si se necesitan, y luego proporcionar el mejor diseño de estación de trabajo. En función de ello podemos enumerar los enfoques propios de ambos sistemas de la siguiente manera:

Enfoque de ingeniería de métodos

- El diseño del producto está dado (es decir, relativamente congelado)
- La manufactura y la ingeniería de métodos siguen al diseño del producto.
- El equipo y las herramientas se seleccionan y disponen para acoplarse mejor al proceso de manufactura para el diseño del producto dado.
- El equipo se selecciona generalmente de lo que está disponible en el momento.
- Las herramientas se compran o se diseñan para adecuarse al equipo seleccionado.

Enfoque de ingeniería de producto

- El diseño del producto puede cambiarse para que se ajuste a la función final deseada del producto al costo más bajo.
- El ingeniero de manufactura es un miembro del equipo de diseño del producto, y asesora al diseñador del producto sobre las alternativas de fabricación disponibles y sus efectos y costos relativos.
- El diseño del producto y el diseño del proceso son actividades simultáneas y dependientes.

- El producto puede ser modificado para que se ajuste a los requerimientos de ensamble a fin de reducir los costes de manufactura.

3.2 El Control Estadístico y la mejora de procesos

Este periodo de la calidad surge en la década de los 30's a raíz de los trabajos de investigación realizados por la Bell Telephone Laboratories. En su grupo de investigadores destacaron hombres como Walter A. Shewhart, Harry Roming y Harold Dodge, incorporándose después, como fuerte impulsor de las ideas de Shewhart, el Dr. Edwards W. Deming.

Estos investigadores cimentaron las bases de lo que hoy conocemos como Control Estadístico de la Calidad (Statistical Quality Control, SQC), lo cual constituyó un avance sin precedente en el movimiento hacia la calidad, comenzando con la aportación de Shewhart sobre reconocer que en todo proceso de producción existe variación, puntualizó que no podían producirse dos partes con las mismas especificaciones, pues era evidente que las diferencias en la materia prima e insumos y los distintos grados de habilidad de los operadores provocaban variabilidad. Shewhart no proponía suprimir las variaciones, sino determinar cuál era el rango tolerable de variación que evite que se originen problemas. Para lograr lo anterior, desarrolló las graficas de control al tiempo que Roming y Dodge desarrollaban las técnicas de muestreo adecuadas para solamente tener que verificar cierta cantidad de productos en lugar de inspeccionar todas las unidades de un mismo lote de producción.

Es pues esta etapa, un intento por concebir la calidad más allá de una simple inspección al final de la línea de producción; ahora se buscaba el control en todos los proceso de producción, proporcionando los métodos estadísticos apropiados para cada caso, aunque su alcance era reducido precisamente a los procesos de manufactura.

El trabajo de Deming fue complementado por Joseph Moses Juran, que introdujo el concepto de costos de calidad como foco de importantes ahorros si se evaluaban inteligentemente. Para identificarlos los agrupó en evitables y no evitables, entre los primeros destacan todos los surgidos dentro de la empresa (retrabajo, reparaciones, reinspecciones, etc.) y aquellos generados después que el producto es vendido (gastos de garantía, quejas, devoluciones y otros). En los costos inevitables se incurre por mantener los costos evitables en un nivel bajo, se subdividen en costos de evaluación (inspección de procesos, mantenimiento productivo) y costos de prevención (auditorias, evaluación de proveedores, capacitación). Asimismo, explicó que si los costos evitables se suprimieran se lograrían ahorros verdaderamente atractivos para la organización.

Más adelante, en los años 60's, Philip B. Crosby propuso un programa de 14 pasos a los que denominó "Cero Defectos", a través de los cuales hizo entender a los directivos que cuanto se exige perfección ésta puede lograrse, pero para hacerlo la alta gerencia tiene que motivar a sus trabajadores. De esta forma planteaba la importancia de las relaciones humanas en el trabajo.

Finalmente, en esta etapa, se observa uno de los más notables avances hacia la calidad; de centrarse sólo en el control de proceso de manufactura hasta involucrar a todos los departamentos de la organización, de enfocarse sólo en métodos estadísticos a sensibilizarse hacia las necesidades de los

trabajadores, de una alta gerencia ajena al control de calidad a una administración participativa, importante en el mantenimiento del movimiento hacia la calidad.

La calidad como estrategia de supervivencia.

En esta última etapa, la calidad ocupa un papel estratégico en las empresas ya que a través de ésta es posible mejorar la posición competitiva y el desempeño general. Se consideran los requerimientos del consumidor y la calidad de los productos de los competidores en el diseño de productos y servicios de calidad superior, que satisfagan plenamente las necesidades de los clientes y superen sus expectativas. Para posibilitar el logro de estas metas, la administración estratégica de la calidad incluye conceptos, técnicas, metodologías y procedimientos con una clara orientación al Control Total de la Calidad en todas las funciones de la organización. Pueden mencionarse dentro de éstas la reingeniería de procesos, los procesos de comparación competitivos, el despliegue de la función de calidad y la calidad en el servicio.

3.3 Los catorce pasos hacia el “cero defectos” de Crosby

En los años 60's Philp B. Crosby, propuso un programa de catorce pasos tendiente a lograr la meta de "cero defectos". El programa de Crosby planteaba la posibilidad de lograr la perfección mediante la motivación de los trabajadores por parte de la dirección de la organización, dándole un gran peso a las relaciones humanas en el trabajo

Estos catorce pasos son los siguientes:

- 1.- Compromiso de la dirección: la alta dirección debe definir y comprometerse en una política de mejora de la calidad.
- 2.- Equipos de mejora de la calidad: se formarán equipos de mejora mediante los representantes de cada departamento.
- 3.- Medidas de la calidad: se deben reunir datos y estadísticas analizar las tendencias y los problemas en el funcionamiento de la organización.
- 4.- El costo de la calidad: es el costo de hacer las cosas mal y de no hacerlo bien a la primera.
- 5.- Tener conciencia de la calidad: se adiestrará a toda la organización enseñando el costo de la no calidad con el objetivo de evitarlo.
- 6.- Acción correctiva: se emprenderán medidas correctivas sobre posibles desviaciones.
- 7.- Planificación cero defectos: se definirá un programa de actuación con el objetivo de prevenir errores en lo sucesivo.
- 8.- Capacitación del supervisor: la dirección recibirá preparación sobre cómo elaborar y ejecutar el programa de mejora.
- 9.- Día de cero defectos: se considera la fecha en que la organización experimenta un cambio real en su funcionamiento.
- 10.- Establecer las metas: se fijan los objetivos para reducir errores.

- 11.- Eliminación de la causa error: se elimina lo que impida el cumplimiento del programa de actuación error cero.
- 12.- Reconocimiento: se determinarán recompensas para aquellos que cumplan las metas establecidas.
- 13.- Consejos de calidad: se pretende unir a todos los trabajadores mediante la comunicación.
- 14.- Empezar de nuevo: la mejora de la calidad es un ciclo continuo que no termina nunca.

3.3.1 La calidad soy yo

“La calidad empieza con el cambio de valores, ética, disciplina, orden, limpieza y puntualidad de uno mismo. Luego conviértase en un agente de cambio al transmitir a través del ejemplo; no exija cambio, sea usted el cambio.”

En la actualidad, la industria moderna busca la calidad de sus productos ofertados mediante la mejora de eficiencia de sus procesos. Directivos de pequeñas, medianas y grandes empresas están inmersas en la inversión de fuertes sumas de dinero en la implantación de sistemas de gestión y consultorías en general que permitan la disminución de tiempos, costos y fallas en los productos finales. Se ven constantemente la oferta de complejos sistemas de indicadores que permiten poder medir en tiempo real el estado de los diferentes procesos internos, externos y de la satisfacción del cliente para tomar decisiones eficaces.

Pero estos sistemas en muchos casos, en vez de convertirse en simplificadores de control y facilitadores de información real para la toma de decisiones, se convierten en celdas cada vez más estrechas para los directivos al tomar mucho de su tiempo en hacerle seguimiento y, sobre todo, en lograr que los integrantes de las organizaciones tomen acciones correctivas ante cualquier desviación significativa. Los directivos perciben un vacío en estilo y herramienta de gestión, sienten la falta del aceite que lubrique los engranajes entre personal y políticas, procedimientos y controles establecidos. Esto sucede por una simple y a la vez compleja razón, estos sistemas de gestión e indicadores están aumentando el trabajo de la organización en vez de sustituir y simplificar parte de este. Esto sucede porque no se está atacando la causa raíz directamente, la calidad humana de las personas que integran cada organización. El primer paso antes de comprar e implementar sistemas de gestión y/o indicadores es trabajar en la calidad humana de las personas. Hay que partir desde el aspecto que las organizaciones son entidades sociales, es decir, están compuestas por personas y son estas últimas quienes harán que los sistemas de gestión, indicadores, procedimientos, políticas y otros elementos que se apliquen, funciones realmente como una solución o como un problema más.

La calidad humana se puede medir bajo criterios como valores, ética, responsabilidad, puntualidad, disciplina, orden y limpieza, motivación, capacidad de relacionamiento y otros aspectos fundamentales. Una persona con una calidad humana elevada puede llegar a tener el mismo éxito profesional que una persona corrupta, con la diferencia que la primera sentirá orgullo interno real y motivante por lo conseguido además de la conciencia tranquila, aspecto que no se puede llegar a valorar monetariamente. Una persona con disciplina, pro actividad, ética y otros elementos importantes ya indicados anteriormente puede llegar a sobresalir mucho más como un líder real y digno de imitar ante

los funcionarios. Mucha gente daría más de la mitad de sus logros por poder estar con la conciencia en paz y sin esto último el éxito en la vida no está completo.

Para trabajar en la mejora de la calidad humana de los funcionarios la estrategia más efectiva para un directivo es lograr el cambio positivo, real y duradero en los criterios mencionados anteriormente pero en sí mismo. Cada directivo debe cambiar primero para saber exactamente lo que desea que se cambie dentro de la cultura organizacional para que se convierta en una cultura de calidad y sobre todo para ser un ejemplo.

La alta dirección de una organización debe convertirse en un espejo de los que pretende que sus trabajadores sean. Cambie primero, será mucho más fácil transmitir el comportamiento que se desea. Se evidencia constantemente directivos que exigen puntualidad, pulcritud, disciplina, respeto y otros a sus funcionarios cuando ellos mismos son los primeros en estar alejados de lo deseado.

Para lograr la calidad de sus productos y/o servicios, de sus procesos y de su organización en general de forma sostenible y real comience cambiando usted mismo. Una vez logre ese cambio y sea capaz de transmitirlo, la implantación de sistema de gestión y/o indicadores será exitoso puesto que ya tiene lo fundamental listo, las personas.

Para empezar este cambio fijase metas fáciles de cumplir. A continuación hay algunos ejercicios que puede realizar para lograr un cambio hacia la calidad humana:

- Llegar puntual toda la semana a la oficina, no significa 10 ó 15 minutos después de la hora de ingreso sino estar en el puesto de trabajo listo para empezar la jornada a la hora establecida. Es importante que todo director o gerente de la empresa tenga la moral de poder pedir puntualidad y disciplina a sus funcionarios, cumplir las normas y horarios primero dará mucho más fuerza y validez a su solicitud.
- Respete la agenda temaria de las reuniones programadas para la semana, documéntese adecuadamente previo a su ingreso y no toque otros temas mientras no se terminen los agendados; y sobre todo respete el tiempo de los demás. No programe más reuniones de las que pueda llegar puntual y preparado para no fallar o llegar tarde a ninguna.
- Mantenga la pulcritud en su apariencia, no es necesario llevar traje y corbata para mantener una buena presentación en cada momento.
- No tome decisiones apresuradas sin analizar al menos 2 alternativas o analizar a fondo las causas del problema. Converse con su equipo de trabajo, tenga el Don de escuchar, no recrimine antes de saber a fondo los motivos de cada situación.
- No deje ninguna actividad a medio terminar, aun si se da cuenta que no es la mejor alternativa realice el seguimiento hasta que se cierre o clausure. No permita que exista incertidumbre sobre las actividades emprendidas.

