

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY  
CAMPUS MONTERREY

DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERÍA



MODELO CONCEPTUAL PARA ASEGURAR EL CUMPLIMIENTO DE  
ISO/TS 16949 A TRAVÉS DEL USO DEL QFD (QUALITY FUNCTION  
DEPLOYMENT)

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO  
ACADÉMICO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS  
CON ESPECIALIDAD EN SISTEMAS DE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD

POR:

JOSÉ LUIS HERNÁNDEZ DEL ÁNGEL

MONTERREY, N.L.

DICIEMBRE 2003

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY

CAMPUS MONTERREY  
DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERÍA

Los miembros del comité de tesis recomendamos que el presente proyecto de tesis presentado por el Ing. José Luis Hernández Del Ángel sea aceptado como requisito parcial para obtener el grado académico de Maestro en Ciencias con especialidad en:

**SISTEMAS DE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD**

Comité de Tesis:

---

Ing. Jacobo Tijerina Aguilera, M.C.

---

Ing. Rosa María Martínez Portilla, M.C.

---

Dr. Dagoberto Garza Núñez, Ph.D.

Aprobado:

---

Federico Viramontes Brown, Ph.D.  
Director del Programa de Graduados en Ingeniería  
Diciembre 2003

## Dedicatorias

*A mi madre Zenaida*

*Por su apoyo incondicional y el amor que me ha dado.*

*Gracias por los valores que me has inculcado y por las enseñanzas que me has dado.*

*Te quiero.*

*A mis hermanos Juan y Martín*

*Por todos los momentos felices que he compartido con ellos.*

*A Sergio*

*Mi mejor amigo.*

## Agradecimientos

*A Dios por permitirme vivir esta experiencia y  
darme todo lo que necesito.*

*Al Tecnológico de Monterrey por haberme dado la  
oportunidad de estudiar una maestría.*

*Al Dr. Humberto Cantú por permitirme  
colaborar con él en el Centro de Calidad.*

*A mi asesor, el Ing. Jacobo Tijerina por guiarme en  
el proceso de desarrollo de este trabajo y por la  
amenidad de sus sesiones.*

*A Sandra Garrón por siempre tener palabras de  
aliento y motivación para mí.*

*A mis compañeros de la maestría, de quienes aprendí  
mucho en cada trabajo en equipo que hicimos.*

*A todos mis amigos por haberme acompañado en esta  
etapa importante de mi vida.*

## ÍNDICE

CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
Descripción del Problema.....	1
Antecedentes y Justificación .....	1
Objetivo General de la Investigación.....	3
Objetivos Específicos .....	3
Preguntas de Investigación .....	4
Alcances y Limitaciones .....	4
Utilidad esperada de los resultados. ....	5
Metodología de la investigación. ....	5
CAPÍTULO II.....	7
DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD (QFD).....	7
Introducción .....	7
Qué es y qué hace el QFD .....	8
Beneficios del QFD.....	12
Elementos del QFD .....	14
El Proceso del QFD (Las 4 fases).....	15
Las Herramientas del QFD.....	18
La Construcción de las Matrices .....	18
Matriz 1 Casa de la Calidad (Figura 2) .....	19
Matriz 2 Despliegue de las Partes (Figura 3) .....	26
Matriz 3 Planeación del Proceso (Figura 4).....	29
Matriz 4.....	32
Proceso de Implantación .....	35
Aspectos Relevantes en la Implantación .....	36
Conclusión del capítulo.....	37
CAPITULO III.....	39
ISO/TS 16949.....	39
Antecedentes.....	39

---

Qué es ISO/TS 16949 .....	40
Quiénes deben certificarse en ISO/TS 16949?.....	41
Importancia de la ISO/TS 16949 .....	42
Beneficios del ISO/TS 16949 .....	44
Principios que sustentan ISO/TS 16949 y el Modelo del Sistema de Administración de la Calidad .....	45
Requerimientos de ISO/TS 16949 .....	48
Implantación.....	49
CAPÍTULO IV.....	56
MODELO CONCEPTUAL PARA ASEGURAR EL CUMPLIMIENTO DE ISO/TS 16949 A TRAVÉS DEL USO DEL QFD.....	56
Introducción .....	56
Modelo Conceptual Propuesto .....	57
Sistema de Despliegue de la Calidad .....	59
Las Matrices del Sistema de Despliegue de la Calidad y de la Mejora Continua .....	62
Equipo de Implementación .....	86
CONCLUSIONES .....	87
BIBLIOGRAFÍA.....	89

## FIGURAS

Figura 1 Las 4 fases del QFD (Bouchereau y Rowlands, 2000).....	16
Figura 2 Matriz 1, la casa de la calidad para un lápiz (Shillito, 1994) .....	19
Figura 3 Matriz 2, matriz de partes y piezas para un lápiz (Shillito, 1994).....	26
Figura 4 Matriz 3, matriz de funciones del proceso para un lápiz (Shillito, 1994)..	29
Figura 5 Matriz 4, matriz de planeación de la producción para un lápiz (Shillito, 1994).....	32
Figura 6 Modelo de un Sistema de Gestión de la Calidad basado en procesos ...	47
Figura 7 ISO/TS 16949 combinado con QFD .....	57
Figura 8 El Sistema de Despliegue dentro del Modelo Conceptual.....	59
Figura 9 Matriz 1 Procesos Vs Items de Aseguramiento .....	63
Figura 10 Matriz 2 Funciones de Trabajo Vs Ítems de Aseguramiento .....	66
Figura 11 Matriz 3 Procesos Vs Funciones de Trabajo .....	68
Figura 12 Matriz 4 Requisitos ISO/TS 16949 y de las Ensambladoras Vs Procesos .....	70
Figura 13 Matriz 5 Requisitos ISO/TS 16949 y de las Ensambladoras Vs Funciones de Trabajo.....	72
Figura 14 Matriz 6 Calidad Demandada Vs Elementos de Calidad.....	74
Figura 15 Matriz 7 Elementos de Calidad Vs Requisitos ISO/TS 16949 y de las Ensambladoras.....	76
Figura 16 Matriz 8 Elementos de Calidad Vs Funciones de Trabajo.....	78
Figura 17 Matriz 9 Elementos de Calidad Vs. Procesos.....	80
Figura 18 Matriz 10 Procesos Vs Mejores Prácticas.....	82
Figura 19 Matriz 11 Requisitos ISO/TS 16949 y de las Ensambladoras Vs Mejores Prácticas .....	84

---

## TABLAS

Tabla 1 Principales diferencias entre una investigación cualitativa y una cuantitativa. .....	4
Tabla 2 Clasificación de los beneficios del QFD de acuerdo a las salidas del desarrollo del producto .....	13
Tabla 3 Sistema de nombres del QFD (Akao y Mazur, 1998) .....	15
Tabla 4 Estado de la industria manufacturera de automóviles respecto al ISO/TS 16949 (Whitmore y Kalogeridis, 2002) .....	43
Tabla 5 Clasificación de las diversas etapas de implantación de un sistema de calidad propuestas por diferentes autores de acuerdo a las tres etapas propuestas por el ISO/TC 176.....	55



---

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

#### **Descripción del Problema**

El sistema de calidad ISO/TS 16949 adoptado por las principales armadoras automotrices a nivel mundial fue desarrollado en 1999 basándose en el sistema de calidad ISO9000:1994. En marzo del 2002 se publicó la segunda versión que la alinea a la versión 2000 del ISO 9000. Aunque los modelos para implantar otros sistemas de calidad pueden ser aplicables al ISO/TS 16949, actualmente la industria automotriz mexicana no cuenta con una metodología formal para implantarlo y/o asegurar su cumplimiento. Al respecto, el Grupo de Acción de la Industria Automotriz (AIAG) tampoco establece un modelo para la implantación del sistema de tal forma que permita asegurar el cumplimiento del mismo.

#### **Antecedentes y Justificación**

Los “tres grandes” productores automotrices de Estados Unidos (General Motor, Ford Motor Company, y Daimler Chrysler), empezaron a evaluar la calidad de sus proveedores desde 1964. Con la promulgación del ISO9000 y del premio a la calidad Malcom Baldrige National Quality Award (MBNQA), estas tres empresas empezaron un movimiento para crear un estándar único de sistema de calidad automotriz. Producto de la combinación del ISO9000 y de requerimientos adicionales de estos tres, se creó el Quality System 9000 (QS-9000) (Akao, 1998).

El QS-9000 se convirtió en un requisito indispensable para ser proveedor de cualquiera de los tres grandes (primer y segunda parte). Adicionalmente, quien es proveedor de la industria americana también lo es de la industria italiana, francesa y alemana quienes cuentan con sus respectivos sistemas de calidad [AVSQ (Italia), EAQF (Francia), y VDA 6.1 (Alemania)]. Recientemente la International Automotive Task Force (IATF) desarrolló un sistema de calidad denominado ISO/TS 16949 el

cual satisface todos los requerimientos de los sistemas de calidad automotrices antes mencionadas.

El sistema de calidad ISO/TS 16949 ha cobrado gran importancia debido a que ha sido aceptado por los principales productores automotrices de América y Europa. Como muestra de ello los tres grandes han adoptado el ISO/TS 16949:2002 como un sistema de calidad aplicable a sus proveedores. En un comunicado de la Supplier Quality Requirements Task Force notifica a los proveedores de Daimler Chrysler, General Motors y Ford Motor Company, que, siendo éstos parte del IATF, han decidido en forma independiente adoptar el nuevo sistema de calidad ISO/TS 16949. También les recomendaron hacer cuanto antes la transición del sistema de calidad que actualmente tengan al ISO/TS 16949:2000. Tal recomendación partió del hecho de que la vigencia del QS-9000, tercera edición, expira el 14 de diciembre del 2006. Adicionalmente, no se tiene contemplada la renovación de la misma ni del sistema VDA 6.1. Por consecuencia, después de la fecha antes mencionada el QS-9000 será reemplazado por el ISO/TS 16949.

La importancia del ISO/TS 16949 radica esencialmente en que, a diferencia del QS-9000, el AVSQ, el EAQF, o el VDA 6.1, no fue diseñada para satisfacer los requerimientos de una industria automotriz específica (industria alemana, italiana, francesa, inglesa o la americana), sino para satisfacer los requerimientos de los productores de vehículos en todo el mundo. Por lo tanto, la amplia cobertura de mercado que una empresa puede obtener al certificarse bajo este sistema de calidad lo convierte en una ventaja competitiva que cualquier empresa desearía poseer.

El principal reto que se presenta a las empresas al tratar de implantar el sistema de calidad TS estriba en el hecho de que, debido a su reciente creación, no se cuenta con un modelo específico que permita implantarlo. Al respecto, en 1998 el Dr. Yoji Akao desarrolló un modelo para asegurar el cumplimiento del QS-9000 a través del uso del Quality Function Deployment (QFD). El Dr. Akao argumenta en su reporte

que el QFD no sólo puede ser utilizado para asegurar el cumplimiento del QS-9000, sino que puede ser utilizado para asegurar el cumplimiento de otros sistemas de calidad como el ISO 9000, el ISO 14000 o cualquier otro sistema de calidad de esa naturaleza.

Según el Dr. Akao (1998), el QFD contiene dos componentes. El primero se enfoca en mejorar la calidad de nuevos productos a través de la traducción de las necesidades del cliente en características de diseño y desplegándolas sistemáticamente a la producción y la manufactura. El segundo (que es el que se propone para implantar el ISO/TS 16949) se enfoca en los procesos de negocio de la organización, asegurando que todas las operaciones, funciones y tareas hechas por la gente sean hechas de tal manera que asegure la calidad.

### **Objetivo General de la Investigación**

Desarrollar un modelo conceptual que permita establecer un marco de referencia para implantar y asegurar el ISO/TS 16949 tomando como metodología de apoyo al QFD.

### **Objetivos Específicos**

1. Definir al Despliegue de la Función de Calidad, identificando los elementos que lo componen así como su proceso.
2. Realizar un análisis del ISO/TS 16949 para entender su naturaleza, sus principios y requerimientos.
3. Desarrollar un modelo que permita establecer un marco de referencia para la implantación y el aseguramiento del ISO/TS 16949 con apoyo del QFD.