- Practique el cumplir todas las normas establecidas inclusive si le significa 1 minuto más de trabajo, olvídense que usted es el jefe y siga los pasos establecidos, aprenderá lo que significa que todos realicen las actividades correctamente.
- Ordene su escritorio antes de trabajar y al finalizar la jornada, la primeras jornadas tardará quizás más de 20 minutos, pero con el tiempo no durara más de 5 minutos. Trate de tener lo que usará durante ese día según su agenda lo que necesitará. El orden y la limpieza es esencia en el logro de la calidad, que incluye a su vez una buena imagen. La calidad no solo se hace, también debe parecer que usted la hace. Consulte el método de las 5S, conviértalo en un estilo de vida.

Estos cambios no solo afectan la parte laboral, cuando se convierte en una forma a de vida también afecta de forma positiva su ambiente familiar.

Lo importante es que cada directivo debe tener claro que la calidad nos la debemos exigir a nosotros mismos antes de exigirla a los demás, puesto que estará evaluada y percibida por el personal en base a los que el demuestre como calidad. A su vez, para que cualquier sistema de gestión no solo mejore la imagen externa de la empresa por la certificaciones que pueda obtener, sino que traiga resultados positivos, empiece por cambiar la calidad humana de quienes aplicarán ese sistema de gestión, este último será reflejo de lo que la alta dirección y los funcionarios son.

3.3.2 Seis sigma, un sistema de calidad

En la década del ochenta Philip Crosby popularizó el concepto de Cero Defecto como orientación para el control de calidad. Este enfoque establece la meta de resultados que carezcan de errores al 100 por ciento. Crosby sostiene que si se establece un nivel “aceptable” de defectos, ello tiende a provocar que dicho nivel (o uno más alto) se conviertan en una profecía que se cumple; si los empleados saben que está “bien” trabajar dentro de un nivel determinado de errores, llegarán a considerar que ese nivel es la “norma”. Es evidente que dicha “norma” está por debajo de lo óptimo. Crosby sostiene que a las personas se le establecían estándares de desempeño mucho más holgados en sus trabajos que lo que regían sus vidas personales. “Ellos esperaban hacer las cosas bien, cuando se trataba de sostener a un bebé, de pagar las facturas o de regresar temprano a la casa correcta. En cambio, en los negocios se les fijaban “niveles aceptables de calidad”, márgenes de variación y desviaciones.

La idea de un “porcentaje de error aceptable” (a veces denominado un “nivel de calidad aceptable”) es un curioso remanente de la era del “control” de calidad. En aquellos tiempos, se podían encontrar maneras de justificar estadísticamente las naturales fallas humanas, sosteniendo que nadie podía ser posiblemente perfecto. De modo que si el 100% es inalcanzable, ¿por qué no conformarse con el 99%, e incluso con el 95%? Entonces, si alcanzáramos el 96.642%, podríamos celebrar el hecho de haber superado los objetivos. La cuestión es que el 96.642% significa que de 100.000 transacciones efectuadas

por un servicio, 3,358 resultarían desfavorables. Los clientes insatisfechos, aquellos que habrían estado fuera del porcentaje de transacciones o ensambles perfectos, no regresarían jamás.

¿Qué es Seis Sigma?

Seis Sigma implica tanto un sistema estadístico como una filosofía de Calidad. Seis Sigma es una forma más inteligente de dirigir un negocio o un departamento. Seis Sigma pone primero al cliente y usa hechos y datos para impulsar mejores resultados. Los esfuerzos de Seis Sigma se dirigen a tres áreas principales:

- Mejorar la satisfacción del cliente
- Reducir el tiempo del ciclo
- Reducir los defectos

Las mejoras en estas áreas representan importantes ahorros de costes, oportunidades para retener a los clientes, capturar nuevos mercados y construirse una reputación de empresa de excelencia.

Podemos definir Seis Sigma como:

1. Una medida estadística del nivel de desempeño de un proceso o producto.
2. Un objetivo de lograr casi la perfección mediante la mejora del desempeño.
3. Un sistema de dirección para lograr un liderazgo duradero en el negocio y un desempeño de primer nivel en un ámbito global.

NIVELES DE DESEMPEÑO EN SIGMA

Nivel en sigma	Defectos por millón de oportunidades
6	3.40
5	233
4	6,210

3	66,807
2	308,537
1	690,000

Cuando una empresa viola requerimientos importantes del cliente, genera defectos, quejas y costos. Cuanto mayor sea el número de defectos que ocurran mayor será el costo de corregirlos, como así también el riesgo de perder al cliente.

La meta de Seis Sigma es ayudar a la gente y a los procesos a que aspiren a lograr entregar productos y servicios libres de defectos. Si bien Seis Sigma reconoce que hay lugar para los defectos pues estos son inherentes a los procesos mismos, un nivel de funcionamiento correcto del 99.9997% implica un objetivo donde los defectos en muchos procesos y productos son prácticamente inexistentes.

La meta de Seis Sigma es especialmente ambiciosa cuando se tiene en cuenta que antes de empezar con una iniciativa de Seis Sigma, muchos procesos operan en niveles de 1, 2 y 3 sigma, especialmente en áreas de servicio y administrativas.

Debemos tener en cuenta que un cliente insatisfecho lo contará su desafortunada experiencia a entre nueve y diez personas, o incluso más si el problema es serio. Y por otro lado el mismo cliente sólo se lo dirá a tres personas si el producto o servicio lo ha satisfecho. Ello implica que un alto nivel de fallos y errores son una fácil ruta a la pérdida de clientes actuales y potenciales.

4. MARCO CONTEXTUAL:

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECOPIADA

4.1 Misión

Como empresa, debemos tener una misión y en este caso proponemos la siguiente:

Ofrecer productos de calidad, con cero defectos, a tiempo, y con un excelente servicio para satisfacer los requerimientos del cliente.

4.1.2 Visión

Nuestra Visión ser una compañía con una base solida en los fundamentos de calidad para tener una estructura organizacional que proporciones bienestar a sus empleados así como a sus clientes y proveedores.

4.1.3 Política de Calidad

El trabajo en equipo y el compromiso de cada empleado es la base de la organización para entregar productos de buena calidad a tiempo para satisfacer las exigencias del mercado a través de la implementación del sistema de calidad basado en la filosofía de c ero defectos.

4.1.4 Aspectos de la Calidad

- 1) La calidad consiste en satisfacer las exigencias de los clientes
- 2) Prevenir es mejor que inspeccionar
- 3) El objetivo a alcanzar es un estándar de "cero defectos"
- 4) La calidad se mide monetariamente

Organización Permanentemente Exitosa Crosby describe las características de la empresa ideal:

- 1) La gente hace las cosas bien desde el principio
- 2) La gerencia anticipa el cambio y lo usa a su favor
- 3) El crecimiento es constante y rentable

- 4) Los nuevos bienes y servicios surgen cuando el público los demanda
- 5) Todos están contentos de trabajar allí

4.2 Alcanzar cero defectos

Como consecuencia del control sobre el proceso de producción, ésta debe contar en todo momento con un excelente control de calidad. Para ello, es preferible frenar la máquina *antes* de que el defecto se produzca. El valor de anticipación tiene singulares repercusiones psicológicas. Veamos: la producción de un objeto defectuoso alude a algo que no se puede hacer bien por carencias o incapacidades propias. En tales casos, se observan importantes manifestaciones de culpa con una sensible disminución de la autoestima. Es decir, se ha dañado el objeto y costará mucho (económica y psicológicamente) repararlo.

Pero cuando es posible adelantarse al error, al defecto y evitar que se produzca, el operador sale de la situación muy fortalecido: no sólo evitó el mal sino que además pudo reparar y construir de manera efectiva un producto objetivo que materializa tal logro. A la empresa le conviene fomentar el cuidado por el producto porque así no hay derroche de material, pero no sólo es el aspecto económico lo importante. Psicológicamente, la producción de "cero defectos" incrementa la autoconfianza de trabajador en sí mismo y en la empresa, que transmite una imagen de preocupación franca y de responsabilidad por lo que produce.

Es evidente que la imagen que el trabajador tiene de la empresa, no es la misma si la institución produce de cualquier manera y a su vez vende los productos defectuosos en el mercado, con el engaño implícito al público consumidor, que si cuida dicho proceso de producción hasta sus últimas consecuencias, mostrándose entonces una preocupación por el propio trabajo y por los integrantes del entorno social. En suma, ¿qué tan orgulloso puede sentirse un trabajador de lo que produce? ¿Dicho orgullo no tendrá obviamente repercusiones en la calidad de sus trabajos y en su compromiso laboral? Podríamos decir más, un trabajador que siente un particular orgullo por lo que hace, que cuenta con suficiente autoestima porque hace las cosas bien, porque siente que tiene la capacidad para hacerlas y porque tiene la imagen de que la empresa en la cual trabaja se preocupa - como él por una determinada calidad del producto, es un trabajador que labora mucha más contento, es un trabajador que se siente más realizado en su trabajo, es un operario que tendrá mejores niveles de salud mental.

4.3 Modo de falla y análisis de efectos

Tradicionalmente, en los procesos de comercialización de bienes y servicios, y con el objetivo de satisfacer al cliente, las empresas se han visto en la obligación de ofrecer garantías, es decir, de comprometerse con el cliente por un período determinado a reparar o sustituir de manera total o parcial los productos que presenten defectos operacionales o de construcción.

Aun cuando este compromiso representa tranquilidad para el consumidor, el hecho de no poder disponer del producto durante un período de reparación o sustitución, o que éste se averíe con mucha frecuencia; representa un motivo de insatisfacción, el cual se traduce como una pérdida de prestigio para el proveedor.

De igual manera, en aquellos casos en que el producto o servicio es utilizado en lugares remotos o en condiciones muy críticas, la garantía pasa a un segundo plano y el interés principal del cliente recae en que el producto no falle.

Por estos motivos, es deseable colocar en el mercado un producto o servicio que no presente defectos, y para tal fin en la presente investigación se expone el análisis de modos y efectos de fallas potenciales como un procedimiento de gran utilidad para aumentar la confiabilidad y buscar soluciones a los problemas que puedan presentar los productos y procesos antes de que estos ocurran.

A continuación se describen las siguientes siete actividades generales para realizar un FMEA.

1. Formar el equipo que realizará el FMEA y delimitar al producto o proceso que se le aplicará.
2. Identificar y examinar todas las formas posibles en que puedan ocurrir fallas de un producto o proceso (identificar los modos potenciales de falla).
3. Para cada falla, identificar su efecto y estimar la *severidad* del mismo.

Para cada falla potencial:

1. Encontrar las causas potenciales de la falla y estimar la frecuencia de *ocurrencia* de falla debido a cada causa.
2. Hacer una lista de los controles o mecanismos que existen para detectar la ocurrencia de la falla, antes de que el producto salga hacia procesos posteriores o antes que salga del área de

manufactura o ensamble. Además estimar la probabilidad de que los controles hagan la *detección* de la falla.

3. Calcular el número prioritario de riesgo (NPR), que resulta de multiplicar la severidad por la ocurrencia y la detección.
4. Establecer prioridades de acuerdo al NPR, y para los NPR más altos decidir acciones para disminuir severidad y/ u ocurrencia, o en el peor de los casos mejorar la detección. Todo el proceso seguido debe quedar documentado en un formato FMEA.
5. Revisar y establecer los resultados obtenidos, lo cual incluye precisar las acciones tomadas y volver a calcular el NPR.

La información obtenida con las actividades descritas se organiza en un formato especial de FMEA, descrito enseguida donde también se muestran las actividades y secuencia de pasos para realizar un FMEA.

4.3.1 Detalle de las actividades

En el formato de FMEA deberá registrarse la información del encabezado que será necesaria para el historial y la rastreabilidad del documento como se enlista a continuación.

1. *Página/ De:* anotar el número consecutivo correspondiente a la página en la que se trabaja y en De: escribir el número total de hojas que completan el FMEA.

2. *Número de proyecto:* anotar el número de proyecto al que corresponde este análisis, de acuerdo a los criterios que se utilizan en la empresa.

3. *Proceso:* registrar el nombre del proceso u operación sobre el cual se está haciendo el análisis.

4. Producto afectado: registre el nombre y /o modelos del(os) producto(s) que se producen en este proceso.

5. Responsabilidad: escribir el nombre de la persona que tiene la responsabilidad primaria del proceso, es decir, la gerencia que tiene la responsabilidad principal de la máquina, equipo o proceso.