4. Cumplir, en la medida de lo posible, con los principios que fundamentan los requerimientos del ISO/TS 16949 al momento de estructurar el modelo propuesto.

### **Preguntas de Investigación**

¿Cómo utilizar la metodología del QFD como un elemento de ayuda para asegurar el cumplimiento del ISO/TS 16949?

¿Cómo estructurar un modelo que permita establecer un marco de referencia para asegurar el cumplimiento del ISO/TS 16949?

¿Cómo crear coherencia entre los principios que sustentan al ISO/TS 16949 y el modelo propuesto?

### **Alcances y Limitaciones**

El trabajo de investigación que se desarrollará se limita a la estructuración de un modelo conceptual que permita crear un marco de referencia para implantar y asegurar el ISO/TS 16949 con la ayuda del QFD. En la medida de lo posible se buscará cumplir con los principios que sustentan al ISO/TS 16949 al momento de estructurar el modelo propuesto.

El tipo de investigación que se desarrollará será de tipo cualitativo. Cook (1997) menciona que existen grandes diferencias entre una investigación cualitativa y una cuantitativa. La tabla 1 muestra las principales diferencias identificadas entre los dos tipos de investigación antes mencionados.

<b>INVESTIGACIÓN CUALITATIVA</b>	<b>INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA</b>
Fundamentado en la realidad, descriptivo e inductivo	Orientado a la comprobación, confirmación e hipotético deductivo.
Válido: datos “reales”, “ricos” y “profundos”	Fiable: datos “sólidos”
Subjetivo	Objetivo
Basado en la observación, percepción	Basado en la medición

Tabla 1 Principales diferencias entre una investigación cualitativa y una cuantitativa.

**Utilidad esperada de los resultados.**

Proporcionar a la empresas automotrices mexicanas un modelo que les sirva como marco de referencia para implantar y asegurar el cumplimiento de un sistema ISO/TS 16949.

**Metodología de la investigación.**

Para alcanzar los objetivos planteados en este trabajo de investigación es necesario realizar algunas actividades básicas. La descripción de cada una de ellas se hace a continuación:

1. Revisión Bibliográfica: en esta parte se hará una investigación para recabar información a través de la consulta de libros, tesis, revistas, publicaciones periódicas y otras fuentes sobre temas relacionados al Despliegue de la Función de Calidad, las normas de calidad, las metodologías para implantar los sistemas de calidad y sobre el sistema de calidad ISO/TS 16949.
2. Análisis del Despliegue de la Función de Calidad: este análisis incluirá una revisión de su historia hasta el día de hoy, sus beneficios, su proceso, sus matrices, su implantación, algunos puntos relevantes para la implantación y en general, la lógica de la metodología.
3. Análisis de ISO/TS 16949: abarcando aspectos como sus antecedentes, su importancia, sus beneficios, los principios que lo sustentan, los requerimientos que lo componen, la implantación de sistemas de calidad semejantes.
4. Diseño del Modelo: una vez que se haya comprendido la lógica del QFD, del ISO/TS 16949 y las interrelaciones que pudieran generarse entre estos elementos se procederá a estructurar el modelo conceptual que permitirá dar un marco de referencia para lograr el aseguramiento del ISO/TS 16949.

5. Conclusiones y Recomendaciones: en esta etapa se presentarán los resultados obtenidos durante el proceso de investigación y se harán algunas recomendaciones. Como el alcance de esta investigación es limitado, a partir de los resultados obtenidos se podrán generar líneas de investigación que la complementen.
  
6. Documentación: todo la investigación se documentará con el fin de mantener evidencia del trabajo realizado, para permitir la reproducibilidad de la misma y para respaldar los resultados obtenidos en ella.
  
7. Presentación de la Investigación: concluida la investigación, se presentará al comité de tesis, integrado por el asesor y los sinodales, para su aprobación.

## CAPÍTULO II

### DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD (QFD)

#### **Introducción**

El liderazgo en el mercado global pertenece a las organizaciones que satisfacen o exceden los requerimientos del cliente. Círculos de calidad y justo a tiempo son algunas de las estrategias que han sido usadas en el pasado para satisfacer las expectativas del cliente. Recientemente, otra estrategia para lograr satisfacer las necesidades del cliente ha ganado relevancia, el Despliegue de la Función de Calidad (QFD por sus siglas en inglés) (Kathawala y Motwani, 1994).

En 1960, el QFD fue introducido a Japón por el Prof. Akao y después por el Prof. Mizuno (Bouchereau y Rowlands, 2000). Profr. Yoji Akao es reconocido como el padre del QFD. Su trabajo estimuló su primera implementación en Mitsubishi Heavy Industries Kobe Shipyard en 1972 (Lowe y Ridway, 2000).

El QFD es una técnica que nace como una estrategia para asegurar que la calidad se logre en los nuevos productos. Cambia del enfoque de “sabemos lo que el cliente quiere” al enfoque de “escuchemos la voz del cliente”. Este ultimo enfoque permite a la empresa ser más proactiva a los problemas de calidad en vez de ser reactiva a ellos a través de la espera de las quejas del cliente (Zairi y Youssef, 1995).

Por lo tanto, el éxito de un producto o servicio depende grandemente en cómo satisfacen la necesidades y expectativas del cliente. Consecuentemente, más esfuerzos son realizados para obtener la información necesaria para determinar lo que el cliente en verdad quiere. El QFD es un método de diseño orientado al proceso y construido para llevar a cabo el proceso de traducción y asegurar que los resultados se implementen (Bouchereau y Rowlands, 2000).

Adiano y Roth (1994) afirman que la calidad superior en un producto es definida finalmente por los clientes, no por los ingenieros. Si los fabricantes quieren mejorar su competitividad en un mercado de cambios e hipercomplejo, deben ser capaces de identificar los requerimientos del cliente y de incorporar “la voz del cliente” en las decisiones estratégicas de manufactura.

Aún cuando el QFD es rápidamente aceptado por las empresas, su proceso a menudo es usado parcialmente. Muchos de los esfuerzos se enfocan en la primera matriz, la Casa de la Calidad (Scheurell, 1994). Cox (1992) indica que no más del 5% de las empresas va más allá de la primera matriz. Muchas empresas, tales como Volvo, han encontrado que muchos beneficios pueden ser logrados con tan solo completar la primera matriz (Han et al., 2001).

La participación de México en actividades del QFD se remonta a los años 90's. Recientemente, cursos de QFD Green Belt y QFD Black Belt han sido impartidos en la Universidad de Monterrey y en la Ciudad de México. Además, la Universidad de Monterrey y el ITESM se han unido con empresas privadas de México para formar la Asociación Latino-americana de QFD (Akao y Mazur, 2003).

### **Qué es y qué hace el QFD**

Akao y Mazur (2003) presentan en su artículo “The leading edge in QFD: past, present and future” una reseña del origen del término Quality Function Deployment. Ahí, Akao y Mazur argumentan que el QFD es una traducción literal de las palabras japonesas *hinshitsu kino tenkai*, que originalmente fueron traducidas como quality function evolution. Después, en el primer seminario del QFD en USA, el patrocinador Masaaki Imai creía que el término evolution connotaba impropriamente el significado de “cambio”, entonces *hinshitsu tenkai* se tradujo como quality deployment. Sin embargo, el uso de la palabra “function” en QFD ha sido mal interpretado pues se refiere a un análisis funcional de las fases del proceso del negocio para mejorar la calidad del mismo proceso de desarrollo del producto. Entonces no se refiere a la función del producto en su contexto.



Algunas definiciones del QFD desarrolladas por diferentes autores son las siguientes:

Akao (1990)

El QFD es convertir las demandas del cliente en “características de calidad” y desarrollar un diseño de calidad para el producto final a través del despliegue sistemático de las relaciones entre las demandas y las características, empezando con la calidad en cada componente funcional y extendiendo el despliegue a la calidad de cada parte y proceso. La calidad global del producto estará formada a través de esta red de relaciones.

Lynch y Cross (1991)

QFD es un sistema para diseñar un producto o servicio basado en los deseos del cliente e involucrando a todos los miembros de la organización. Como tal, es un mapa conceptual para la planeación y comunicación interfuncional.

Houser y Clausing (1988)

Un juego de rutinas de planeación y comunicación. La Función de Despliegue de la Calidad enfoca y coordina las habilidades dentro de una organización, primero para diseñar, luego para manufacturar y mercadear bienes que los clientes quieren comprar y continuarán comprando. El fundamento del QFD es la creencia de que los productos deben ser diseñados para reflejar los deseos y gustos de los clientes – entonces la gente de mercadotecnia, ingenieros de diseño y el staff de manufactura deben trabajar estrechamente desde el momento en que el producto es concebido.

Garvin (1988)

El QFD puede ser definido como gráficas elaboradas para traducir percepciones de calidad en características de producto, características de producto en la fabricación y requerimientos de ensamble. De esta forma “la voz del cliente” es desplegada a través de toda la compañía.

Bossert (1991)

El QFD es un proceso que provee estructura al ciclo de desarrollo donde el enfoque primario son los requerimientos del cliente.

Maddux, Amos y Wyskid (1991)

El Despliegue de la Función de Calidad puede ser definido como un sistema para diseñar un producto o servicio basado en las demandas del cliente e involucrando a todos los miembros de la organización.

Fortuna (1988)

Un medio sistemático de asegurar que los clientes o las demandas del mercado (requerimientos, necesidades, deseos) son traducidos con precisión en requerimientos técnicos relevantes y acciones a través de cada etapa del desarrollo del producto.

Adams y Gavoor (1990)

Una técnica detallada para apoyar al proceso de planeación y diseño, aplicable a cualquier proceso de diseño, tanto de servicios como de productos, enfocado a traducir “la voz del cliente” en especificaciones de la compañía en cada etapa del proceso de introducción del producto.

Bouchereau y Rowlands (2000)

El Despliegue de la Función de Calidad es una técnica que traduce directamente los requerimientos del cliente en el diseño del producto y el proceso, el cual resulta en una ruta más rápida y barata hacia el mercado.

Eureka y Ryan (1988)

QFD es definido como “una forma sistemática de asegurar que el desarrollo de los rasgos del producto, características y especificaciones, así como también la selección y desarrollo de equipos de proceso, métodos y controles están conducidos por las demandas del cliente o el mercado”.

Sin importar si el QFD es visto como un proceso, un método, una técnica, una herramienta e incluso una filosofía, sus principales objetivos son identificar quien es el cliente, que es lo que desea y como satisfacer esos deseos.

Muchas definiciones han sido propuestas para reflejar sus diferentes facetas. Sin embargo, QFD es principalmente un sistema de personas. Nada sucede sin las personas (Bouchereau y Rowlands, 2000).

El QFD no hace nada que las personas no hayan hecho antes, pero reemplaza procesos de toma de decisiones inconsistentes e intuitivos con un enfoque estructurada. Ayuda a las empresas a moverse desde un enfoque basado en inspección hacia un enfoque de diseño de la calidad en productos y, por consiguiente, juega un papel clave en cualquier programa de Administración por Calidad Total (ACT) o de mejora continua (Bouchereau y Rowlands, 2000).

El QFD se enfoca en dar valor a través de la búsqueda tanto de necesidades explícitas como implícitas, traduciéndolas en acciones y diseños, y comunicándolos a través de toda la compañía en las primeras etapas de un proyecto. Fue diseñado para capturar tantos problemas de diseño como sea posible en las primeras etapas del proceso de diseño del producto.

### **Beneficios del QFD**

El QFD puede conducir a una amplia variedad de beneficios (Zucchelli, 1992), puede ayudar a:

- Definir especificaciones del producto que cumplan los requerimientos del cliente, mientras se presta atención a la competencia.
- Asegurar consistencia entre los requerimientos del cliente y las características medibles del producto.
- Informar y convencer a todos aquellos responsables para varias etapas del proceso de la relación entre la calidad de los resultados de cada fase (del proceso del QFD) y la calidad del producto final.
- Asegurar consistencia entre la planeación y el proceso de producción.
- Lograr que las cosas se muevan más rápido porque la planeación toma lugar en una etapa temprana porque se minimizan las interpretaciones equivocadas de prioridades y objetivos.

En un estudio hecho por GOAL/QPC Research Committee (1989) en la Industria Japonesa se concluyó que el QFD habilita a las organizaciones para lograr lo siguiente:

- Traducir los requerimientos del producto en requerimientos (técnicos) significativos en cada etapa del proceso de desarrollo y producción.
- Ofrecer un método estructurado para conectarse con todo el conocimiento en desarrollo de nuevos productos en cualquier organización y facilitar su administración y control.
- Juntar personas de varias disciplinas y facilitar la formación de equipos capaces de encontrar los requerimientos del cliente.

Otros beneficios reportados por manufactureras japonesas en el uso del QFD (Zairi y Youssef, 1995) incluyen:

- Reducción en número de cambios de ingeniería (arriba del 50%).
- Reducción del tiempo en el ciclo de diseño (arriba del 50%).
- Incremento en la satisfacción del cliente y reducción en las quejas por garantía (arriba del 50%).

Lockamy y Khurana (1995) resumen los beneficios del QFD en la siguiente lista:

- Pocos y tempranos cambios de diseño.
- Menor tiempo en el desarrollo del producto.
- Pocos problemas en la puesta en marcha.
- Bajo costo de puesta en marcha.
- Pocos problemas de campo.
- Clientes más satisfechos.
- Identifica fortalezas y debilidades comparativas de los productos respecto a la competencia.
- Alienta el trabajo en equipo y la participación.
- Alienta la documentación del conocimiento de mercadotecnia, diseño, ingeniería y manufactura del producto en una manera consistente y objetiva.

Para tener una visualización más completa de los beneficios que ofrece la aplicación del QFD en el proceso de desarrollo del producto se presenta a continuación la Tabla 2 donde cada uno de los beneficios es relacionado con las salidas del desarrollo del producto propuestos por Vonderembse y Raghunathan (1997):

Autor \ Salida	Diseño	Tiempo	Costo
Zucchelli	Especificaciones acordes a requerimientos del cliente.  Consistencia entre requerimientos del cliente y características medibles del producto.	Consistencia entre planeación y proceso de producción.	Disminución de costo a consecuencia de eliminación de errores de diseño en las primeras etapas del proceso.
GOAL / QPC	Traducción de requerimientos del producto en requerimientos técnicos significativos. Estructura para el desarrollo de nuevos productos. Desarrollo de productos con equipos multidisciplinarios.		
Zairi y Youssef	Incremento en la satisfacción del cliente.	Reducción del tiempo de ciclo del diseño.	Reducción en número de cambios de ingeniería.
Lockamy y Khurana	Pocos y tempranos cambios en diseño. Pocos problemas de puesta en marcha. Pocos problemas de campo.	Menor tiempo en el desarrollo del producto.	Bajo costo de puesta en marcha.

Tabla 2 Clasificación de los beneficios del QFD de acuerdo a las salidas del desarrollo del producto

**Elementos del QFD**

Existe cierta confusión en cuanto a la amplitud del Despliegue de la Función de Calidad. Muchos americanos de la industria automotriz (principalmente no japonesas) no pueden diferenciar entre los dos elementos que componen el QFD definido extensamente: QD y QFD (Akao, 1998).

Para clarificar las diferencias entre QD y QFD se definen a continuación cada uno de estos términos:

**Quality Deployment o QD (Akao et al., 1989)**

Es una metodología que convierte las demandas del usuario en características de calidad sustitutas, determina la calidad de diseño de los productos terminados y sistemáticamente despliega esta calidad en la calidad de los componentes, en la calidad de partes individuales, en los elementos del proceso y en sus relaciones.

**QFD definido limitadamente (Mizuno y Akao, 1978)**

Es un despliegue paso a paso de una función u operación, esto incluye la calidad, en sus detalles a través de la sistematización de objetivos y medios.

En contraste, el término “QFD definido ampliamente” se refiere a la combinación del QD y del “QFD definido limitadamente” (Akao y Mazur, 2003).

El Dr. Akao relaciona la Casa de la Calidad con el QD y su finalidad es llevar la voz del cliente al proceso de diseño. Menciona que el segundo componente del QFD (QFD definido limitadamente) se enfoca en los procesos del negocio de una organización, asegurando que todas las operaciones, funciones y tareas hechas por la gente sean hechas en tal manera que se asegure la calidad. Además explica que la combinación del QD y del QFD definido limitadamente en el QFD definido ampliamente fue necesaria para sostener la mejora en el producto y el proceso. Mientras la definición limitada y la amplia son una forma de diferenciar el alcance de estos métodos, su circunferencia de calidad no es fácilmente entendida por no

especialistas en QFD (Akao y Mazur, 1998). Por tal motivo en la tabla 3 se traducen los tecnicismos del QFD en términos genéricos:

<b>Enfoque</b>	<b>QFD Técnico</b>	<b>Genérico</b>
Entender las necesidades del cliente y traducirlas en características del producto, y asegurar a través de toda la manufactura y la producción.	Quality Deployment	QFD enfocado al producto
Asegurar que todas las funciones de la organización entiendan y ejecuten propiamente su trabajo de acuerdo a los estándares establecidos.	QFD definido limitadamente	QFD enfocado al proceso
Combinación de los dos anteriores.	QFD definido ampliamente	QFD amplio.

Tabla 3 Sistema de nombres del QFD (Akao y Mazur, 1998)

### **El Proceso del QFD (Las 4 fases)**

El proceso del QFD consiste en 4 fases (Bouchereau y Rowlands, 2000; Schubert, 1989; Lowe y Ridway, 2000). El resultado de cada fase es llevado a las fases consecutivas. De esta forma la “voz del cliente” es llevada hacia la línea de producción. Las cuatro fases del QFD (Bouchereau y Rowlands, 2000), mostradas en la Figura 1, incluyen:

- Fase 1: Planeación del producto: casa de la calidad.
- Fase 2: Diseño del producto: despliegue de las partes.
- Fase 3: Planeación del proceso.
- Fase 4: Control del proceso (cartas de control de calidad).

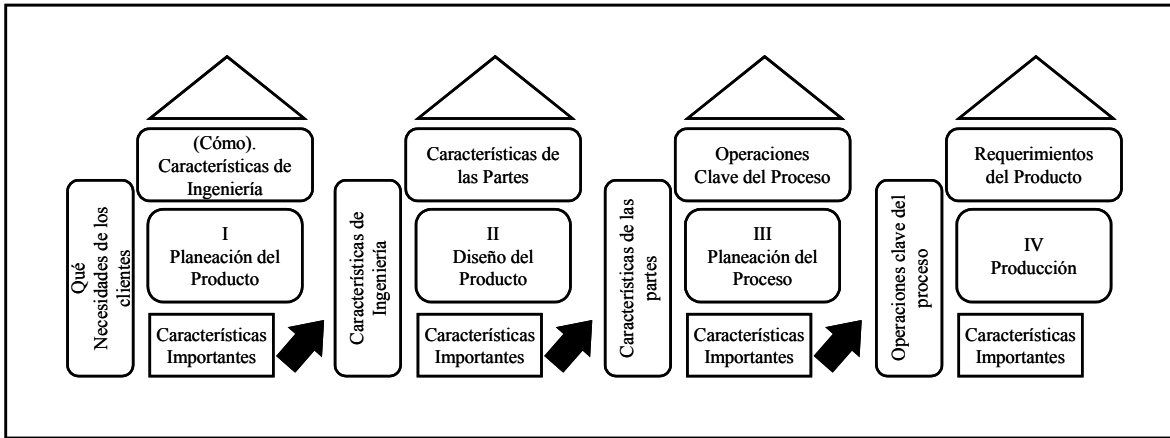
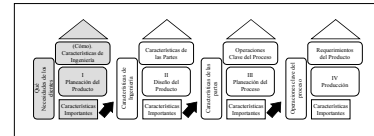


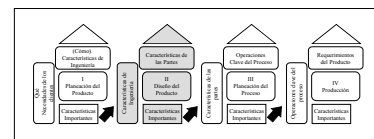
Figura 1 Las 4 fases del QFD (Bouchereau y Rowlands, 2000)

Según Schubert (1989) el proceso comienza con el cliente y sus deseos y necesidades; a menudo llamado la “voz del cliente”. Muchos clientes pueden existir a través del desarrollo de cualquier artículo, sin embargo, el usuario final (o consumidor) debe ser siempre el más importante. Existen muchas formas de obtener esta “voz”, entre ellas están las encuestas y las entrevistas.



Una vez obtenida esta voz se agrupa lógicamente y luego se traduce en resultados (requerimientos de diseño medibles) relacionados para satisfacer los deseos del cliente. Esta traducción (como en cada traducción siguiente) es llevada a cabo a través de la aplicación de conocimientos de ingeniería y técnicos para establecer los requerimientos de lo que debe ser proveído por el artículo que está siendo desarrollado. Después de establecer los requerimientos (incluyendo valores objetivo) y sus relaciones clave, la próxima traducción (despliegue) puede ser hecha usando esta información como entradas.

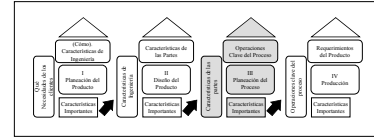
Lo anterior constituye únicamente la primera fase. La segunda fase que se desarrolla en una segunda matriz investiga las relaciones entre las características de calidad y las características del producto. Un producto puede ser dividido en



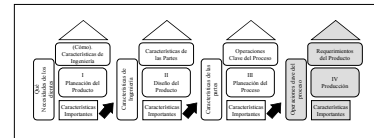


subsistemas y los subsistemas en partes. En este punto, las características importantes de cada parte es enumerada. El propósito de esta fase es determinar las partes críticas del producto e identificar los elementos de atención

Luego la tercera matriz, la fase de la planeación del proceso, examina las relaciones entre las características del producto y los procesos de manufactura. De igual forma que los productos, el sistema de procesos manufactura puede ser dividido en procesos de subensamblado. El propósito de esta fase es identificar y evaluar las operaciones del proceso, determinar qué debe mejorarse o rediseñarse dentro del proceso para hacer el producto manufacturable, determinar el proceso más adecuado y las operaciones más importantes.



En la matriz final, los procesos de manufactura son comparados con los controles de calidad que serán monitoreados durante la manufactura. El sistema global del QFD está basado en estas cartas, trazando un flujo continuo de información desde los requerimientos del cliente a las instrucciones operativas de la planta (Bouchereau y Rowlands, 2000). Esta fase tiene el propósito de comparar las operaciones del proceso con las características físicas del producto y asegurarse de que todos los aspectos importantes del cliente se estén verificando, así como determinar cuáles verificaciones de calidad son redundantes o requieren mayor atención. En esta fase es donde se identifican las características físicas clave del producto, los valores objetivo para cada una de ellas y las verificaciones internas que deben realizarse para asegurar la calidad.



**Las Herramientas del QFD.**

Según Lowe y Ridway (2000) el QFD tiene un juego de herramientas equivalentes a las siete herramientas básicas del ACT. Estas siete herramientas de administración y planeación son tomadas de otros métodos de administración reconocidos:

1. Diagramas de afinidad.
2. Diagramas de árbol.
3. Diagramas de matriz y tablas.
4. Diagramas de relación.
5. Cartas de programa del proceso de decisión (PDPC).
6. Proceso de jerarquización analítica (AHP)
7. Mapeo

De los anteriores, los tres primeros forman el soporte principal de los procedimientos del QFD.

**La Construcción de las Matrices**

En esta parte del capítulo se presentarán los procedimientos para construir cada una de las matrices que corresponden a cada una de las cuatro fases del QFD. Para la Fase I se desarrolla la Matriz de Planeación del Producto, para la Fase II se desarrolla la Matriz de Planeación de las Partes, luego la Matriz de Planeación del Proceso y la Matriz de Planeación de la Producción para las Fases III y IV respectivamente. Los procedimientos aquí presentados son los descritos por Shillito en su libro "Advanced QFD: Linking Technology to Market and Company Needs".