6. Líder del proyecto: anotar el nombre del responsable técnico del proyecto.

7. Preparado por: anotar el nombre de las personas que realizaron este FMEA.

8. Fecha clave: escribir la fecha obligatoria en que se debe terminar este FMEA, ya sea por alguna razón especial como compromisos de liberación de producción o por meta en tiempo que el equipo decida imponerse.

9. Fecha FMEA original y última revisión: si ya se ha hecho antes un FMEA sobre este proceso, anotar la fecha del primer FMEA y la fecha de la última revisión formal.

10. Función del proceso (identificación y propósito): dar una descripción breve de la función del proceso analizado, anotando las principales etapas del proceso y su función correspondiente.

11. Modo potencial de falla: es la manera en que el proceso (sistema, componente) podría potencialmente fallar en el cumplimiento de requerimientos. En esta etapa se deben anotar todos los modos potenciales de falla, sin tomar en cuenta la probabilidad de su ocurrencia. El analista debe ser capaz de contestar las siguientes preguntas:

- ¿Cómo el proceso o parte puede fallar en el cumplimiento de especificaciones?
- Independientemente de las especificaciones de ingeniería, ¿qué consideraría un cliente como objetable?

Una revisión de procesos similares, reportes de problemas de calidad y de las quejas de clientes, así como FMEA's previos sobre componentes similares es un buen punto de partida. Los modos o formas de falla típicos son:

- Abertura inadecuada
- Corto circuito
- Falla del material
- Herramienta desgastada
- Operación faltante
- Parte dañada
- Sistema de control inadecuado
- Velocidad incorrecta
- Daño por manejo
- Herramental incorrecto
- Lubricación inadecuada
- Medición inadecuada
- Falta de lubricación
- Sobrecalentamiento
- Fuera de tolerancia

12. Efecto(s) de la falla potencial: se definen como los efectos del modo de falla, este efecto negativo puede darse en el proceso mismo, sobre una operación posterior o el cliente final. De esta forma, suponiendo que la falla ha ocurrido, en esta etapa se deben describir todos los efectos potenciales de los modos de falla señalados en el paso previo. Una pregunta clave para esta actividad es *¿qué ocasionará el modo de falla identificado?* La descripción debe ser tan específica como sea posible. Las descripciones típicas de los efectos potenciales de falla, desde la óptica del consumidor final del producto, son:

- El producto no funciona
- Eficiencia final reducida
- Áspero
- Calentamiento excesivo
- Ruido
- Olor desagradable
- Inestabilidad
- Mala apariencia

Mientras que desde la óptica de una operación posterior, algunos efectos potenciales típicos son:

- No abrocha
- Pone en peligro a operadores
- No se puede taladrar
- No ensambla
- No se puede montar
- No se puede conectar

13. Severidad (S): estimar la severidad de los efectos listados en la columna previa. La severidad de los efectos potenciales de falla se evalúa en una escala del 1 al 10 y representa la gravedad de la falla para el cliente o para una operación posterior, una vez que esta falla ha ocurrido. La severidad solo se refiere o se aplica al efecto.

Se puede consultar a ingeniería del producto para grados de severidad recomendados o estimar el grado de severidad aplicando los criterios de la tabla. Los efectos pueden manifestarse en el cliente final o en el proceso de manufactura. Siempre se debe considerar primero al cliente final. Si el efecto ocurre en ambos, use la severidad más alta. El equipo de trabajo debe estar de acuerdo en los criterios de evaluación y en que el sistema de calificación sea consistente.

14. Control o artículos críticos: utilizar esta columna para identificar o clasificar las características críticas del proceso que requieren controles adicionales; por tanto se le debe notificar al responsable del diseño de proceso.

15. Causas /mecanismo de la falla potencial (mecanismo de falla): hacer una lista de todas las posibles causas para cada modo potencial de falla. Entendiendo como causa de falla a la manera como podría

ocurrir la falla. Cada causa ocupa un renglón. Asegurarse de que la lista sea lo más completa posible, para ello puede aplicarse el diagrama de Ishikawa, diagrama de relación o diagrama de árbol. Las causas típicas de falla son:

- Abertura inadecuada
- Capacidad excedida
- Operación faltante
- Daño por manejo
- Sistema de control inadecuado
- Falla de material
- Herramienta desgastada
- Lubricación inadecuada
- Herramienta dañada
- Parte dañada
- Preparación inadecuada
- Sobre calentamiento
- Velocidad incorrecta
- Medición inexacta
- Falta lubricación
- Herramental incorrecto

16. Ocurrencia (O): estimar la frecuencia con la que se espera ocurra la falla debido a cada una de las causas potenciales listadas antes (*¿qué tan frecuente se activa tal mecanismo de falla?*). La posibilidad de que ocurra cada causa potencial (que se active el mecanismo de falla), se estima en una escala del 1 al 10. Si hay registros estadísticos adecuados, éstos deben utilizarse para asignar un número a la frecuencia de ocurrencia de la falla. Es importante ser consciente y utilizar los criterios de la tabla para asignar tal número. Si no hay datos históricos puede hacerse una evaluación subjetiva utilizando las descripciones de la primera columna de la tabla.

17. Controles actuales del proceso para detección: hacer una lista de los controles actuales del proceso que están dirigidos a:

- a) Prevenir que ocurra la causa-mecanismo de falla o controles que reduzcan la tasa de falla.
- b) Detectar la ocurrencia de la causa-mecanismo de la falla, de tal forma que permite generar acciones correctivas.
- c) Detectar la ocurrencia del modo de falla resultante.

Obviamente, los controles del tipo a) son preferibles, enseguida los del tipo b), y los menos preferidos son controles del tipo c).

18. Detección (D): con una escala del 1 al 10, estimar la probabilidad de que los controles del tipo b) y c), detecten la falla (su efecto), una vez que ha ocurrido, antes de que el producto salga hacia procesos posteriores o antes de que salga del área de manufactura o ensamble. Se debe suponer que la causa de falla ha sucedido y entonces evaluar la eficacia de los controles actuales para prevenir el embarque del defecto. Es decir, es una estimación de la probabilidad de detectar, suponiendo que ha ocurrido la falla, y no es una estimación sobre la probabilidad de que la falla ocurra. Las verificaciones aisladas hechas por el departamento de calidad son inadecuadas para detectar un defecto y, por tanto, no resultarán en un cambio notable del grado de detección. Sin embargo, el muestreo hecho sobre una base estadística es un control de detección válido. En la tabla se muestran los criterios recomendados para estimar la probabilidad de detección.

19. Número de prioridad del riesgo (NPR): calcular el NPR para efecto-causas-contrroles, que es el resultado de multiplicar la puntuación dada a la severidad (S-13) del efecto de falla, por las probabilidades de ocurrencia (O-16) para cada causa de falla, y por las posibilidades de que los mecanismos de control detecten (D-18) cada causa de falla. Es decir, para cada efecto se tienen varias causas y para cada causa un grupo de controles.

$$NPR = (Severidad) \times (Ocurrencia) \times (Detección)$$

El NPR cae en un rango del 1 a 1 000 y proporciona un indicador relativo de todas las causas de falla. A los más altos números de NPR se les deberá dar prioridad para acciones correctivas, Y sea para prevenir la causa o por lo menos para emplear mejores controles de detección. Especial atención debe darse cuando se tengan altos NPR (mayores a 80) con severidades altas.

20. Acciones recomendadas: en esta columna se describe una breve descripción de las acciones correctivas recomendadas para los NPR más altos. Por ejemplo cuando hay poca comprensión de las causas de la falla, entonces la recomendación podría ser ejecutar un proyecto de mejora basado en los “ocho pasos en la solución de un problema (el ciclo de la calidad).

Un FMEA de proceso bien desarrollado y pensado será de un valor limitado si no se completan acciones correctivas y efectivas. Es responsabilidad de todas las áreas afectadas establecer programas de seguimiento efectivo para implantar todas las recomendaciones. Las acciones correctivas que atiendan los NPR más altos son generalmente para el diseño o el proceso. Basadas en el análisis, las acciones pueden ser usadas para lo siguiente:

- Generar soluciones que eviten, prevengan o por lo menos reduzcan la probabilidad de *ocurrencia* de la falla, debido a la causa asociada. Estas soluciones deben ser a nivel proceso o diseño de producto. Las herramientas que se pueden utilizar para generar una buena solución son: metodología de los ocho pasos, diseño de experimentos, sistemas poka-yoke, o cartas de control.
- En algunas ocasiones es posible reducir la *severidad* del modo de falla del producto modificando su diseño.
- Para incrementar la probabilidad de *detección* se requieren revisiones al proceso. Generalmente, un aumento de los controles de detección es costoso e ineficaz para mejorar la calidad. Un incremento en la frecuencia de inspección en el departamento de calidad no es una acción correctiva positiva y debe utilizarse sólo como último recurso o medida temporal.
- En algunos casos puede recomendarse un cambio en el diseño de una parte específica para ayudar a la detección. Pueden implementarse cambios en los sistemas de control actuales para incrementar la probabilidad de detección; sin embargo, debe ponerse énfasis en la prevención de defectos (es decir, reduciendo la ocurrencia), en vez de su detección; por ejemplo, teniendo

un control estadístico de proceso en lugar de técnicas de muestreo al azar. Otra posibilidad es diseñar un mecanismo poka-yoke, que al integrarse al proceso mismo garantice la plena detección del defecto antes de que haya peores consecuencias.

21. Responsabilidad y fecha prometida para acciones recomendadas: especificar el área y personas responsables de la ejecución de las acciones recomendadas, con la fecha prometida para concluir tales acciones.

22. Acciones Implementadas: A manera de seguimiento y una vez que se ha implementado la acción, anotar el resultado de la misma.

23. NPR Resultante: una vez que la acción correctiva ha sido llevada a cabo, se deberá actualizar la información para la puntuación de severidad, ocurrencia y detección para la causa de falla estudiada. Todos los NPR resultantes deberán ser revisados y si es necesario considerar nuevas acciones, para ello se repiten los pasos del 20 en adelante.

Seguimiento: los responsables del proceso tienen la obligación de asegurar que las acciones recomendadas son efectivamente atendidas e implementadas. El FMEA es un documento vivo que debe reflejar siempre el estado último de las fallas de proceso, con las acciones que se han emprendido para atenderlas. Por ello es importante que los FMEA sean parte de la documentación básica del proceso y que para las principales fallas se tenga un historial y una versión actualizada del FMEA. En particular en las columnas de resultados de acciones se debe tener una valoración del estado último de la importancia de las fallas. Por lo que cada vez que haya un cambio importante en la ocurrencia de una falla, en su severidad o en los mecanismos de control, es necesario recalcular los NPR.

Características de un FMEA efectivo: las siguientes ocho características distinguen a FMEA efectivos:

- Todas las características especiales están incluidas en el diseño y en el proceso.
- Se han calculado los NPR iniciales.
- Se ha definido qué se entiende por “Alto”.
- Todos los NPR altos tienen acciones correctivas.
- Se han incorporado elementos a prueba de errores (poka-yoke)
- Los NPR se han recalculado.

- El FMEA refleja nuevos NPR, en otras palabras están actualizados.
- Los NPR que aún están altos, se encuentran indicados en el plan de control y en las instrucciones de operación.

4.3.2 Formato de PFMEA y Tablas de Criterios

ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE LA FALLA POTENCIAL (AMEF DE PROCESO)

Proyecto: Proceso: No. Nombre Producto
 Area responsable: Líder del proyecto:
 Otras areas involucradas: Fecha de liberacion:

Página: de ____
 AMEF #: _____
 Preparado por:
 Fecha Amef original:
 Fecha Última revisión:

Descripción del proceso Identificación	Proposito del proceso	Modo de la falla potencial	Efectos-Causa(s) Potenciales de la falla	SEVERIDAD CRITICA		Causa potencial de mecanismo de la falla	OCURRENCIA Controles actuales	DETECCION		Acciones recomendadas	Area/ Responsable/ Fecha de cierre	Resultado de accion <input type="text" value="23"/>						
				13	14			15	16			17	18	19	20	21	22	SEV
<input type="text" value="10"/>		<input type="text" value="11"/>	<input type="text" value="12"/>			<input type="text" value="15"/>	<input type="text" value="16"/>			<input type="text" value="20"/>	<input type="text" value="21"/>	<input type="text" value="22"/>						

Efecto	Criterio: Severidad del efecto	Ranking
Riesgoso - Sin advertencia	Puede peligrar la máquina o el operador de ensamble. Ranking muy alto cuando un modo de falla potencial afecta la seguridad de la operación del vehículo y / o envuelve incumplimiento a regulaciones gubernamentales. La falla ocurre sin advertencia	10
Riesgoso - Con advertencia	Puede peligrar la máquina o el operador de ensamble. Ranking muy alto cuando un modo de falla potencial afecta la seguridad de la operación del vehículo y / o envuelve incumplimiento a regulaciones gubernamentales. La falla ocurre con advertencia	9
Muy alto	Paro mayor en la línea de producción. El 100% del producto debe ser desechado. El vehículo / parte es inoperable, pérdida de la función primaria. El cliente esta muy insatisfecho	8
Alto	Paro menor en la línea de producción. El producto debe ser seleccionado y una parte (menor al 100%) desechado. El vehículo es operable, pero se reduce el nivel de desempeño. El cliente esta insatisfecho	7
Moderado	Paro menor en la línea de producción. Una parte (menor al 100%) del producto debe ser desechado (sin seleccionar). El vehículo / parte son operables, pero algunas características de confort / equipo son inoperables. El cliente experimenta inconformidad	6
Bajo	Paro menor en la línea de producción. 100% del producto debe ser retrabajado . El vehículo / parte son operables, pero algunas características de confort / equipo son operables a un nivel reducido de desempeño. El cliente experimenta alguna inconformidad	5
Muy bajo	Paro menor en la línea de producción. El producto debe ser seleccionado y una parte (menor al 100%) retrabajado. Las características de forma y acabado / vibración y ruido son no conformes. El defecto es detectado por muchos clientes	4
Menor	Paro menor en la línea de producción. Una parte del producto (menor al 100%) tiene que ser retrabajada en la línea, pero fuera de la estación de trabajo. Las características de forma y acabado / vibración y ruido son no conformes. El defecto es detectado por el promedio de clientes	3
Muy menor	Paro menor en la línea de producción. Una parte del producto (menor al 100%) tiene que ser retrabajada en la línea, pero fuera de la estación de trabajo. Las características de forma y acabado / vibración y ruido son no conformes. El defecto es detectado por algunos clientes	2
Ninguno	Sin efecto	1

Probabilidad de falla	Rangos de probabilidad de falla	Cpk	Ranking
Muy alta: La falla es inevitable	Igual o mayor a 1 en 2	Menor a 0.33	10
	1 en 3	Igual o mayor a 0.33	9
Alta: Generalmente asociada con procesos similares o procesos anteriores que a menudo fallan	1 en 8	Igual o mayor a 0.51	8
	1 en 20	Igual o mayor a 0.67	7
Moderado: Generalmente asociado con procesos similares o procesos anteriores los cuales experimentan fallas ocasionales, pero no en mayores proporciones	1 en 80	Igual o mayor a 0.83	6
	1 en 400	Igual o mayor a 1.00	5
	1 en 2,000	Igual o mayor a 1.17	4
Bajo: Fallas aisladas asociadas con procesos similares	1 en 15,000	Igual o mayor a 1.33	3
Bajo: Fallas aisladas asociadas con procesos identicos	1 en 150,000	Igual o mayor a 1.50	2
Remota: Sin fallas asociadas con procesos identicos	1 en 1,500,000	Igual o mayor a 1.67	1

Detección	Criterio: La habilidad de que la existencia de un defecto sea detectadas por los controles del proceso antes de la operación siguiente o subsecuente, o antes de que la parte o componentes salgan a la instalación de manufactura o ensamble	Ranking
Casi Imposible	No se conocen controles disponibles para detectar el modo de falla	10
Muy Remoto	Probabilidad muy remota de que los controles actuales detecten el modo de falla	9
Remoto	Probabilidad remota de que los controles actuales detecten el modo de falla	8
Muy bajo	Muy baja probabilidad de que los controles actuales detecten el modo de falla	7
Bajo	Baja probabilidad de que los controles actuales detecten el modo de falla	6
Moderado	Probabilidad moderada de que los controles actuales detecten el modo de falla	5
Moderadamente Alto	Probabilidad moderadamente alta de que los controles actuales detecten el modo de falla	4
Alto	Probabilidad alta de que los controles actuales detecten el modo de falla	3
Muy Alto	Probabilidad muy alta de que los controles actuales detecten el modo de falla	2
Siempre Detectable	Los controles actuales siempre detectan el modo de falla.	1

4.4 Plan de Control de Calidad

Un Plan de Control de Calidad especifica los controles de calidad que se aplican a cualquier proceso o conjunto de procesos que tengan por finalidad la realización de un producto, ya sea éste un servicio o un producto tangible.

Lo primero que debemos saber es que un Plan de Control de Calidad es un resultado final de un proceso más grande, el proceso del diseño del proceso. Por ejemplo, si una empresa ha de fabricar un nuevo producto, el Plan de Control de Calidad se establece en base a las actividades de transformación de las materias primas en dicho producto. El Plan de Control de Calidad puede, y debe, determinar la forma de realizar el producto. Determinar, incluso, la forma de realizar el producto sin que sea necesario controlarlo. Al menos no de la forma que entendemos un control.

Hay que tener claro que el objetivo no es controlar, sino hacer un producto que cumpla los requisitos.

El diseño de la forma de realizar el producto, y la forma de controlar la calidad del producto realizado (definida en el Plan de Control de Calidad), es el diseño del proceso de realización del producto.

Centrándonos exclusivamente en la elaboración del Plan de Control de Calidad, inscrito como hemos dicho dentro del proceso de diseño del proceso, las etapas básicas que conducen a su obtención son:

4.4.1 Definir

Definir completamente qué etapas comprende la fabricación (o prestación de servicio), qué medios productivos se van a utilizar (máquinas y herramientas), qué materias primas, cuántas personas y qué competencia deben tener, qué procedimientos de trabajo se van a utilizar, qué aspectos legales y reglamentarios afectan, cuáles son los requisitos del producto, etc.

En la práctica, buena parte de esta información se suele determinar gráficamente en un documento denominado sinóptico del proceso (también conocido como diagrama de flujo del proceso y otras variantes). El sinóptico del proceso estructura el campo de trabajo en etapas, que serán utilizadas en todo el proceso de diseño del plan de control. Como se ha indicado anteriormente, el diseño del plan puede modificar la forma de trabajar y/o enriquecerla. Con lo cual modificará y/o añadirá nuevos elementos al sinóptico.

4.4.2 Analizar los riesgos

Analizar los riesgos asociados a la realización de cada una de las etapas determinadas en el FMEA cuyo análisis evalúa y puntúa cada uno de los riesgos asociados a la fabricación o prestación de servicio según su gravedad, ocurrencia (la probabilidad de que ocurra), y detección (probabilidad de que el problema sea detectado cuando aparezca), para obtener, producto de los tres, un índice denominado índice de prioridad de riesgo (NPR).

Un Plan de Control de Calidad pretende garantizar que el producto resultante cumpla los requisitos. Para conseguir este fin, parece lógico que analicemos primero qué puede ir mal, qué puede fallar. FMEA no es más que una técnica estructurada para evidenciar los puntos débiles del proceso y obtener una ponderación de estos riesgos.

4.4.3 Documentar el plan de control

Si hemos hecho correctamente las etapas anteriores, dispondremos de toda la información necesaria para hacerlo. Se trata de documentar como mínimo lo siguiente:

1. especificar etapa por etapa de la realización del producto qué características debe cumplir el producto, con qué medios productivos se transforma, y qué variables se controlan y cómo.
2. especificar los controles de calidad realizados por laboratorios. Ensayos sobre materias primas, productos semi-procesados, o sobre el producto final.
3. especificar las auditorías de producto o de proceso que se vayan a realizar.

El plan de control puede contener directamente esta información, o bien hacer referencia a los documentos que la contienen: planos, fichas técnicas de materia prima, instrucciones de trabajo, paneles de defectos, pautas de autocontrol etc.

- una nueva parte o producto (es decir, una parte específica, material o color no previsto)
- corrección o discrepancia sobre una parte previamente surtida,
- producto modificado por cambio de ingeniería que afecta los registros de diseño, especificaciones o materiales,

4.5.3 Requerimientos de PPAP del proceso

Corrida de producción significativa

Para partes de producción, el producto para PPAP deberá ser tomado de una corrida de producción significativa. Esta corrida de producción deberá ser de una hora a ocho horas de producción, y con la cantidad de producción específica a un total de 300 partes consecutivas, a menos que otra cosa sea especificada por el por un representante de calidad del cliente.

4.5.4 Requerimientos PPAP

El proveedor cumplirá todos los requerimientos especificados, por ejemplo registros de diseño, especificaciones, etc. Cualquier resultado que este fuera de especificaciones será causa para que el proveedor no admita las partes, la documentación y/o registros.

NOTA 1: para cualquier producto, parte o componente habrá solamente un registro de diseño en el cual se especifique la responsabilidad del diseño.

4.5.5 Documentos de cualquier cambio de ingeniería autorizados

El proveedor deberá tener documentos de cualquier cambio de ingeniería autorizado no registrado en el diseño, pero incorporado en el producto, parte o herramienta.

4.5.6 Aprobación de ingeniería, cuando sea requerido

Donde sea especificado por el registro de diseño, el proveedor deberá tener evidencia de aprobación del cliente.

4.5.7 Análisis del modo de falla y el efecto, del diseño (DFMEA),

Si el proveedor es responsable del diseño, el proveedor debe tener un DFMEA desarrollado de acuerdo y con el cumplimiento a los requerimientos del ISO/TS 16949, para partes o materiales de los cuales sea el responsable del diseño.

4.5.8 Diagramas de flujo del proceso

El proveedor deberá tener un diagrama de flujo del proceso en formato especificado por el proveedor que describa claramente los pasos y secuencia del proceso de producción, que cumpla apropiadamente los requerimientos de las necesidades especificadas por el cliente.

4.5.9 Análisis del modo de falla y el efecto, de proceso (PFMEA, o FMEA DE PROCESO)

El proveedor debe tener un fmea de proceso desarrollado de acuerdo con y en cumplimiento con los requerimientos del ISO/TS 16949 tercera edición.

NOTA: Un FMEA de proceso particular puede ser aplicado a un proceso de manufactura o a una familia de partes similares de materiales.

4.6 Resultados dimensionales

El proveedor deberá proveer evidencia de que las verificaciones dimensionales requeridas por el registro de diseño y el plan de control han sido completadas y los resultados indican conformidad con los requerimientos especificados. El proveedor deberá tener resultados dimensionales por cada proceso único de manufactura.

El proveedor deberá indicar la fecha del registro del diseño, cambio de nivel y cualquier documento de cambio de ingeniería autorizado no incorporado al registro de diseño para el cual fue hecha la parte.

El proveedor deberá identificar una de las partes medida como una muestra maestra.

El proveedor deberá registrar el cambio de nivel, nombre de la parte y número sobre todos los documentos auxiliares por ejemplo (.copias de estos materiales auxiliares deberán acompañar los resultados dimensionales de acuerdo a la tabla de retención / admisión.

4.6.1 Registro de resultados de prueba de funcionamiento

El proveedor deberá tener registros y/o resultados de prueba de funcionamiento para pruebas Especificadas sobre el registro de diseño o plan de control.

4.6.2 Estudios iniciales de proceso

El nivel de capacidad inicial del proceso deberá ser determinado para verificar si es aceptable previo a la sumisión para todas las características especiales diseñadas por el cliente o proveedor.

El proveedor deberá llevar a cabo un análisis del sistema de medición para comprender como el error de medición está afectando los estudios de medición.

NOTA 1. El propósito de este requerimiento es determinar si el proceso de producción es aceptable para producir producto que cumpla con los requerimientos del cliente. Los estudios iniciales de proceso están enfocados hacia variables continuas y no sobre atributos. Errores de ensambles, fallas de pruebas, defectos sobre la superficie son ejemplos de datos de conteo, los cuales son importantes de comprender, pero no están cubiertos en este estudio inicial.