**Matriz 1 Casa de la Calidad (Figura 2)**

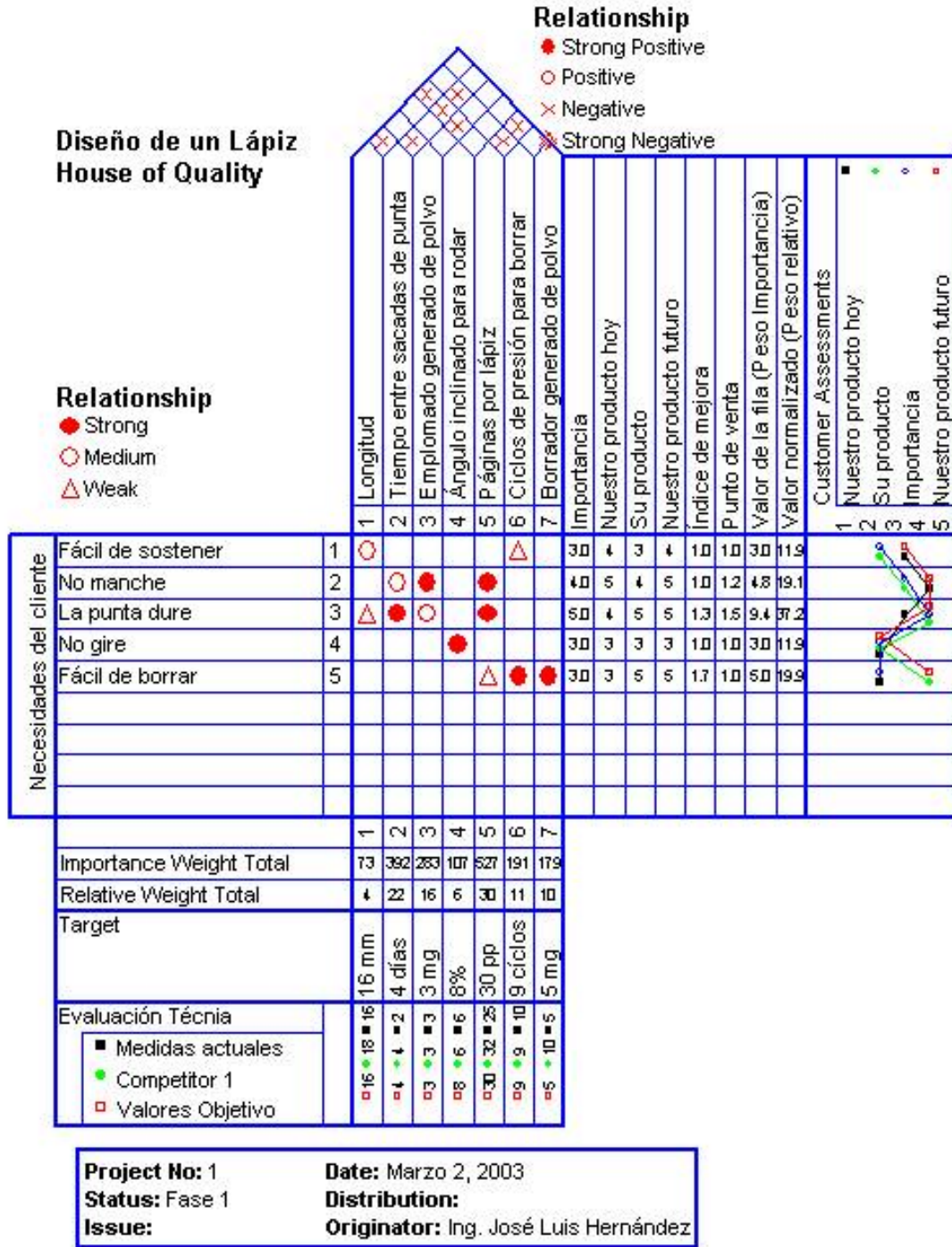


Figura 2 Matriz 1, la casa de la calidad para un lápiz (Shillito, 1994)

*I. Propósito:*

- a. Identificar / evaluar las necesidades del cliente.
- b. Identificar las relaciones entre las necesidades del cliente y los requerimientos técnicos del producto (RTPs).
- c. Evaluar los RTPs.
- d. Fijar valores objetivo para los RTPs.

*II. Productos (Entregables):*

- a. Documento con las necesidades del cliente.
- b. Requerimientos técnicos y medidas objetivos.
- c. Necesidades del mercado.
- d. Atributos del producto.
- e. Análisis competitivo.

*III. Método:*

- a. Listar las necesidades del cliente:
  1. Utilice cualquier fuente disponible: equipo, estudios de mercado, grupos focales, etc. 1,2\*
  2. Directrices para escribir las necesidades del cliente: Cada afirmación debe:
    - (a). Ser clara para todos en la organización.
    - (b). Ser positiva.
    - (c). Usar definiciones comunes que el equipo del QFD entienda.
    - (d). Ser claramente formulada y singular, no oraciones compuestas.
    - (e). Ser desprovista de palabra que se refieran a los RTPs.
- b. Cuantificar la importancia de cada necesidad del cliente 3,4:
  1. Segregue todas las regulaciones, garantías e imperativos. Valore solo las necesidades. (La pregunta que intenta

---

\* Los números se refieren a las notas en la sección de Notas Operativas.

- contestar es: ¿Qué tan importante es este rasgo o característica para el usuario?).
2. El equipo establece una escala de valores.
  3. Escriba la descripción de la escala para cada valor. Por ejemplo 5:
    - 9 Esta necesidad es muy importante e influenciará positivamente en la decisión de compra.
    - 3 Rasgo que es conveniente tener.
    - 1 Rasgo no muy importante, no influye en la decisión de compra.
- c. Dirija el análisis competitivo:
1. Establezca una escala de valores para estimar qué tan bien los productos satisfacen cada rasgo; escriba una descripción similar para la escala similar a la III.b.3 arriba citada. 6
  2. Valore los productos actuales de la compañía y la competencia contra las necesidades del cliente. La pregunta que se trata contestar es: ¿Qué tan bien satisface estos rasgos este fabricante?
  3. Valore en qué punto se desea tener en el futuro el producto de la compañía. 7
- d. Calcule el índice de mejora; divida el valor futuro deseado entre el valor actual del producto. 8
- e. Cuantifique el punto de ventas 9:
1. El mercado emplea 10:
    - 1.1 Influencia del mercado significativa (puede enfatizarse en publicidad).
    - 1.2 Alguna influencia.
    - 1.3 Statu quo.
- f. Calcule el valor bruto de las necesidades del cliente:
1. Valor de las necesidades del cliente = importancia del cliente × Índice de mejora × Punto de ventas.
  2. Normalice los valores brutos a porcentajes.

- 
- g. Liste los requerimientos técnicos del producto (RTP's) 11:
1. Los RTP's deben ser medibles y comparables a través de benchmarking.
  2. Los RTP's son cosas que podemos controlar en diseño o manufactura.
  3. Directrices para enunciar los RTP's: GOAL/QPC recomienda que cada enunciamiento de un RTP debe:
    - (a). Ser desprovisto de palabras que refieran a: medios, costo, precio, fiabilidad, demandas del cliente, partes, pruebas, pasos del proceso.
    - (b). No listar partes y procesos porque no se está intentando diseñar el producto hasta este punto.
- h. Determinar las relaciones entre las necesidades del cliente y los RTP'S. 12
1. Pueden utilizarse símbolos: Q=9, O=3, s=1; o palabras: alto=9, medio=3, bajo=1, definido=1, alguno=3, tal vez=1.
- i. Calcule el valor de los RTPs:
1. Calcule el valor de cada celda en la matriz de relaciones:
    - (a). Multiplique el valor normalizado de las necesidades del cliente (del paso III.f.2) las veces del valor de la celda (del paso III.h).
    - (b). Sume los valores de las celdas de los RTPs. Esta es la columna del valor total de los RTPs.
    - (c). Normalice los valores totales de los RTPs. Estos porcentajes representan la importancia relativa de los RTPs como el ponderado por la importancia del cliente normalizada.
- j. Construya el techo de la casa (interrelaciones entre RTPs):
1. Para cada par de RTPs, determine si hay una correlación entre ellos 13:
    - (a). Pueden ser utilizados símbolos:

Q=Correlación positiva fuerte

O=Correlación positiva

#=Correlación negativa

x=Correlación negativa fuerte

- k. Determine las unidades de medida para los RTPs y liste las medidas actuales.
- l. Estime los valores actuales de los competidores por cada RTP.
- m. Determine el valor objetivo para cada RTP.
- n. Haga el análisis técnico competitivo para cada RTP. 14
- o. Introduzca el costo, si se conoce, de cada RTP.
- p. Normalice los costos de cada RTP a un porcentaje.

*IV. Herramientas Apropriadas para esta Matriz.*

- a. Diagramas de afinidad.
- b. Diagramas de árbol.
- c. Diagramas de matriz.
- d. Descriptores de escalas.
- e. Escalas de relaciones gráficas y ploteo.

*V. Problemas que Pueden Dirigirse en este Fase:*

- a. RTPs.
- b. Lo que cuesta entrar al mercado.
- c. Características del mercado, planeación.
- d. Estrategia de ventas.
- e. Requerimientos de diseño a nivel macro.
- f. Evaluación competitiva.
- g. Benchmarking técnico.

*Notas Operativas:*

- 1 Establezca un glosario de términos para todas las necesidades del cliente. Como un ejemplo, la necesidad del cliente puede ser: “imagen clara”. Esto puede ser redefinido de tal forma que la gente técnica pueda entender “claridad”. Por ejemplo, la definición del glosario puede ser: “La imagen en el papel deber tener una definición clara alrededor

de los márgenes. La percepción de la claridad puede ser influenciado por el contraste”. Sin embargo, las palabras originales del cliente aún permanecen intactas.

- 2 Un proceso estructurado adicional para utilizarse en la definición de las necesidades del cliente es la tabla de la voz del cliente (TVDC). El propósito del TVDC es proveer un medio para explorar contextos de aplicaciones alternativas del producto para definir mejor las verdaderas necesidades de los clientes así como también explorar las características “de calidad excitantes” implícitas.
- 3 Algunas veces los clientes / usuarios reales están situados en el equipo.
- 4 Asegúrese que la valorización de la importancia de las necesidades del cliente refleja solo un tipo de cliente y no una familia de clientes. Si tiene múltiples clientes, cree escalas de valores separadas para cada cliente.
- 5 Una escala de valores para la importancia del cliente es:
  - 5 Critico, puede impactar la decisión de compra.
  - 4 Muy importante, impacte en la decisión de compra cuando es considerado con otras demandas.
  - 3 Convince tenerlo, gastarían dinero por él.
  - 2 Sería bueno, convencería tenerlo, pero no gastarían dinero por él.
  - 1 No me interesa.
- 6 Una escala opcional para la evaluación competitiva es:
  - 5 Clase mundial: Satisface las necesidades de los clientes más allá de sus expectativas.
  - 4 El mejor en su clase: No hay otro mejor.
  - 3 Promedio: Bastante bueno pero aún hay espacio para mejorar.
  - 2 Decepcionante: Deberías ser mejor.
  - 1 Estás en una clase por ti mismo! No hay nadie pero que tú.
- 7 No caiga en la trampa de pensar que debe mejorar cada rasgo. Esto resultara en sobrediseño.
- 8 Algunas veces puede ser más efectivo o representativo calcular la diferencia aritmética entre el valor futuro deseado y el valor actual. Las



razones matemáticas pueden algunas veces ser engañosas. Por ejemplo: una razón matemática de mejoramiento de  $3/1=3$  es diferente de una razón de mejoramiento de  $9/3=3$ . En este caso, la diferencia aritmética es  $3-1=2$  y  $9-3=6$ . Usted tendrá que juzgar cuál usar.

- 9 El personal de mercadotecnia deberá estar presente para hacer esta valoración!
- 10 Los valores de las escalas son empíricos y son tomados de investigaciones japonesas.
- 11 Establezca un glosario de términos para todo los RTPs; esto es crítico para la comunicación del equipo. Por ejemplo: “Contraste: los registros exponen unidades entre 0.1 y 0.6 de densidad sobre D-/min.”
- 12 Como la Matriz 1 puede ser muy grande, algunas veces las necesidades del cliente con la valoración más alta (e.g., arriba del 20%) son utilizados para la matriz de relaciones.
- 13 Igual que en la nota 12, algunas ínter correlaciones son hechas solo entre el 20% de los RPT's más importantes.
- 14 Adicionalmente, para listar y comparar los valores actuales y objetivos de los RTPs de la compañía y la competencia, muchos equipos utilizan una escala gráfica para dar una representación más pictórica de las relaciones.