NOTA 2. El índice para estimar la capacidad del proceso deberá ser un acuerdo entre el cliente y el proveedor. El CPK y el PPK serán descritos después.

NOTA 3. Los estudios iniciales de proceso son de corto término y no predicen los efectos del tiempo y la variación en la gente, materiales, métodos, equipos, sistema de medición y medio ambiente. Aun para estos estudios de término corto, es importante coleccionar y analizar los datos en el orden producido usando grafico de control.

NOTA 4. Para aquellas características que pueden ser estudiadas usando gráficos X-bar y gráficos r, un estudio de término corto podrá basarse en un mínimo de 25 subgrupos que contengan al menos 100 lecturas consecutivas de partes de una corrida de producción significativa. Los requerimientos iniciales de los datos podrán ser reemplazados por resultados de término largo del mismo o de procesos similares con concurrencia del cliente.

4.6.3 Índices de calidad

Los estudios iniciales de proceso podrán ser resumidos con índices de capacidad o funcionamiento, si estos son aplicables.

NOTA 1. Los resultados de los estudios iniciales de proceso son dependientes del propósito de estudio, la normalidad de los datos, el método de obtención, el muestreo, la cantidad de datos, la demostración de control estadístico, etc.

CpK.- el índice de capacidad para un proceso estable. La estimación de sigma está basada sobre la variación del proceso dentro de los subgrupos ($R\text{-Bar}/d^2$ o $s\text{-Bar}/C4$).

Ppk-. El índice de desempeño. El estimado de sigma está basado sobre la variación total

(todos los datos de muestras individuales usando la desviación estándar "s").

4.6.4 Estudios de término cortó

El propósito de los estudios iniciales de proceso es comprender la variación del proceso, no exactamente para calcular un valor específico de un índice. Cuando datos históricos estén disponibles o existan datos suficientes para elaborar un grafico de control (al menos 100 muestras individuales), el CPK puede ser calculado cuando el proceso este estable. Para procesos crónicamente inestables con partes fuera de especificaciones y moldes predecibles, el PPK podrá ser utilizado. Cuando no existan suficientes datos disponibles (<100 muestras) contacte al responsable de la actividad de aprobación de partes del cliente para desarrollar un plan conveniente.

4.6.5 Criterios de aceptación para estudios iniciales

El proveedor usara los siguientes criterios de aceptación para evaluar resultados de estudios iniciales de procesos cuando estos son considerados estables:

RESULTADOS	INTERPRETACION
VALOR DEL INDICE > 1.67	EL PROCESO CUMPLE CON LOS REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE.DESPUES DE APROBAR, INICIE PRODUCCION Y SIGA EL PLAN DE CONTROL.
1.33 < (VALOR INDIICE) < 1.67	EL PROCESO ES ESTABLE, PERO REQUIERE ALGUNAS MEJORAS.CONTACTE A SU CLIENTE Y REVISE RESULTADOS DEL ESTUDIO. ESTO REQUERIRA CAMBIOS EN EL PLAN DE CONTROL, SI NO EXISTE MEJORA PREVIO AL INICIO DE PRODUCCION EN VOLUMEN.
VALOR INDICE < 1.33	EL PROCESO NO CUMPLE ACTUALMENTE CON LOS CRITERIOS DE ACEPTACION. CONTACTE A SU CLIENTE.

NOTA: El CpK únicamente puede ser utilizado para procesos estables.

4.6.6 Procesos inestables

Dependiendo de la naturaleza de la inestabilidad, un proceso inestable podrá no cumplir con los requerimientos del cliente. El proveedor deberá identificar, evaluar y, cuando sea posible, eliminar las causas especiales de variación previa de la sumisión del PPAP.

El proveedor deberá notificar al cliente de cualquier proceso inestable que exista y deberá presentar un plan de acción correctiva al cliente previo a cualquier sumisión.

4.6.7 Procesos con especificaciones de un solo lado o distribuciones no normales

El proveedor deberá determinar con el cliente un criterio de aceptación alternativo para procesos con especificaciones de un solo lado o distribuciones no normales.

NOTA 1: los criterios de aceptación antes mencionados asumen normalidad y especificaciones de dos lados (objetivo en el centro). Cuando esto no es verdadero, el uso de análisis podrá resultar en información no confiable. Estos criterios de aceptación alternativos podrán requerir un tipo de índice diferente o algunos métodos de transformación de los datos. El enfoque deberá ser sobre la comprensión de las razones de no normalidad y administrar la variación.

4.6.8 Estrategias cuando los criterios de aceptación no se satisfacen

El proveedor deberá contactar al cliente cuando el proceso no puede ser mejorado. Si los criterios de aceptación no pueden cumplirse para la fecha prometida de presentación del ppap, el proveedor deberá presentar al cliente la aprobación de un plan de de acción correctiva y un plan de de control modificado previendo normalmente inspección al 100%. Continúe los esfuerzos para la reducción de la variación hasta que un PPK o CPK de 1.33 o mayor sea obtenido, o hasta que se reciba la aprobación completa del cliente.

4.6.9 Plan de Control y el ISO TS16949

El proveedor deberá tener un plan de control que defina todos los controles usados para el control del proceso y que cumpla con los requerimientos de ISO TS16949.

NOTA 1: los planes de control para "familias" de partes similares son aceptables si las nuevas partes han sido revisadas de manera común.

NOTA 2: ciertos clientes requieren que el plan de control sea aprobado, es decir, firmado por el cliente sobre el plan de control, previo a la aceptación.

4.7 Garantía de partes de sumisión (PSW)

Para completar satisfactoriamente todas las mediciones y pruebas requeridas, el proveedor deberá registrar la información requerida sobre garantía de partes de sumisión (PSW).

Un PSW separado deberá ser elaborado por cada número de parte del cliente a menos que otra cosa se haya acordado con el cliente. Si las partes de producción deberán ser producidas de más de una cavidad, molde, herramienta o proceso de producción, por ejemplo líneas o celdas, el proveedor deberá completar una evaluación dimensional sobre una parte de cada una. Las cavidades específicas, líneas, moldes, etc. deberán entonces ser identificadas en la línea "molde/cavidad/proceso de producción" sobre un PSW.

El proveedor deberá verificar que todos los resultados de pruebas y mediciones muestren conformidad con los requerimientos del cliente y que todos los documentos requeridos estén disponibles (o para niveles 2, 3 y 4 está incluido en la sumisión). Un responsable oficial del proveedor debe aprobar el PSW y proveer la fecha, título y número telefónico.

4.7.1 Peso de la parte (masa)

El proveedor debe registrar el peso de la parte como sea embarcado en el psw, medido y expresado en kilogramos a cuatro lugares de decimal significantes (0.0000) a menos que otra cosa sea especificada por el cliente. El peso no debe de incluir protectores de embarque, ayudas de ensamble, o material de empaque. Para determinar el peso de la parte, el proveedor debe pesar individualmente diez partes

seleccionadas aleatoriamente, calcular y reportar el promedio del peso. Al menos una parte debe ser medida de cada cavidad, herramienta, línea o proceso a ser usado en la realización del producto.

NOTA: este peso es usado solamente para analizar el peso del vehículo solamente, y no afecta el proceso de aprobación. Donde no hay producción o requerimiento de servicio por al menos diez partes, el proveedor deberá usar el número requerido para el cálculo del promedio del peso de la parte.

4.7.2 Reporte de aprobación de apariencia (AAR)

Un reporte de aprobación de apariencia (AAR por sus siglas en Inglés) por separado debe ser completado por parte o series de partes para los cuales una sumisión es requerida si la parte/producto tiene requerimientos de apariencia en los registros de diseño.

Una realización satisfactoria de todos los criterios requeridos, el proveedor debe registrar la información requerida en el AAR. El AAR completado y representativo de la parte/producto debe ser sumitado a la localización especificada por el cliente para recibir disposición. El AAR (completo con la disposición de la parte y la firma del cliente) debe entonces acompañar el psw en el momento de la última sumisión basada en el nivel de sumisión requerida. Requerimientos adicionales pueden ser registrados en los requerimientos específicos del cliente.

NOTA: El AAR típicamente aplica solo para partes con color, grano o requerimientos de apariencia de superficie.

4.7.3 Muestras de parte de producción.

El proveedor debe proveer muestra del producto como es requerido por el cliente y como es definido por el requerimiento de sumisión.

4.7.4 Muestra maestra o “máster”

El proveedor debe retener una muestra máster del mismo periodo como el de los registros de la aprobación de partes de producción, o a) hasta que una nueva muestra máster es producida por el mismo número de parte del cliente para aprobación del cliente, o b) donde una muestra máster es requerida por los registros de diseño, plan de control o criterio de inspección, para ser usado tanto como estándar o referencia.

La muestra máster debe ser identificada como tal, y debe mostrar la fecha de aprobación del cliente en la muestra. El proveedor debe retener una muestra máster por cada posición o un dado de cavidad múltiple, molde, herramienta o patrón, o proceso de producción a menos que otra cosa sea especificada por el cliente.

NOTA 1: cuando el tamaño de la parte, el volumen puro de las partes, etc. Hace difícil el almacenamiento de una muestra máster, los requerimientos de retención de la muestra pueden ser modificados o renunciados por escrito por el responsable del cliente de la actividad de aprobación del producto.

El propósito de una muestra máster es asistir en la definición del estándar de producción, especialmente donde la información es ambigua o insuficiente en detalle para replicar totalmente la parte a su estado aceptado original.

4.7.5 Ayudas de verificación

Si es requerido por el cliente, el proveedor debe agregar con la sumisión del PPAP la ayuda de verificación de cualquier ensamble de parte específica o componente.

El proveedor debe certificar que todos los aspectos de las ayudas de verificación concuerdan con los requerimientos dimensionales de la parte. El proveedor debe documentar todos los cambios de diseño de ingeniería que han sido incorporados en las ayudas de verificación hasta el tiempo de sumisión. El proveedor debe proveer el mantenimiento preventivo de cualquier ayuda de verificación para la vida de la parte.

5. PROPUESTA DE LA ESTRATEGIA

5.1 Característica de la estrategia

Sistematizar, diseñar y llevar a cabo la estrategia como parte de una cultura de trabajo para alcanzar cero defectos en los procesos de manufactura que se sustenta en la filosofía de cero defectos y el sistema de APQP, rediseñando sus dimensiones teórico-prácticas para alcanzar un proceso de manufactura con filosofía de cero defectos, con el fin de contribuir a la mejora continua de la empresa. Y esto se caracteriza por:

- Definir, en primer lugar, su misión u objetivos.
- Ir a la búsqueda de nuevas vías a partir de la sistematización de lo mejor de la práctica de estas disciplinas.
- Desarrollarse mediante un estilo participativo que comprometa a todos los miembros de un equipo o proceso, en su pensamiento y actuación, y los estimule y beneficie el proceso de manufactura con la finalidad de lograr las disciplinas de cero defectos y APQP.
- Tener mente abierta hacia los cambios y eliminar barreras de pensamiento.
- Ser precisa, flexible, dinámica y con posibilidades de ajustarse al cambio.
- Proyectarse sobre los problemas que presentan la introducción de nuevos productos y los defectos que se presentan durante la manufactura.

Contiene como mínimo los siguientes elementos:

- Características de los problemas que atenderá.
- Objetivos que persigue.
- Individuos, departamentos que serán responsables.
- Acciones a realizar.
- Determina cuándo iniciar y cuándo terminar.
- Recursos materiales y humanos.
- Relaciones entre las acciones que conforman la estrategia y el entorno.

5.2 Diseño de la estrategia

Para el diseño de la presente estrategia he tenido en cuenta las respuestas a las preguntas:

- **¿Para qué?**

El para qué responde a los propósitos, fines y objetivos de la estrategia propuesta y su relación con la filosofía de cero defectos y sistema de APQP durante el lanzamiento de nuevos productos.

Es por ello que el objetivo general de esta propuesta se dirige a eliminar barreras e introducir nuevos conceptos y métodos para mejorar la calidad de los productos de manera general y así contribuir al mejoramiento continuo día a día, demostrando que la calidad en la introducción de nuevos productos y su manufactura es parte fundamental para ser una compañía con bases sólidas y para lograr la excelencia; todo esto sobre la base de la mínima inversión de recursos materiales y de las influencias de los cambiantes problemas de la oposición a nuevas teorías y a las ya existentes o a las clásicas respuestas de para qué sirve?, no va a funcionar? Etc.

- **¿Qué?**

El qué corresponde al contenido y esencia de la propuesta; aquí responde a las diversas dimensiones en que se ha fundamentado la filosofía de cero defectos y la implementación del sistema APQP. Dichas dimensiones son:

1	2	3	4	5
PROFESIONAL	CULTURAL	SISTEMA	COMPROMISO	SEGUIMIENTO

5.2.1 Dimensión profesional

En el mundo de las empresas impera una demanda de profesionales de la industrial, sin embargo aun cuando salen año con año una cantidad considerable de profesionales, estos deben de contar con las siguientes competencias:

1. Poseer cultura de calidad.
2. Tener cultura del compromiso
3. Tener una cultura económica
4. Dominar las ciencias básicas y la lengua materna.
5. Poseer dominio de las habilidades y capacidades rectoras de acuerdo a la especialidad.
6. Solucionar los problemas profesionales a los que se enfrente.

Este enfoque debe regirse por determinados principios básicos que considero importante tener en cuenta. Estos son:

A) Los programas de cero defectos y sistema de APQP deben organizarse a partir de sistemas profesionales a aprender. Se trata de un cambio de perspectiva en comparación con los modos de enfocar tradicionalmente los programas, es decir de considerar el campo disciplinario como el principio organizador de la formación. Sustituyendo el enfoque del trabajo completado por el de cultura laboral y seguimiento de sistemas, se pone de relieve la necesidad de fomentar la aplicación de conocimientos y el desarrollo de habilidades antes de la implementación total.

B) La aplicación de conocimientos varían en función a desempeñar en contexto en el cual se van aplicar. Este principio se deriva del principio anterior. Se torna necesario precisar lo que debe realizarse y esto evidentemente depende del contexto en el cual son aplicadas y atiende a los programas y sistemas de manera general. En el contexto de la formación general, la principal referencia para definir la implementación de programas y sistemas, es la función de trabajo. Esta puede referirse a un trabajo de diseño, a uno de manufactura o a una actividad en específico, o englobar las funciones de trabajo de la misma naturaleza. Las competencias profesionales se derivan a partir de tareas específicas de una función de trabajo. Resulta, en consecuencia, un programa de formación específica por función de trabajo.

C) Las competencias de trabajo deben describirse en términos de posiciones dentro del equipo. Es necesario definir, lo más exacto posible, cada una de las competencias de un programa, de manera que queden bien delimitadas. Por ello, para cada competencia se debe establecer:

- Los resultados asociados a la demostración de la competencia.
- Los criterios de evaluación que van a permitir medir el éxito del proyecto.
- La aprobación de la alta gerencia de los resultados del proyecto

5.2.2 Dimensión cultural

La búsqueda de una cultura integral es un objetivo estratégico en el mundo de hoy, así un profesional que no sepa de los avances científicos y tecnológicos puede poseer una elevada cultura humanista y ser un ignorante ante las nuevas formas de vida imperantes. De la misma manera un

científico o un tecnólogo que posea elevados conocimientos y habilidades profesionales tiene que saber conducirlos desde y para la sociedad, lo que se expresa en saber trabajar en grupo, interpretar social y económicamente las necesidades y demandas y dirigir procesos a través de la participación, el diálogo y la comunicación, en busca de información valiosa para la competitividad.

A la pregunta de cómo concebir la formación cultural desde el modelo del profesional, se puede responder que cuando se trata de formar ingenieros, la unidad sistémica tecnología-sociedad-desarrollo, permite establecer un conjunto de relaciones conceptuales, habilidades y valores que contribuyen a la comprensión de la responsabilidad profesional.

A partir de los argumentos expuestos anteriormente, es factible percibir que toda transformación en el ámbito laboral ha de fundamentarse en un enfoque socio-cultural. Las instituciones de la industria no deben invertir en los empleados sólo para ser más competentes en sus diferentes esferas de actuación, sino, ante todo, para su competitividad como verdaderos seres humanos con una cultura ética, científica, tecnológica y económica apropiada para la visión, misión y política de calidad de la compañía.

Un enfoque integral en la formación profesional determina los principios y valores fundamentales de la cultura profesional basada en la tecnología apropiada. Se conforma un modelo coherente de valores y a partir de ese se diseña un modelo pedagógico de formación de valores y una metodología del proceso de diseño y manufactura basado en las concepciones de fundamentos como en este caso la cultura de la filosofía de cero defectos; entonces, se fortalecerá y perfeccionará la disciplina, el modelo del empleado y la formación integral.

Esta estrategia orienta que en esta dimensión se condicionen los aspectos básicos para ese desarrollo cultural que necesitan nuestros empleados por lo que se hace necesario tener en cuenta los siguientes principios:

a) Identificar con precisión la dirección del cambio y la formación a realizar para proyectarse prósperamente hacia el futuro y así promover los cambios necesarios en la empresa, tales como: las nuevas posiciones en la compañía, nuevos proyectos, todos los empleados en forma general, las nuevas formas de colaboración interdepartamentales, así como asumir la transformación necesaria de la calificación y cultura de los empleados para promover los cambios.

La cultura integral en la formación de los empleados es uno de los beneficios mayores en las empresas en el mundo asociado a la llamada calidad total o calidad integral que toma de la producción y los servicios; entiéndase calidad como el conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que satisface las necesidades del cliente.

b) El modelo del empleado necesita definir claramente los conocimientos y habilidades a formar, así como los valores y actitudes a desarrollar. Para ello se necesita de una mentalidad diferente, que sea capaz de enfrentar la transición hacia el paradigma técnico-económico actual con optimismo, compromiso, creatividad, solidaridad, sentido práctico, desinterés, sacrificio y modestia, que signifique ver una oportunidad en dicha ruptura tecnológica, para el futuro de la compañía.

La filosofía de cero defectos debe tributar a la compañía con la formación de empleados capaces de identificar, asimilar, utilizar, adaptar, mejorar y desarrollar tecnologías apropiadas que brinden soluciones adecuadas en cada momento, formación que debe combinar la calificación técnica, organizativa y de valores en el profesional.

c) Concebir la formación cultural a partir del modelo socio-humanista del empleado.

Debemos procurar que se integre como un todo las posibilidades que brindan los fundamentos y filosofía de los cero defectos, desde enfoques interdisciplinarios y a través de todo el proceso de manufactura. Para ello se hace necesario precisar qué entendemos por formación socio-humanista y cómo concebirla desde el modelo de empleado que aspiramos formar.

Es común entender por formación socio-humanista el conocimiento por el hombre del valor de la vida, el auto-reconocimiento como hombre, el ubicarse como agente de cambio mediante la actividad práctica con responsabilidad transformadora de la realidad, teniendo en cuenta las circunstancias del medio ambiente, culturales, socio-económicas e históricas. Es descubrir la propia capacidad de realización para asumir un compromiso ante la vida.

Así, la formación socio-humanista es el corazón de la educación del hombre, sea éste un operador, técnico, ingeniero, gerente o director.

Las acciones básicas para el desarrollo de la dimensión cultural son:

- Determinar los principios y valores que caracterizan a la cultura de la tecnología apropiada en el contexto mexicano actual para contribuir a los enfoques integrales con los que debe enseñarse esta filosofía.
- Establecer las interrelaciones necesarias de los componentes del proceso filosofía-empleado que definan un modelo pedagógico y una metodología para la formación de valores desde la disciplina de cero defectos que posibilite enfrentar la formación con un enfoque integral.
- La determinación de la concepción de tecnología apropiada como cultura profesional en la empresa, lo cual permite esclarecer los valores de la formación integral, fundamentada en la unidad sistémica tecnología-sociedad-desarrollo. Su introducción en la enseñanza de esta filosofía permitirá una gestión tecnológica basada en una cultura profesional diferente desde la selección hasta la difusión y uso de la tecnología, pasando por su generación y evaluación, combinando la satisfacción de necesidades sociales y la competitividad necesaria para sustentar el desarrollo.
- La formación, la recalificación y/o la capacitación que requiere la totalidad del sistema de desarrollo para su funcionamiento: la empresa, los departamentos, los empleados, logrando la búsqueda del perfeccionamiento de la compañía en la estrecha relación que existe entre el proceso de manufactura y la filosofía de cero defectos.

- Generar innovadores, en la aplicación de las nuevas tecnologías, así como la ampliación de las tecnologías intensivas en conocimientos e información en busca de un capital humano capaz de enfrentar la realidad con competitividad, adaptabilidad y con la eficacia requerida tanto en la producción como en los servicios, es decir, se hace necesario en dicha formación desarrollar capacidades para identificar y determinar tecnologías adecuadas, asimilar y difundir tecnologías y adaptar, mejorar y crear tecnologías según el contexto.
- Calificación que logre la capacitación para la investigación, el desarrollo, la aplicación y la transferencia de tecnologías adecuadas, por lo tanto una formación que responda a la magnitud de los cambios y permita un rápido accionar con criterio propio.

5.2.3 Dimensión del sistema

5.2.3.1 Procedimiento de APQP

El gerente de programa conformara el equipo de desarrollo del proyecto, consultando con cada jefe de departamento quien será la persona asignada para el nuevo lanzamiento. El Gerente de programa elaborara y distribuirá a todos los miembros del equipo y jefes de departamento un directorio con nombre, teléfono, direcciones electrónicas y postales de cada uno de los miembros del equipo.

El Gerente de Programa es responsable de coordinar las juntas de revisión de objetivos y documentara lo ahí discutido para asegurar que el proceso de planeación avanzada de la calidad se está cumpliendo.

Los objetivos específicos y metas deben ser establecidos previamente en una hoja de verificación y seguimiento. Es responsabilidad del Gerente de Programa documentar todo lo acontecido.

El seguimiento a la implementación del programa se basara en 7 objetivos principales:

- Escrutinio del proyecto
- Diseño final del producto
- Diseño del proceso de ensamble y empaque
- Adecuación de espacio de fabricación y compra de maquinaria y equipos auxiliares
- Desarrollo del sistema de manufactura
- Aprobación del cliente
- Escrutinio final y documentación de lecciones aprendidas

Miembros del equipo y sus abreviaciones:

IA	Ingeniero de Aplicaciones	Llamado de muchas formas, según la organización, es quien diseña el producto a ser manufacturado
GC	Gerente de cuenta	Es quien lleva la relación más cercana con el cliente. Responsable de las ventas y atención al cliente
FAC	Ingeniero de Mantenimiento de la Planta	Es quien provee los suministros de servicios (electricidad, agua, etc.)
IP	Ingeniero de Procesos	Es quien diseña los procesos industriales
IM	Ingeniero de Manufactura	Es quien diseña los procesos de manufactura
AQP	Gerente de Calidad Avanzada	Es quien documenta y da seguimiento a las actividades de Calidad Avanzada
PLT-M	Manufactura de Planta	Es responsable de los procesos de manufactura de la planta (Producción)
PQA	Calidad de la Planta	Es responsable de la calidad de el proyecto en la planta manufacturadora
PCN	Contralor de la Planta	Es quien confirma que los objetivos financieros de el proyecto se

		cumplan para la planta ensambladora
GP	Gerente de Programa	Es responsable de coordinar a los departamentos involucrados en el programa
COM	Compras	Es el comprador de la materia prima

5.2.3.2 Escrutinio del proyecto

Paso	Resp.	Acción
A	GC	<p>Revise y asegure que las bases del proyecto estén bien establecidas y comunicadas al GP</p> <ul style="list-style-type: none"> • Volumen esperado de producción para cada numero de modelo, capacidad esperada y planeación financiera • Especifique la mezcla de modelos y el porcentaje perteneciente a cada numero de parte en una matriz • Muestre al equipo un dibujo o fotografía sobre cuál es la función del producto • Muestre la relación del nuevo producto con productos existentes en cuestión de volumen, uso, aplicación, cliente, etc. • Tiempo de vida de el proyecto • Precios y margen por cada numero de parte • Requerimientos de empaque, desechable o retornable • Especifique la garantía, especificaciones de piezas de servicio y refacciones y otros equipos que se apliquen
B	IA	Diseño preliminar, listado de materiales, plan de pruebas de validación de el diseño y de el producto
C	GP	Revisar las lecciones aprendidas de lanzamiento de productos similares en las áreas de: Calidad, Garantías, Finanzas, Manufactura, etc., desde el día de la primera junta de revisión de objetivos