**Matriz 2 Despliegue de las Partes (Figura 3)**

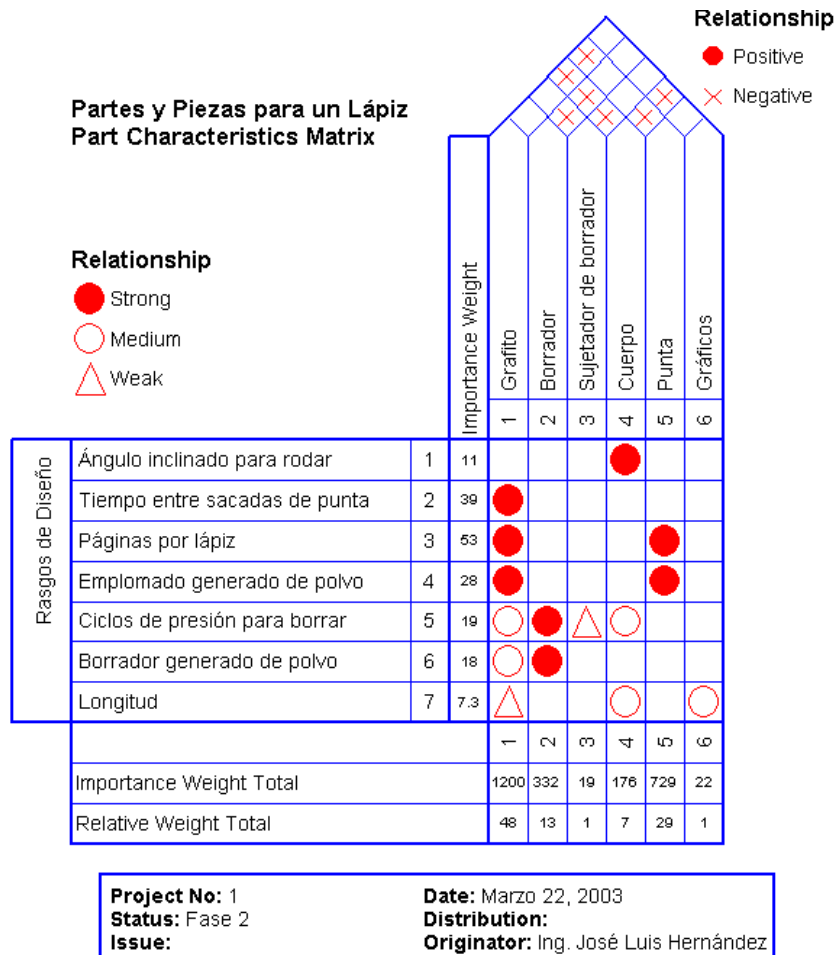


Figura 3 Matriz 2, matriz de partes y piezas para un lápiz (Shillito, 1994)

**I. Propósito:**

- a. Determinar partes críticas.
- b. Derivar valores de las partes características.
- c. Identificar elementos de atención

**II. Productos (Entregables):**

- a. Documento con partes y componentes críticos del producto.

**III. Método:**

- a. Introduzca en filas los RTPs más importantes de la Matriz 1 con sus valores.

- b. Agregue cualquier RPT nuevo que pueda ser apropiado en este momento. Renormalice todos los porcentajes de los RTPs de tal forma que totalicen a un 100%. Nota: el recuento es solo hecho cuando se agregan nuevos RTPs.
- c. Liste en forma de columnas las partes y componentes que reflejan el nuevo diseño alternativo. Estos pueden ser generados desde una cuenta de materiales o de un diagrama FAST (Function Analysis Systems Technique) 1.
- d. Determine las relaciones entre los RTPs y las partes y componentes. Los mismos valores (1, 3, 9) son utilizados para indicar la relación. (Ver Matriz 1, Paso III.h). Introduzca el valor en la mitad inferior de la celda.
- e. Calcule el valor de la parte / componente (PC):
  1. Multiplique los valores normalizados de los RTPs (Paso III.b) por los valores de las partes / componentes (PC) del paso III.d.
  2. Sume los valores brutos de las celdas de las PC. Esta es la columna de los valores totales brutos de los PC.
  3. Normalice los valores brutos de los PC.

#### *IV. Herramientas Apropriadas para esta Matriz.*

- a. Diagrama de matriz.
- b. Cuenta de materiales.
- c. Diagrama de explosión del producto.
- d. Diagrama FAST.
- e. Selección de conceptos de Pugh.

#### *V. Problemas que Pueden Dirigirse en este Fase:*

- a. Material.
- b. Equipo necesario.
- c. Empacado.
- d. Proveedores potenciales.
- e. Subsistemas.

- f. Cronometración del producto.
- g. Tolerancias del producto.

*VI. Indicaciones Operativas:*

- a. Una técnica de análisis de funciones útil para identificar las partes del producto es el diagrama FAST.
- b. Si un diseño alternativo no existe, es necesario generar uno en una sesión creativa y luego usar el proceso de selección del concepto de Pugh para reducir la lista a una alternativa utilizable.

*Notas Operativas:*

1. Los valores de los PC de la Matriz 2 son introducidos como factores de importancia. A menos que se agreguen a la lista nuevos PCs, los factores de importancia no deben ser normalizados.

**Matriz 3 Planeación del Proceso (Figura 4)**

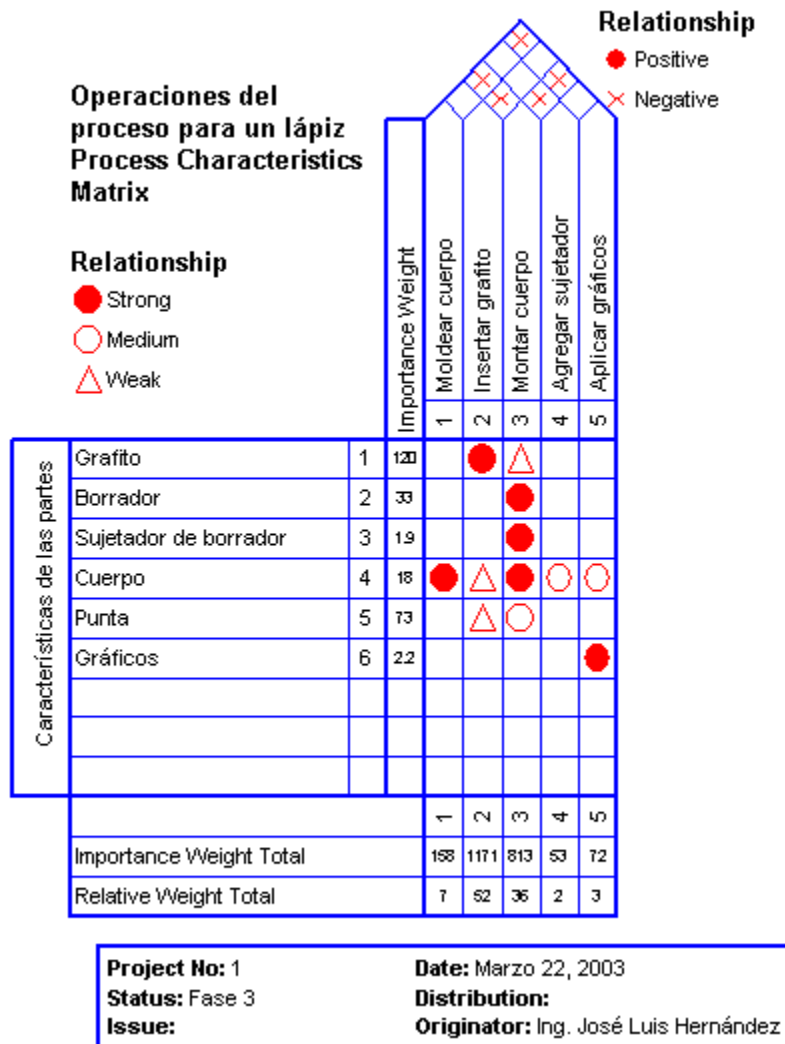


Figura 4 Matriz 3, matriz de funciones del proceso para un lápiz (Shillito, 1994)

I. *Propósito:*

- a. Identificar y evaluar las operaciones del proceso / manufacturado (OPMs).
- b. Evaluar las OPMs que mejor se ajusten.
- c. Determinar cuáles cosas en la secuencia del proceso necesita mejorarse o rediseñarse para hacer el nuevo concepto fabricable.
- d. Determinar si el proceso es adecuado.

- e. Determinar las operaciones más importantes.

*II. Productos (Entregables):*

- a. Operaciones clave del proceso / manufacturado.
- b. Componentes críticos del proceso.

*III. Método:*

- a. Introduzca en forma de filas a partir de la Matriz 2 las partes / componentes críticos (PCs).
- b. También introduzca los valores de las PCs críticos tomándolos de la Matriz 2. 1
- c. Identifique operaciones del proceso / manufacturado necesarios para producir el producto. 2 Introdúzcalos como nuevas columnas.
- d. Determine la relación entre PCs críticos y las operaciones de proceso / manufacturado (OPM). Los mismos valores (1, 3, 9) pueden ser utilizados para indicar la relación (como en las Matrices 1 y 2). Introduzca el valor en la mitad inferior de la celda.
- e. Calcule los valores de las operaciones del proceso / manufacturado (OPM):
  - 1. Multiplique el valor del PC (Paso III.b) por el valor del OPM calculado en el paso III.d.
  - 2. Sume los valores de la fila de proceso / manufacturado. Esta es la columna de valores totales brutos del proceso / manufacturado.
  - 3. Normalice los valores de las filas de OPMs.
- f. Revise los valores de las OPMs para determinar que cosas deben mejorarse o rediseñarse en la secuencia del proceso para hacer el nuevo concepto de las partes fabricable y al mismo tiempo satisfacer las necesidades del cliente identificados en la Matriz 1.

*IV. Herramientas Apropriadas para esta Matriz.*

- a. Diagrama de matriz.
- b. Diagrama de afinidad.
- c. Gráfica de flujo de la operación de la producción / proceso.

*V. Problemas que Pueden Dirigirse en esta Fase:*

- a. Objetivos de los procesos.
- b. Tolerancias de los procesos.
- c. Índice de la capacidad del proceso.
- d. Índice de capacidad de las tolerancias.
- e. Repetibilidad del proceso (en conjunción con la Matriz 4).
- f. Fiabilidad del proceso (en conjunción con Matriz 4).
- g. Componentes críticos del proceso.

*Notas Operativas:*

1. Los valores de los PCs tomados de la Matriz 2 son introducidos como factores de importancia. A menos que se agreguen nuevos PCs a la lista, los factores de importancia no deben ser normalizados.
2. Un diagrama de flujo del proceso / manufacturado debe ser construido para cada parte / componente. Este ejercicio ayudará a determinar todas las operaciones, así como guardar una secuencia en el orden adecuado. Esto ayuda a identificar qué impacto tiene cada paso en el proceso global. El departamento de manufacturado o de procesos debe tener gráficas de flujo de las operaciones existentes. Estos deben ser útiles para construir las columnas de títulos. Si las gráficas de flujo del departamento están muy detalladas, puede ser necesario agregar operaciones a un nivel más alto de detalle similar a un diagrama de afinidad.