D	GC	Proporciona al equipo contactos clave con el cliente en varios departamentos tales como Ingeniería, Calidad, Manufactura, Finanzas, Compras, etc.
E	GP	Metas y tiempos claves del programa: <ul style="list-style-type: none"> • Incluye fechas de elaboración de prototipos, pruebas piloto, muestras para el cliente, elaboración de justificaciones para inversión de capital • Da a conocer el tiempo aproximado de adquisición de todo el equipo y maquinaria necesarios
F	GP	Genera un sub-sistema para asegurar que los objetivos principales se cumplen a lo largo del programa. Estos pueden ser juntas semanales, mensuales, etc.
G	IA	Presenta una completa revisión de el diseño: Listado de material, DFMEA y plan de pruebas de validación
H	IP	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrolla una lista de maquinaria y herramientas necesarias para ensamblar, probar y empacar el producto. Esta lista debe ser analizada por el contralor y el Gerente de Programa y hacerla parte de la inversión capital • Desarrolla una lista preliminar de herramientas, fixtures, equipos de producción y equipo de prueba
I	FAC	Estima el costo requerido para la instalación o modificación de las instalaciones como conducto eléctrico, aire comprimido, aire acondicionado, etc.
		Revisión de escrutinio de el proyecto
J	GP	Complete todos los pasos de escrutinio de el proyecto, cada uno de ellos debe estar completo al 100% para cerrar el primer objetivo
K	GP	Registre las lecciones aprendidas del escrutinio del proyecto y actualice la lista del equipo multifuncional si es necesario.

5.2.3.3 Diseño final del producto

A	GP	Revisar las lecciones aprendidas de lanzamientos anteriores en este rubro, asegurándose que cada una de ellas tiene una respuesta. Una respuesta N/A (no aplica) es aceptable para aquellas lecciones aprendidas en donde corresponda
B	FAC	Prepare el costo requerido para adecuaciones mayores a el edificio de manufactura, tal como electrificación, aire comprimido, aire acondicionado, etc.
C	FAC	Determine si existirán problemas de impacto ambiental, tanto interna como externamente
D	IP	<ul style="list-style-type: none"> • Cuantifica el costo, recursos humanos y espacio requerido para el laboratorio y pruebas fuera de línea • Verifica la lista preliminar de herramientas, fixtures, dados, equipos de producción y equipos de prueba • Revisa la capacidad de componentes y herramientas desde una perspectiva general de la planta
E	GP	En base a la información anterior elabora un estudio total de inversión de capital, detallando la justificación de cada partida y lo presenta al Gerente de Planta para su elaboración
F	IA	<p>Desarrolle u obtenga dibujos del diseño, información estadística si aplica, etc. tal como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Especificaciones del material y del desempeño del producto • Requerimientos de validación, incluyendo no solo los requerimientos técnicos, también las regulaciones gubernamentales • Requerimientos de tratamientos finales, como dureza de metales, platinados, etc. • Proporcione el listado de componentes a el equipo del programa, actualícelo y distribúyalo como se requiera • Complete un resumen con el status de cada uno de los componentes y distribúyalo. Identifique cambios potenciales y el status de aprobación del cliente. • Identifique cualquier problema con la interacción de tolerancias

G	IA	<ul style="list-style-type: none"> • Inicie el desarrollo de el DFMEA para ser usado como una herramienta mientras se desarrolla el Plan de Verificación de Diseño (DVP) • Identifique las características especiales en los dibujos de ensamble y/o en los dibujos de los componentes para identificar aquellos productos o procesos que requieran control especial. Estas características son identificadas después de analizar las dimensiones del producto, especificaciones de Ingeniería y el DFMEA • Es posible que identifique problemas de ensamble o correlación con componentes que se ensamblan al producto en desarrollo o donde el producto se ensamble. Comuníquelo a proveedores y/o clientes.
H	IA	<p>Genere un plan de validación de diseño que incluya la proyección en tiempo y potenciales gastos incurridos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El plan debe incluir criterio de aceptación y proveer información compartida con todos los productos de la familia, cuando aplique • El plan debe incluir pruebas para validación de componentes producidos interna o externamente • El plan debe ser basado en los requerimientos de el cliente y en las lecciones aprendidas de modelos similares anteriores, tales como DFMEA's, guías de diseño, etc. • Realice estudios preliminares de correlación entre las especificaciones del dibujo de Ingeniería y productos del proceso de validación. Documente la correlación y comuníquela al resto del equipo.
		CONFIRMACION DE MANUFACTURABILIDAD
I	IA	Proporcione una parte prototipo inicial y un dibujo de Ingeniería de la misma a la planta de producción para revisar su manufacturabilidad
J	IP	Elabore un Diagrama de flujo preliminar denotando las maquinarias existentes y futuras que se utilizaran
K	GP	<p>Programa y lleve al cabo una revisión y exposición detallada del diseño con la planta manufacturadora. Revise las partes prototipos, dibujos de Ingeniería, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La revisión debe usar como base el manual de APQP del AIAG • Los asistentes a la revisión como mínimo deben ser IA, IP, IM, PLT-M, PQA,

		GP.
		SELECCIÓN DE PROVEEDORES
L	GP	<p>Inicie una junta de revisión de potenciales proveedores para los prototipos, para identificar los proveedores internos y externos</p> <ul style="list-style-type: none"> • El representante de compras de el equipo de lanzamiento será designado el líder para la asignación de proveedores externos. Los proveedores internos serán designados por IP, IP y el GP. • Establezca la fecha para submision de PPAP's, FAI,'s o como se denomine el paquete de aprobación de los componentes. • Los PPAP's o FAI's deben ser recibidos 40 días laborables antes de las submision de el PPAP de el ensamble final al cliente. • Identifique los componentes críticos • Identifique cuales proveedores serán visitados para revisar el diseño de los componentes • Trate de encontrar proveedores locales o nacionales antes de buscar proveedores en el extranjero • El Ingeniero de Aplicaciones mostrara dibujos de Ingeniería, presentaciones en 3ª dimensión, etc., así como el precio esperado del componente • La minuta de la junta será documentada por el GP
M	IA	<p>Revise el DFMEA y el plan de validación de cada uno de los proveedores, todas las dudas deben de estar resueltas un mes antes de iniciar la fabricación de herramientas</p> <p>Envíé órdenes de compra de prototipos cuando aplique</p>
		REVISION DE DISENO FINAL
N	IA	<ul style="list-style-type: none"> • Complete todos los pasos de revisión final de diseño, cada uno de ellos debe estar completo al 100% para cerrar este objetivo • Registre las lecciones aprendidas del escrutinio del proyecto y actualice la lista del equipo multifuncional si es necesario.

O	COM	<ul style="list-style-type: none"> Lleve a cabo una junta de revisión de componentes nuevos con los proveedores internos y externos. Revise: Capacidad de producción de los proveedores y su tiempo de entrega Establezca fechas para verificación de capacidad de producción, si son necesarias (run at rate) Establezca fechas compromiso para DFMEA's y PFMEAs de los componentes, planes de control, dibujos de ingeniería, y cualquier otro documento que el proveedor utilice para control de producción y control de calidad Comparta esta información con el equipo de lanzamiento
P	IA	<ul style="list-style-type: none"> Revise los DFMEA's y planes de validación de los proveedores obtenidos por COM. Revise los resultados del plan de validación de diseño. Toda la documentación, resultados de validación de diseño, etc. deben ser completados antes de la fabricación de la maquinaria por parte de los proveedores
		Aprobación de nuevos componentes
Q	PQA	<ul style="list-style-type: none"> Revise y apruebe los paquetes de PPAP o primer artículo de cada nuevo proveedor, según sea el caso Estos deben de incluir de preferencia los PFMEA's y planes de control de todos los componentes nuevos Las características identificadas como críticas deben de mostrar una capacidad de 1.67 PPK

5.2.3.4 Diseño del proceso de ensamble y empaque

		FLUJO DE ENSAMBLE
A	IP	<ul style="list-style-type: none"> Elabore un diagrama de flujo que muestre la secuencia de operaciones, inspecciones, manejo de materiales, tiempos de procesamiento y almacenaje. Incluya retrabajos estandarizados y sus procesos de verificación. Identifique los procesos en los que espera se usen nuevas metodologías o

		tecnologías. Desarrolle un plan alternativo para los procesos que considere de alto riesgo.
B	IP	<ul style="list-style-type: none"> • Identifique los tiempos esperados de ciclo de cada paso y los tiempos de cambio de modelo • Estime la cantidad de operadores requeridos así como la cantidad de técnicos de soporte • Cuantifique el costo, labor y espacio requeridos para pruebas fuera de línea, por ejemplo pruebas de laboratorio. • En una ilustración de la línea de ensamble sobre el piso (lay-out), identifique el acomodo de maquinaria, mesa de trabajo e inspecciones, acomodo de material, transportación, retrabajos, etc. • Asegúrese que el flujo mantendrá control sobre el material no conforme que se produzca en cada operación
		EMPAQUE
C	IP	<ul style="list-style-type: none"> • El diseño del empaque debe estar aprobado por el cliente antes del primer envío de mercancías • Asegúrese que el costo del empaque este incluido en el precio de venta o bien en una recuperación de capital • Limpieza y mantenimiento de los contenedores retornables deben ser incluidos en el plan

5.2.3.5 Diseño del sistema de control

A	PQA	<ul style="list-style-type: none"> • En una labor de equipo multifuncional con representantes de Calidad, Ingeniería y producción, desarrolle el FMEA de Proceso, de acuerdo al manual del AIAG • Determine e implemente acciones correctivas requeridas para reducir los RPN's altos • El equipo debe realizar una investigación exhaustiva de los procesos nuevos
---	-----	---

		y nuevos materiales, para identificar potenciales nuevos modos de falla.
B	PQA	<ul style="list-style-type: none"> • En una labor de equipo multifuncional con representantes de Calidad, Ingeniería y producción, desarrolle el Control Plan Inicio de Producción de Proceso, de acuerdo al manual del AIAG • Este control plan deberá detallar las contenciones, verificaciones y validaciones “estrictas” de el inicio de producción
C	PQA	<ul style="list-style-type: none"> • En una labor de equipo multifuncional con representantes de Calidad, Ingeniería y producción, desarrolle el Control Plan de Producción sostenida de acuerdo al manual del AIAG • Este control plan deberá contener las lecciones aprendidas durante el desarrollo inicial de la producción, los nuevos modos de falla aprendidos y las condiciones fuera de control detectadas durante la aplicación de el control plan de inicio de producción • Todas las dimensiones y operaciones críticas de preferencia deben ser verificadas al 100%% o 200% o por lo menos monitoreadas por medio de SPC.
D	PQA	<ul style="list-style-type: none"> • Revise los dispositivos de inspección (Gauges). Asegúrese que sean consistentes con las especificaciones y los estándares de ingeniería • Actualice los planes de control según sea necesario • Lleve a cabo y documente un estudio de Repetitividad y Reproducibilidad (R&R) para todos los gauges • Agregue los nuevos gauges al sistema de control de la planta. Determine la frecuencia de verificación y calibración • Desarrolle las especificaciones de verificación y calibración.