**Matriz 4**

Planeación de la Producción (Figura 5)

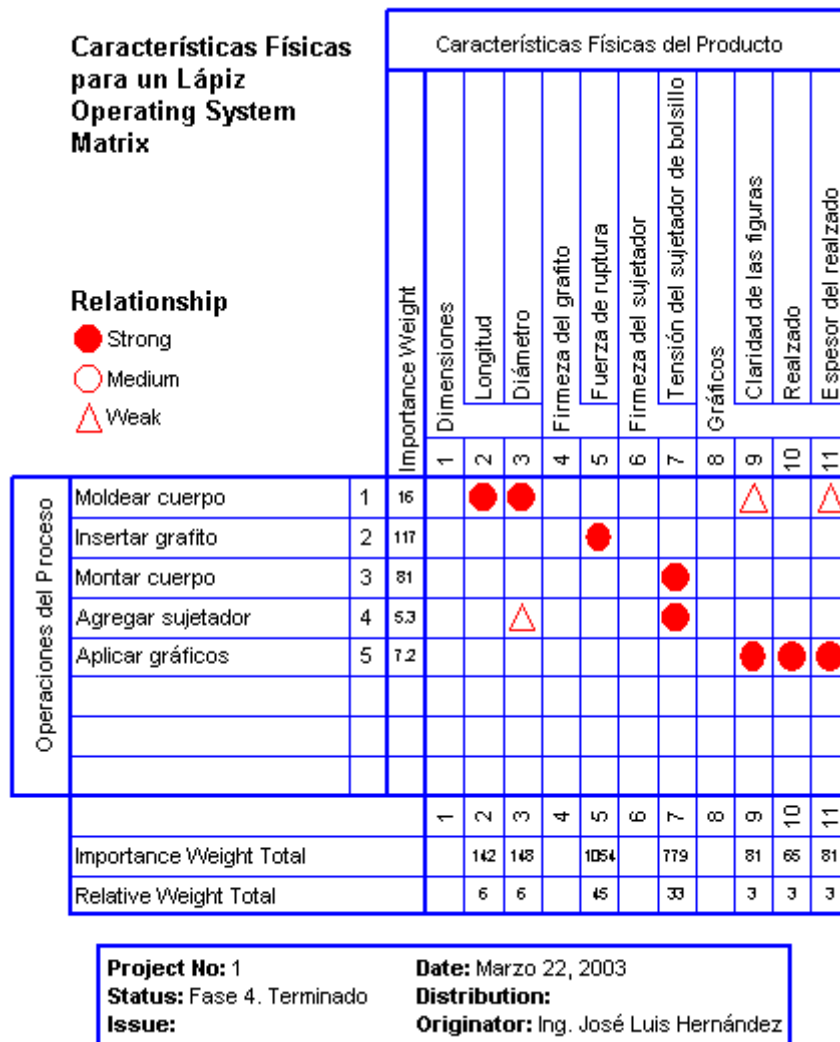


Figura 5 Matriz 4, matriz de planeación de la producción para un lápiz (Shillito, 1994)

I. Propósito:

- a. Comparar las operaciones del proceso con las características físicas del producto.
- b. Estar seguros de que se están verificando todos los aspectos importantes para un cliente.
- c. Determinar cuáles verificaciones de calidad son redundantes y cuales requieren más atención.



- d. Determinar valores objetivo para cada característica.
- e. Identificar verificaciones internas que habilitan a los operadores para saber si el proceso está operando correctamente.

*II. Productos (Entregables):*

- a. Características físicas clave del producto.
- b. Valores objetivo para las características clave del producto.
- c. Verificaciones internas claves de aseguramiento de la calidad.

*III. Método:*

- a. Introduzca en forma de filas las operaciones del proceso a partir de la Matriz 3. Incluye también los valores de importancia de esas operaciones. 1
- b. Identifique las características físicas del producto. Introdúzcalas como nuevas columnas. 2 La mayoría de ellas pueden obtenerse o derivarse de la Matriz 3.
- c. Determine las relaciones entre las operaciones clave del proceso y las características de calidad claves del producto. Los valores pueden ser 1, 3 o 9 o cualquier medida que sea apropiada. Introduzca el valor en la mitad inferior de la celda. 3
- d. Calcule el valor de la característica de calidad del producto, si es apropiado. 4
- e. Identifique las operaciones de montaje, requerimientos de mantenimiento y así sucesivamente de lo que generalmente es o necesita dirigirse como parte de la planificación del aseguramiento de la calidad. Esto es necesario para ser capaces de identificar las verificaciones internas necesarias para los operadores y para controlar el proceso.
- f. Liste en la parte superior de la matriz todas las verificaciones internas (pruebas, lecturas, ajustes) requeridos para mantener el proceso bajo control. Estos son parte de la planeación del aseguramiento de la calidad.

- g. Un techo de ínter correlaciones no se construye porque ya se habrá hecho en la Matriz 1.

*IV. Problemas que Pueden Dirigirse en este Fase:*

- a. Pruebas clave y verificaciones internas para las características del producto.
- b. Repetibilidad del proceso.
- c. Fiabilidad del proceso.
- d. Componentes críticos del producto y el proceso.
- e. Objetivos del proceso.
- f. Tolerancias del proceso.
- g. PCIs
- h. TCIs

*Notas Operativas:*

1. Es probable que no todas las operaciones del proceso sean llevadas a la Matriz 4. Quizás solo los más críticos son llevados.
2. Usted puede verificar los requerimientos técnicos del producto (RTPs) y los requerimientos del cliente en la Matriz 1 para asegurarse que todas las características físicas del producto han sido identificadas.
3. En lugar de valores numéricos pueden ser utilizados términos calificativos tales como alto, medio y bajo. El propósito es identificar las características de calidad del producto más críticas que necesitan atención in el proceso de manufactura.
4. Puede o no puede ser calculado una columna de valores factorizados.

El procedimiento antes descrito corresponde a un procedimiento manual, que puede ser llevado a cabo en papel o a través de una hoja de cálculo en Microsoft Excel. Sin embargo en la actualidad existen paquetes computacionales que incluyen todas las herramientas necesarias para desarrollar todo el proceso del QFD, un ejemplo de estos paquetes es QFD 2000 hecho por Total Quality Software e Ian Ferguson Engineers. Las gráficas contenidas en las figuras incluidas en esta parte fueron desarrolladas en ese paquete.

### **Proceso de Implantación**

En la vida real, la aplicación del QFD se limita al desarrollo de la primera matriz (Casa de la Calidad), por tal motivo el proceso de implantación propuesto por algunos autores finaliza con el desarrollo de ésta.

Herzwurm et al (2000) proponen cuatro etapas con un total de once pasos para implantar el QFD, éstos se presentan a continuación:

1. Pre-planeación
  - a. Organización del proyecto
  - b. Despliegue del cliente
2. Construcción de la Casa de la Calidad a través de un software
  - a. Análisis de la voz del cliente: obtención de los requerimientos del cliente.
  - b. Evaluación de los requerimientos del cliente.
  - c. Análisis de la voz del ingeniero: obtención de funciones del producto
  - d. Construcción de la matriz a través del software.
3. Construcción de la Casa de la Calidad clásica
  - a. Obtención de los elementos de calidad
  - b. Construcción de la Casa de la Calidad clásica
4. Derivación y desarrollo de objetivos
  - a. Evaluación de las funciones del producto
  - b. Evaluación de los elementos de calidad
  - c. Análisis de puntos de diseño

Por su parte Cohen (1995) presenta también un proceso de implantación en tres fases más una preliminar.

0. Planeación del QFD
  - 0.1 Establecer el soporte organizacional
  - 0.2 Determinar los objetivos

- 0.3 Definir al cliente
  - 0.4 Definir el horizonte de tiempo
  - 0.5 Definir el concepto del producto o servicio
  - 0.6 Definir el equipo del proyecto
  - 0.7 Crear un programa
  - 0.8 Adquirir las facilidades y los materiales
1. Obtener la Voz del Cliente
  2. Construir la Casa de la Calidad
  3. Analizar e Interpretar los resultados

Los dos procesos de implantación anteriormente presentados no incluyen el desarrollo de las matrices que le siguen a la casa de la calidad. Sin embargo la principal aportación que hacen, especialmente el proceso de Cohen, es el de la fase de planeación del QFD ya que es esa fase la que determina el éxito o el fracaso del proyecto. Las fases posteriores podrían resumirse simplemente como el desarrollo del QFD (las cuatro fases). Además podría considerarse una fase de documentación del proyecto y otra de replica en productos similares.

### **Aspectos Relevantes en la Implantación**

Kathawala y Motwani (1994) afirman que la implementación y éxito del QFD depende de muchos factores críticos tales como el soporte de la alta dirección, ausencia de miedo, educación y entrenamiento extenso a administradores y trabajadores, administración con hechos, práctica y énfasis en técnicas de administración de políticas en vez de administración por objetivos (administración por resultados), y finalmente un equipo especializado y un facilitador que entienda completamente el QFD.

Lowe y Ridway (2000) mencionan algunos aspectos que deben considerarse, los más relevantes son el uso de matrices pequeñas, pues esto ayuda a evitar complejidad, enfoca al equipo en los problemas más importantes y reduce la

presión en los recursos. Otro aspecto es el reconocimiento de los participantes, tanto a nivel individual como de grupo, para alentar su participación.

Cuando se está desarrollando por primera vez un proyecto de QFD Dickinson (1995) recomienda clarificar lo que es y lo que no es el QFD con el fin de que no se generen grandes expectativas de ingresos al corto plazo. Sugiere no masificar el proyecto, es decir, definir un tamaño de proyecto pequeño o mediano, entrenar durante el proyecto y no masivamente al principio pues se puede olvidar lo aprendido, trabajar con matrices pequeñas, considerar solo un cliente en el desarrollo del producto. También es importante dar al equipo lo que necesita para realizar su trabajo, esto incluye: objetivos claros, libertad de trabajar por su cuenta aisladamente con mínima supervisión, libre acceso a información necesaria, completa responsabilidad de los entregables y facultamiento para tomar decisiones. Debe lograrse la participación de la alta dirección, no solo su apoyo financiero. Por último aconseja no tratar de implantar la metodología tal y como se las han mostrado en algún curso o seminario, sino que traten de crear un híbrido que se ajuste a las necesidades y la cultura de la empresa.

Algunos problemas asociados a la implementación del QFD (Ernst y Young en Zairi y Youssef, 1995)son:

- Los ingenieros piensan que el QFD es una “ciencia falsa”, también enfocada en el mecanismo de anotación.
- Toma mucho tiempo desarrollar completamente una matriz.
- Los miembros del equipo se enfrascan en los detalles del ejercicio mientras el mercado se les viene encima.

### **Conclusión del capítulo**

El QFD es una metodología poderosa para desarrollar y rediseñar productos que satisfagan las necesidades implícitas y explícitas de los clientes. Tiene su origen en Japón y fue desarrollado por el Dr. Akao en los años 60's.

Los beneficios de utilizar el QFD en el diseño o rediseño de un producto son numerosos. Entre los más importantes están la reducción de tiempo en el diseño del

producto, la reducción de costos por desarrollo del producto, clientes más satisfechos y la documentación del proceso de desarrollo del producto.

La aportación más importante del QFD es que se enfoca a eliminar los problemas desde el principio, es decir, es proactivo en la eliminación de problemas de diseño y no reactivo.

El QFD consta de dos grandes elementos. El primero de ellos es el Despliegue de la Calidad o QD por sus siglas en inglés y su enfoque es hacia el producto. El segundo elemento es el QFD definido limitadamente y su enfoque es al proceso. La combinación de los dos elementos del QFD constituye el QFD definido ampliamente. El proceso para el QFD consta de 4 fases. La fase 1 es la planeación del producto y se desarrolla a través de la casa de la calidad. En la fase 2 se diseña el producto, es decir, se despliegan de las partes. En la fase 3 se hace la planeación del proceso y por último en la fase 4 se desarrolla el control del proceso (cartas de control de calidad).

Existe una gran variedad de herramientas que pueden utilizarse para desarrollar el QFD, sin embargo las herramientas más importantes son las matrices, los diagramas de afinidad y los diagramas de árbol.

La construcción de las matrices puede tornarse compleja si se manejan muchas entradas, sin embargo actualmente existen programas especializados que permiten aplicar la metodología completa del QFD con más facilidad, evitando sobre todo la realización de cálculos tediosos y en algunos casos la duplicidad de trabajo.

Por último, al desarrollar un producto de QFD deben considerarse varios aspectos relevantes para que el proyecto tenga éxito. Algunos de estos aspectos son el apoyo e involucramiento de la alta gerencia, la capacitación y entrenamiento, la eliminación del miedo, la provisión de todos los recursos necesarios y el facultamiento del equipo de trabajo para tomar decisiones.

---

*CAPITULO III*

## ISO/TS 16949

**Antecedentes**

La industria automotriz es una de las industrias más desarrolladas. En la actualidad, las ensambladoras de automóviles se limitan a diseñarlos y a ensamblar los componentes finales. Ante lo anterior, éstos enfrentan un gran reto en cuanto al aseguramiento de la calidad de las partes que reciben.

La calidad de las partes que las ensambladoras reciben de sus proveedores es de vital importancia debido a que ante el consumidor final quien extiende la garantía del automóvil es el manufacturero. En consecuencia, el prestigio del manufacturero está en juego si sus proveedores no son capaces de suministrarle componentes de alta calidad.

Los aspectos anteriores han llevado a las ensambladoras a desarrollar mecanismos encaminados al aseguramiento de la calidad de los componentes que reciben de sus proveedores. Uno de los primeros esfuerzos que se hicieron fue la creación de estándares de calidad nacionales. Durante 1994, Estados Unidos publicaron su estándar de calidad “Quality System 9000” (QS-9000), el cual fue desarrollado con esfuerzos conjuntos entre los “Tres Grandes” (Ford, Chrysler y General Motors) (Heinloth, 2000). QS-9000 representa la armonización de los requerimientos del sistema de calidad de los proveedores de los Tres Grandes en un sólo estándar de calidad que puede ser universalmente aplicado (Scrimshire, 2000).

Durante los años 90’s las ensambladoras europeos desarrollaron estándares similares para sus proveedores. En Alemania, la Asociación de la Industria Automotriz Alemana (VDA) publicó un estándar llamado VDA 6.1. De igual forma Francia cuenta con su estándar de calidad llamado “EAQF” e Italia cuenta con la “AVSQ” (Heinloth, 2000).

Desde que la industria automotriz se convirtió en un mercado global, las ensambladoras y proveedores empezaron a competir internacionalmente. Además, fusiones y alianzas recientes tales como Daimler Chrysler han mejorado el internacionalismo de la industria automotriz (Heinloth, 2000).

Heinloth (2000) argumenta que debido a estos desarrollos muchos de los proveedores necesitan múltiples certificaciones para varios estándares automotrices. Algunas compañías mantienen certificaciones para ISO 9001, QS-9000 y VDA 6.1. y muy pocas certificadoras ofrecen servicios de certificación combinadas para estos estándares

En la actualidad, se puede superar el problema de múltiples certificaciones para obtener el reconocimiento de múltiples fabricantes con la aplicación del ISO/TS 16949 el cual especifica los requerimientos del sistema de calidad para los proveedores del sector automotriz (ISO, 2002).

### **Qué es ISO/TS 16949**

En 1996 se formó un grupo de acción ad hoc para armonizar los catálogos de estándares de sistemas de calidad automotriz, este grupo es el IATF (International Automotive Task Force) y está formado por BMW, Daimler-Chrysler, Fiat, Ford, GM, Renault, PSA (Peugeot-Citroën), Volkswagen y varias asociaciones de comercio industrial incluyendo la AIAG (Automotive Industry Action Group) de Estados Unidos, la ANFIA (Associazione Nazionale Fra Industrie Automovilistiche) de Italia, la FIEV (Fédération des Industries des Equipments pour Véhicules) de Francia, la SMMT (The Society of Motor Manufacturers and Traders Limited) de Inglaterra y la VDA (Verband der Automobilindustrie - Qualitätsmanagement-Center) de Alemania. El objetivo común fue: implementar un estándar de sistema de calidad automotriz global y único, además de su proceso de certificación.

La IATF tomó el reto de desarrollar un estándar para armonizar tres catálogos europeos –VDA 6.1 (Alemania), AVSQ (Italia), EAQF (Francia) – y el estándar norteamericano QS-9000; el resultado fue el ISO/TS 16949:1994 (Whitmore y



Kalogeridis, 2002). Recientemente fue publicada una nueva edición denominada ISO/TS 16949:2002. Esta nueva edición reemplaza la edición ISO/TS 16949:1999.

ISO/TS 16949 es una especificación técnica publicada por ISO (International Organization for Standardization) y fue desarrollada por la IATF y la JAMA (Japan Automobile Manufacturers Association, Inc.), con el soporte del comité técnico ISO/TC 176, el cual es responsable de la familia de estándares de administración de la calidad ISO 9000 (ISO, 2002)

Los objetivos del ISO/TS 16949 son la mejora continua, la prevención de defectos, la reducción de la variabilidad y la reducción del desperdicio en la cadena de suministro. Esto requiere que los proveedores se enfoquen en una mejora continua a través de toda su organización (Pavelek, 2002).

Dentro de esta especificación técnica se incorporan los requerimientos del ISO 9001:2000. Además incluye requerimientos específicos y detallados del sector para la competencia del personal, concientización y entrenamiento, diseño y desarrollo, producción y provisión de servicios, control del monitoreo y dispositivos de medición, medición, análisis de datos y mejora (ISO, 2002).

### **Quiénes deben certificarse en ISO/TS 16949?**

La organización Underwriters Laboratories Inc. (UL, 2003) menciona en su página de Internet que no todas las organizaciones pueden certificarse en ISO/TS 16949. Para identificar quienes son susceptibles de obtener tal certificación existen tres criterios, éstos son:

1. La organización provee a un cliente suscrito a ISO/TS 16949 (por ejemplo: la organización provee a Ford).
2. La organización provee a un cliente que requiere ISO/TS 16949 y pertenece a la cadena de suministro automotriz (por ejemplo: la organización provee a un proveedor directo de una ensambladora)

3. La organización es un proveedor potencial para uno de los clientes descritos tanto en el punto 1 como en el 2.

Sobre su aplicabilidad, ISO/TS 16949 especifica en su punto 1.1:

“Esta Especificación Técnica, en conjunción con ISO 9001:2000, define los requerimientos del sistema de calidad para el diseño, desarrollo y, cuando sea relevante, la instalación y el servicio de productos relacionados con la industria automotriz.

Esta Especificación técnica es aplicable a lugares de la organización donde las partes específicas del cliente, para producción y/o servicio, son manufacturados.

Las funciones sin soporte, ya sea que estén en el mismo lugar o en forma remota (tales como centros de diseño, oficinas centrales y centros de distribución), forman parte de la auditoría, pero no pueden certificarse solas en esta Especificación Técnica.

Esta Especificación Técnica puede ser aplicada a través de toda la cadena de suministro automotriz” (ISO/TS 16949:2002)

### **Importancia de la ISO/TS 16949**

Esta especificación técnica está cobrando gran importancia debido a que la mayoría de las ensambladoras están girando cartas a sus proveedores para darles a conocer que ISO/TS 16949 está siendo considerada por ellos como una certificación válida de un sistema de calidad. Entre las ensambladoras que han reconocido la Especificación Técnica están: Daimler Chrysler, General Motors, Ford Motor Company, Volkswagen, Renault, Peugeot Citroën y en general todas las que pertenecen a la IATF. Algunas de esas ensambladoras incluso han establecido como obligatorio el cumplir con esta certificación, otras solo piden el cumplimiento y para otras es opcional el cumplir con ella.

Aunque para algunos manufactureros no es necesario certificarse en ISO/TS 16949, hay que tomar en cuenta que no existen planes para revisar los catálogos automotrices existentes (AVSQ94, EAQF94, QS-9000 y VDA 6.1) por lo que sus vigencias podrían expirar en el mediano plazo (IATF Comunicqué, 2000).

Además, se tiene la expectativa de que esta especificación técnica se convierta en la base común y única de los requerimientos del sistema de gestión de calidad de la industria automotriz a nivel mundial, reemplazando gradualmente las múltiples especificaciones nacionales utilizadas actualmente en el sector automotriz (ISO, 2002).

Actualmente las opciones para quienes están sujetos a certificación en ISO/TS 16949 son (Whitmore y Kalogeridis, 2002):

- Cumplimiento. No se requiere certificación, pero debe ajustarse a los requerimientos.
- Opcional con actualización urgente. Esta es la política actual de Ford y General Motors.
- En Fase. Se considera como una ventaja competitiva.
- Obligatorio. Establece una fecha límite para los proveedores de primera línea que son sujetos de certificación.

La Tabla 4 resume el estado en que se encuentra la industria con respecto al cumplimiento de la especificación técnica:

OEM	Dirección en ISO/TS 16949
BMW	Cumplimiento
DaimlerChrysler	Opcional hasta Julio 1, 2004
Fiat Auto	Nueva certificación / renovación
Ford Motor Co.	Opcional
General Motors Corp.	Opcional
Nissan Motor	Opcional / cumplimiento solamente
PSA (Peugeot-Citroën)	Opcional hasta el 2003
Renault	Opcional hasta el 2003
Volkswagen	Opcional

Tabla 4 Estado de la industria manufacturera de automóviles respecto al ISO/TS 16949 (Whitmore y Kalogeridis, 2002)

**Beneficios del ISO/TS 16949**

BSI (2003) menciona en su página de Internet los siguientes beneficios:

- Fomento del enfoque de procesos, compromiso de la alta gerencia con la administración de la calidad, enfoque al cliente, competencia en vez de documentación, y mejora continua.
- La especificación técnica es reconocida internacionalmente – ayudando a las empresas a hacer negocios en todo el mundo.
- A los proveedores que proveen a múltiples fabricantes de vehículos, esta nueva especificación evita múltiples certificaciones en VDA 6.1, EAQF, AVSQ y QS-9000. En consecuencia se eliminan múltiples preparaciones, desarrollos de documentos y auditorías de tercera partes.
- Complementa las metodologías de mejora existentes, tales como FMEA, PAP y Seis Sigma, habilitando a las empresas para adoptar un enfoque común para la mejora de procesos.
- El esquema de certificación que soporta a esta especificación técnica provee confiabilidad y consistencia a través de un mejor control del proceso de certificación y entrenamiento de asesores.
- La implementación dentro de las empresas del sistema de negocios se hace más fácil debido a que el formato de la nueva especificación se refiere más a los procesos del negocio y es consistente con ISO 14001 (Sistema de Administración Ambiental) y OHSAS (Sistema de Administración de la Salud y Seguridad).

Según (DNV, 2003) ISO/TS 16949:2002 puede ofrecer los siguientes beneficios:

- Mejora en la cadena de suministro automotriz y la calidad de los procesos.
- Requerimientos para un sistema de calidad internacional comunes y consistentes para la industria automotriz
- Confiabilidad en la calidad de los proveedores globales.
- Políticas y procedimientos para un esquema común de certificación a través de una tercera parte para asegurar consistencia en todo el mundo.
- Introducir auditorias basadas en procesos y enfocadas a la satisfacción del cliente.
- Reduce las múltiples certificaciones por terceras partes.

Además, la IATF menciona que tiene confianza en que esta especificación técnica y su esquema global de certificación, implementados a favor de la mejora continua, mejoraran los sistemas de calidad mientras se eliminan requerimientos redundantes y se reducen costos (IATF Comunicqué, 1999).

### **Principios que sustentan ISO/TS 16949 y el Modelo del Sistema de Administración de la Calidad**

ISO/TS 16949 heredó de la familia de estándares ISO 9000:2000 Los principios sobre los cuales éstos están basados. Estos principios son ocho y pueden ser usados por la alta dirección como un marco de referencia para guiar a sus organizaciones hacia un desempeño mejorado. Los principios fueron derivados de la experiencia y conocimiento colectivos de expertos internacionales que participaron en el Comité Técnico ISO ISO/TC 176, Administración de la calidad y aseguramiento de la calidad, el cual es el responsable de desarrollar y mantener los estándares ISO 9000. Los principios son (ISO, 2003):

- Principio 1 Enfoque al cliente. Las organizaciones dependen de sus clientes y por lo tanto deben entender sus necesidades actuales y futuras, deben

cumplir con los requerimientos del cliente y esforzarse para exceder sus expectativas.

- Principio 2 Liderazgo. Los líderes establecen unidad de propósito y dirección a la organización. Ellos deben crear y mantener el ambiente interno en el cual la gente pueda llegar a involucrarse completamente en el logro de los objetivos organizacionales.
- Principio 3 Involucramiento de la gente. La gente en todos los niveles son la esencia de una organización y su completo involucramiento hace posible que sus habilidades sean usadas para el beneficio de la organización.
- Principio 4 Enfoque de procesos. Un resultado deseado se logra más eficientemente cuando las actividades y recursos relacionados son administrados como un proceso.
- Principio 5 Enfoque sistémico para la administración. Identificar, entender y administrar los procesos interrelacionados como un sistema contribuye a la efectividad y eficiencia de la organización en el logro de sus objetivos.
- Principio 6 Mejora continua. La mejora continua del desempeño global de la organización debe ser un objetivo permanente de la organización.
- Principio 7 Toma de decisiones con un enfoque objetivo. Las decisiones efectivas están basadas en el análisis de datos e información.
- Principio 8 Relaciones con proveedores mutuamente benéficas. Una organización y sus proveedores son interdependientes y una relación mutuamente benéfica mejora la habilidad de ambos para crear valor.