5.2.3.6 Adecuación de espacio de fabricación y compra de maquinaria y equipos auxiliares

A	FAC	<ul style="list-style-type: none"> • Estime el costo de adecuaciones mayores, tales como aquellos relacionados a la electricidad: Transformadores, sub-estaciones, bus de poder, etc. Además de aire comprimido, cuartos limpios y aire acondicionado. • Determine si el medio ambiente será impactado tanto interna como externamente. Asegúrese que el estudio de impacto ambiental sea llevado al cabo • Desarrolle un plan de instalación de maquinaria y equipos y reporte el progreso periódicamente al gerente de programa
B	FAC	<ul style="list-style-type: none"> • En coordinación con el ingeniero de procesos e ingeniero de calidad, instale equipo requerido para pruebas fuera de línea o pruebas de laboratorio
C	IP	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrolle una lista de equipos y herramientas de producción y proceso (fixtures), asegúrese que los dibujos de ingeniería de estos estén documentados y disponibles por si es necesario reemplazar alguno deterioro • Asegúrese que cualquier modificación, adecuación o mejora a todos los fixtures sean actualizados en su respectivo dibujo de ingeniería. • Diseño de dispositivos a prueba de error (poka-yokes) siempre será la mejor opción de manufactura • Desarrolle un plan de fabricación de fixtures y reporte el progreso periódicamente al gerente de programa
D	GP	<ul style="list-style-type: none"> • Asegúrese que la maquinaria nueva este ordenada a tiempo y forma para evitar retrasos en el arranque. • Monitorear progreso de fabricación de adecuaciones a el espacio de producción, instalación y de equipos y manufactura de fixtures. • Cualquier acción que ponga en riesgo el lanzamiento a tiempo del programa, repórtelo inmediatamente al Gerente de Planta.
E	GP	<ul style="list-style-type: none"> • Junto al equipo de manufactura y soporte desarrolle un plan de prueba de maquinaria y herramental nuevo en la planta del fabricante de esta maquinaria. Asegúrese de hacerlo con la suficiente anticipación para tener tiempo de corregir cualquier desperfecto.

5.2.3.7 Desarrollo del sistema de manufactura

A	PQA	<ul style="list-style-type: none"> • Proporcione al Ingeniero de Manufactura cualquier requerimiento especial de inspección visual o subjetiva • Escriba las instrucciones de las pruebas de laboratorio, si aplica • Escriba las instrucciones de inspección de entrada, de proceso y de inspección final • Verifique la efectividad de cualquier poke-yoke desarrollado por el Ingeniero de Procesos • Elabore un plan para verificar la efectividad de los dispositivos a prueba de error durante la producción sostenida normal (verificación de 1ª pieza, piezas malas conocidas que deben ser rechazadas o piezas buenas conocidas que deben ser aceptadas) • Estas acciones deben ser incluidas en el FMEA de proceso y el plan de control
B	IM	<ul style="list-style-type: none"> • En conjunto con operadores de producción escriba las instrucciones de manufactura, incluyendo aquellas en las que se describa la operación de maquinaria. Distribúyalas a Control de Documentos para su correcto control y distribución • Desarrolle un plan de entrenamiento tanto interno como externo para el personal de producción directo e indirecto • Asegúrese que el Billeto de materiales completo este cargado al sistema de reposición de inventarios • Asegúrese que el material no productivo este cargado al sistema de reposición de inventarios
C	GP	<ul style="list-style-type: none"> • Asegúrese con las órdenes de compra tanto de material productivo como no productivo este ordenado en tiempo y forma para que cumplan con el arranque de producción

5.2.3.8 Aprobación del cliente

A	IA	<ul style="list-style-type: none"> • En conjunto con el Ingeniero de Calidad, desarrolle un plan de validación de producción, el cual puede incluir pruebas internas como externas, dimensionales como funcionales
B	GP	<ul style="list-style-type: none"> • Asegúrese de programar una corrida piloto con una cantidad suficiente de ensambles que se ejerciten las maquinarias y operarios cual si fuera producción sostenida normal • Asegúrese de que todos los componentes usados en esta corrida piloto son producidos con la maquinaria y herramental que serán usados en producción por los proveedores correspondientes • Asegúrese que en la planta de manufactura toda la maquinaria, fixtures, gauges son los que serán usados en producción normal • Asegúrese que los operadores que trabajaran en la corrida piloto tengan el nivel de entrenamiento planeado para esta línea de producción.
C	PQA	<ul style="list-style-type: none"> • Obtenga las muestras suficientes de la corrida piloto y verifique primero resultados de la validación del producto y confirme que todos son satisfactorios, si no lo son, asegúrese de trabajar con el departamento correspondiente en resolver cualquier anomalía • Prepare el paquete de presentación de aprobación al cliente tal como PPAP, Primer Artículo (FAI), Reporte inicial de sumisión (ISIR), etc. • Recuerde, antes de satisfacer al cliente, debe ser satisfechos todos los requerimientos Internos.
		<ul style="list-style-type: none"> • Cuando sea posible, visite la operación de su cliente para verificar el correcto funcionamiento de su producto y la interacción con otros componentes
		<ul style="list-style-type: none"> • Obtenga aprobación por escrito del cliente

5.2.3.9 Escrutinio final y documentación de lecciones aprendidas.

A	PQA	<ul style="list-style-type: none">• Revise la lista de lecciones aprendidas de lanzamientos anteriores y verifique una a una que acciones se tomaron en este lanzamiento para que esa experiencia no se repita
B	PM	<ul style="list-style-type: none">• Reúna al equipo de lanzamiento y documente las experiencias de cada uno de ellos y como las resolvieron
		<ul style="list-style-type: none">• Revisen el PFMEA, identifique los RPN's mas altos y elaboren un plan para reducirlos constantemente

6.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

El estudio de la filosofía de cero defectos como una cultura y el sistema de APQP están enraizados a la corriente de mejora continua, constituyendo las concepciones teóricas fundamentales para proponer la estrategia y el fundamento teórico en que se apoyó todo el objeto de estudio.

La filosofía de cero defectos y el sistema de APQP en el desarrollo y mejoramiento de la manufactura de productos, tiene gran significación y trascendencia, pues esta perspectiva contempla una visión real e interactiva del diseño y desarrollo de un producto tomando en cuenta que esta propuesta se basa en la implementación de una cultura de la mano con un sistema de fortalecimiento de diseño y manufactura de un producto, apoyando esto a la mejora continua de la empresa.

Con la propuesta aquí presentada se ha tratado de exponer los aspectos más generales que permiten una ubicación preliminar del proceso de implementación de una cultura y un sistema y su relación con la calidad y resultados de un proyecto, sin embargo, su amplitud nos indica que todavía es necesario seguir profundizando desde una práctica de investigación participativa que refleje la esencia de su carácter interdisciplinario en el modelo del profesional, a través de la relación de las distintas dimensiones que se han considerado en la estrategia propuesta.

La estrategia que se presenta, muestra algunos aspectos para comprender la naturaleza e importancia de un proceso central: el mejoramiento de la calidad en todos los aspectos relacionados con la introducción de nuevos productos en una empresa. El foco de la reflexión se orientó hacia el análisis de los defectos que se presentan durante la manufactura de productos en relación a un mal diseño y planeación y de la mano una falta de cultura laboral como parte de un sistema, fundamentado en las teorías de cero defectos y el sistema de APQP como célula básica para el desarrollo integral de procesos de manufactura.

Como producto de esta investigación se presentan las bases teóricas y metodológicas de cada una de las dimensiones que constituyen la estrategia: dimensión profesional, cultural, sistema, compromiso y seguimiento, en donde cada una de ellas cuenta con los principios y acciones que se materializan en el proceso de mejora, mediante la acción de todos los implicados en dicho proceso.

La dimensión profesional contemplada en la estructura de la estrategia, se orienta a la formación de los profesionales, a partir de competencias a aprender. Se trata de un cambio de perspectiva en comparación con los modos que han enfocado tradicionalmente los programas, es decir, de considerar el campo disciplinario como el principio organizador de la adopción de una cultura. Sustituyendo el enfoque disciplinario de hacer o manufacturar por mandato u obligación, se pone de relieve la necesidad de fomentar la aplicación de conocimientos y el desarrollo de habilidades en la implementación de una nueva cultura y formación de un sistema.

La dimensión cultural se fundamenta en un enfoque sociocultural y en la búsqueda de una cultura integral que posea elevados conocimientos y habilidades para dirigir procesos a través de la participación, el diálogo y la comunicación, en correspondencia con la unidad sistémica, tecnológica y social.

La dimensión del Sistema es una base fundamental, debido a que una vez implementado este, genera bases sólidas y estructurales para un individuo o grupo para la realización de proyectos e introducción de nuevos productos teniendo como beneficio la rastreabilidad de la documentación y la evaluación de los resultados de un proyecto y de la mano verificar las lecciones aprendidas con la finalidad de mejorar.

La dimensión del compromiso es una parte fundamental y complemento de las antes mencionadas, ya que sin un individuo carece de compromiso sería difícil que un sistema pueda tener o lograr el éxito esperado en un proyecto.

La dimensión del seguimiento es de alta importancia, ya que si es difícil el diseño, desarrollo e implementación de culturas y sistemas, esto no sería lo sustentablemente correcto si no se tiene una etapa de seguimiento para el proyecto, ya que de esto depende la correcta presentación de resultados.

6.2 Recomendaciones

En base a los resultados obtenidos de la sistematización del conocimiento y la confrontación con la realidad, se hacen las siguientes recomendaciones:

Implementar las acciones establecidas en esta propuesta en el proceso de introducción de nuevos productos.

Impartir entrenamientos para todos los miembros o asociados que trabajen para una compañía en donde se aborden estrategias para la implementación de una cultura de cero defectos y sistema de APQP como parte de la mejora continua para el desarrollo y logros futuros de la compañía.

Realizar otros estudios de investigación donde se profundice en otras áreas no exploradas en este estudio, como son: vinculación cultura-trabajo, empresas, formación laboral y desarrollo humanista del empleado o miembro de un equipo y demás valores que contribuyan a la mejora continua de un proceso, proyecto y la empresa en general.

Realizar una proyección estratégica del desarrollo de introducción de nuevos productos con vista a lograr la incorporación de todos los agentes que intervienen en el proceso de este.

Difundir ampliamente la propuesta de la estrategia, fruto de la aportación científica del proceso de investigación realizado.

Establecer los mecanismos que garanticen el seguimiento y evaluación de las acciones emprendidas a partir de esta propuesta.

Bibliografía

- 1.- Filosofía de Crosby Editorial McGraw Hill, 1990
- 2.- Control Estadístico Juran, J.M. y F.M. Gryna, Análisis y Planeación de la Calidad, McGraw Hill, México: 1995
- 3.- Seis Sigma, Implementación de Seis Sigma, Forrest W. Breyfogle III, John Wiley & Son. Inc.
- 4.- Análisis De Fallas. Horacio Helman y Paulo Pereira. Escuela de Ing. De UFMG. Brasil 1995.
- 5.- Potential Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), Chrysler LLC, Ford and General Motors, 2008.
- 6.- Production Part Approval Process (PPAP), Chrysler LLC, Ford and General Motors, 2006
- 7.- Advanced Product Quality Planning and Control Plan (APQP), Chrysler LLC, Ford and General Motors, 2008.

RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

Soy originario de la Colonia Agrícola Francisco González, Villarreal, Mpio. De San Fernando, Tamps, el corazón de la región productora de grano de los llanos de San Fernando. Mi padre fue agricultor y mi madre fue Maestra de primaria.

Nací el 28 de Febrero de 1972, en H. Matamoros, Tamps.

Curse la Primaria y la Secundaria en González Villarreal y al no haber más opciones en mi pueblo para continuar con mis estudios, me fui junto a mis hermanos mayores a Cd. Victoria, Tamps, donde estude el Bachillerato en Físico-Matemáticas, en el CBTis # 24, con la especialidad de Técnico en Electrónica.

En agosto de 1988 ingresé a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León, obteniendo el título de Ingeniero en Control y Computación en Mayo de 1992 y de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones en Diciembre del mismo año, obteniendo Título Honorífico en ambas licenciaturas.

Desde Enero del 1993 trabajo para la industria maquiladora en Reynosa Tamps en diferentes compañías, del ramo de electrónica, automotriz y aeroespacial, mayormente dentro del área de Aseguramiento de Calidad e Ingeniería de Manufactura. Adicionalmente trabajo las tierras de agricultura de mi padre, no olvidando mis orígenes.

Desde 1989 formo parte de la muy alegre y andariega Tuna de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Tengo el gusto de haber recorrido muchos lugares de mi país y del extranjero representando a mi Facultad y a mi Universidad.

Me casé en 1998 y tengo 3 hijos: Mis hijas gemelas, Johana y Josefina y mi hijo Orlando.

Mi E-mail es orlando.martinez@ametek.com

Ing. Jesús Orlando Martínez Ruiz