Los ocho principios anteriores están plasmados también en el Modelo de Sistema de Administración de la Calidad, basado en un enfoque de procesos. Del igual forma que los principios, el modelo es aplicable para la ISO/TS 16949. La Figura 6 muestra los elementos que componen dicho modelo.

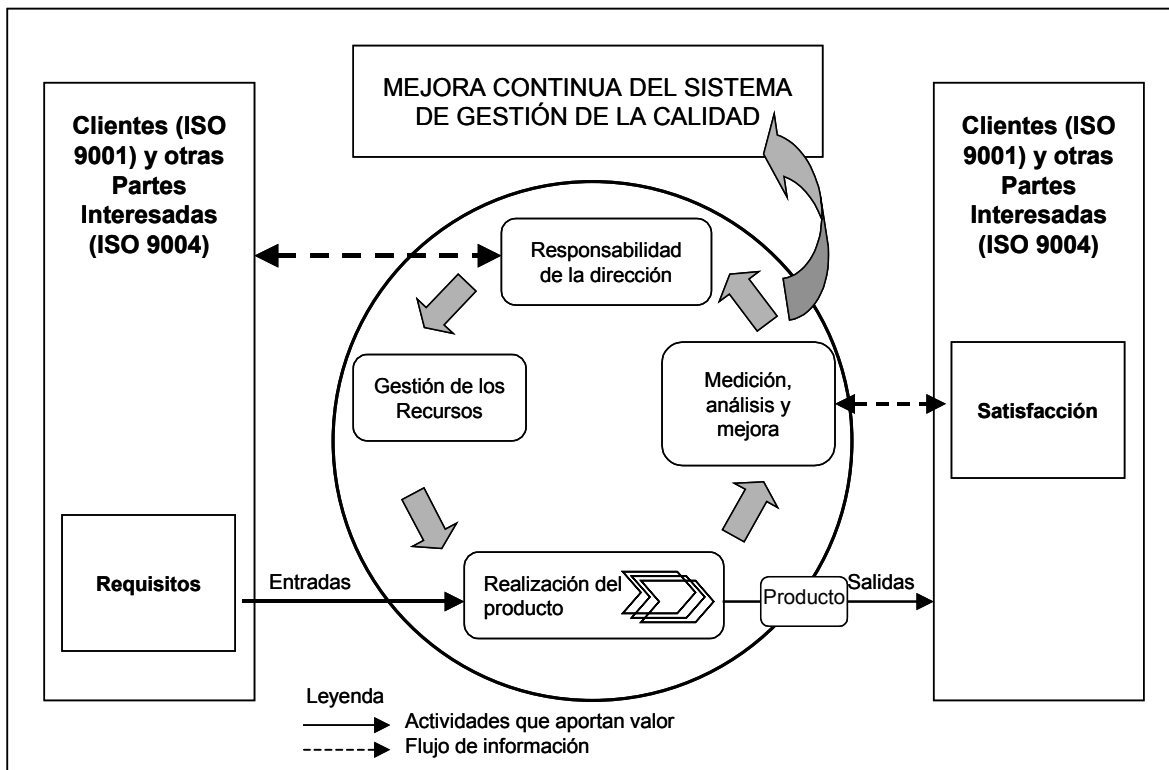


Figura 6 Modelo de un Sistema de Gestión de la Calidad basado en procesos

En el modelo presentado en la figura 2 los requisitos de los clientes son la entrada para la realización del producto. La salida es el producto terminado que es entregado al cliente y debe obtener la satisfacción del cliente cumpliendo con los requisitos del mismo. La satisfacción del cliente resulta de la percepción de cómo la organización ha satisfecho sus requisitos. Para lograr esto último, la realización del producto debe ser controlada. La alta dirección debe asegurar, con la administración de los recursos, que la organización es capaz de realizar productos que cumplan con los requisitos del cliente. La calidad de los procesos, del producto y de la satisfacción del cliente deben ser medidas y analizadas. Si hay diferencias entre los resultados alcanzados y los resultados deseados, se tomarán acciones correctivas. La diferencia entre la medición de la satisfacción del cliente y lo deseado forma la base para la mejora continua de la eficiencia del sistema de gestión de la calidad. La alta dirección es responsable del desarrollo y la implementación del sistema de

gestión de la calidad y la mejora continua de su eficacia. El modelo tiene un enfoque de sistemas y de procesos. La mejora continua está soportada por el ciclo PHVA. (INLAC, 2002)

### **Requerimientos de ISO/TS 16949**

Los requerimientos que contiene esta Especificación Técnica están agrupados en ocho categorías, cada una contiene una descripción del requerimiento además de subrequerimientos específicos. A continuación se mencionan éstas ocho categorías y sus subrequerimientos hasta el primer nivel de detalle (ISO/TS 16949:2002):

1. Alcance
  - 1.1 General
  - 1.2 Aplicabilidad
2. Referencias Normativas
3. Términos y Definiciones
4. Sistema de Administración de la Calidad
  - 4.1 Requisitos Generales
  - 4.2 Requisitos de la Documentación
5. Responsabilidad de la Gerencia
  - 5.1 Compromiso Directivo
  - 5.2 Enfoque al Cliente
  - 5.3 Política de Calidad
  - 5.4 Planeación
  - 5.5 Responsabilidad, autoridad y comunicación
  - 5.6 Revisión General
6. Administración de los Recursos
  - 6.1 Provisión de Recursos
  - 6.2 Recursos Humanos
  - 6.3 Infraestructura
  - 6.4 Ambiente de Trabajo



7. Realización del Producto
  - 7.1 Planeación de la Realización del Producto
  - 7.2 Procesos Relacionados con el Cliente
  - 7.3 Diseño y Desarrollo
  - 7.4 Compras
  - 7.5 Producción y Provisión del Servicio
  - 7.6 Control de los Dispositivos de Medición y Monitoreo
8. Medición, Análisis y Mejora
  - 8.1 General
  - 8.2 Monitoreo y Medición
  - 8.3 Control de Producto No Conforme
  - 8.4 Análisis de Datos
  - 8.5 Mejoramiento

### **Implantación**

En la actualidad no existe un proceso de implantación de ISO/TS 16949 que esté documentado y que sea del dominio público. Sin embargo se hará mención de algunos procesos de implantación que han probado ser útiles con otros estándares de calidad, tales como ISO 9000 e ISO 14000.

ISO propone en su página los siguientes pasos para la implantación y la certificación de su familia de estándares ISO 9000:2000 (ISO, 2003):

1. Identificar los objetivos que se desean alcanzar

Algunos objetivos típicos pueden ser:

- Ser más eficiente y rentable
- Producir productos y servicios que consistentemente cumplan los requerimientos de los clientes
- Lograr la satisfacción del cliente
- Incrementar la participación de mercado
- Mantener la participación de mercado

- Mejorar la comunicación y la moral en la organización
  - Reducir los costos
  - Incrementar la confianza en el sistema de producción
2. Identificar lo que otros esperan de usted  
Estas son las expectativas de las partes interesadas (stakeholders) tales como:
    - Clientes y usuarios finales
    - Empleados
    - Proveedores
    - Accionistas
    - La Sociedad
  3. Obtener información sobre la familia ISO 9000
  4. Aplicar la familia de estándares ISO 9000 a su sistema de administración de la calidad.  
En este punto debe decidirse si se buscará la certificación del sistema de administración de la calidad o si se desea preparar para un premio nacional de calidad.
    - Usar ISO 9001:2000 como la base para la certificación
    - Usar ISO 9001:2004 en conjuntamente con los criterios de calidad nacionales para prepararse para el premio nacional de calidad.
  5. Obtener dirección sobre tópicos específicos dentro del sistema de administración de la calidad.  
Estos son:
    - ISO 10006 para administración de proyectos
    - ISO 10007 para administración de la configuración
    - ISO 10012 para los sistemas de medición
    - ISO 10013 para la documentación de la calidad
    - ISO/TR 10014 para la administración de la economía de la calidad
    - ISO 10015 para el entrenamiento
    - ISO/TS 16949 para los proveedores automotrices
    - ISO 19011 para las auditorías
  6. Establecer su situación actual, determinar la brecha entre su sistema de administración de la calidad y los requerimientos de la ISO 9001:2000.

Puede utilizar uno o más de las siguientes:

- Autoevaluación
- Evaluación por una organización externa

7. Determinar los procesos necesarios para proveer a sus clientes.

Revisar los requerimientos de la ISO 9001:2000 sobre la realización del producto para determinar de qué manera aplican o no aplican a su sistema de administración de la calidad incluyendo:

- Procesos relacionados con los clientes
- Diseño y/o desarrollo
- Compras
- Operaciones de producción y de servicio
- Dispositivos de control, medición y monitoreo

8. Desarrollar un plan para cerrar la brecha en el paso 6 y para desarrollar los procesos del paso 7.

Identificar las acciones necesarias para cerrar las brechas, asignar recursos para ejecutar estas acciones, asignar responsabilidades y establecer un programa para terminar las acciones necesarias. Los párrafos 4.1 y 7.1 de ISO 9001:2000 proveen la información que necesitará considerar cuando desarrolle este plan.

9. Ejecutar el plan

Proceda a implementar las acciones identificadas y monitoree el progreso de su programa.

10. Sométase a evaluaciones internas periódicas

Utilice ISO 19011 para guiarse en auditorias, calificación de auditores y programas de auditoria.

11. Necesita demostrar cumplimiento?

Si, vaya al paso 12

No, vaya al paso 13

Podría necesitar o desear demostrar cumplimiento (certificación / registro) para varios propósitos, por ejemplo:

- Requerimientos contractuales

- Razones del mercado o de preferencia del cliente
- Requerimientos regulatorios
- Administración riesgosa
- Establecer un objetivo claro para el desarrollo interno de su calidad (motivación)

#### 12. Sométase a una auditoria independiente

Comprométase con una certificadora acreditada para ejecutar una auditoria y certificar que su sistema de administración de la calidad cumple con los requerimientos de ISO 9001:2000.

#### 13. Continúe mejorando su negocio

Revise la efectividad y conformidad de su sistema de administración de la calidad. ISO 9004:2000 provee una metodología para la mejora.

Leung et al (1999) dividen el proceso de implantación de ISO 9000 en seis pasos:

#### 1. Análisis del Sistema

1.1 Establecer el alcance y los objetivos del proyecto

1.2 Evaluar los procesos actuales con respecto al estándar

1.3 Integrar el equipo de trabajo para el proyecto

1.4 Conocimiento de la norma ISO 9000 y capacitación introductoria

#### 2. Plan de Acción

2.1 Desarrollar plan de acción

2.2 Capacitación en preparación del documento

2.3 Estructuración del manual de calidad y sus procedimientos

#### 3. Implementación del Sistema

3.1 Procedimientos de implementación

3.2 Sistemas de revisión

3.3 Armonización de procedimientos

#### 4. Revisión del Sistema

4.1 Capacitación de auditores de calidad internos

4.2 Preauditoría

- 4.3 Establecer e implementar acciones correctivas
- 5. Certificación
  - 5.1 Seleccionar organismo certificador
  - 5.2 Auditoria de certificación
  - 5.3 Ejecutar acciones correctivas en caso de ser necesarias
- 6. Mantener la Certificación
  - 6.1 Actualizar y mejorar continuamente los procesos

Por otra parte, Yang (2001) propone los siguientes pasos para implementar los requerimientos de la norma ISO 9001:

1. Establecer el compromiso de la administración y los empleados con el programa ISO 9001
2. Definir y documentar la estructura del sistema de calidad y escribir el manual de calidad
3. Definir los elementos fundamentales del sistema de calidad
4. Definir las metodologías de desarrollo
5. Definir los elementos de soporte principales
6. Definir los elementos de soporte restantes
7. Ejecutar un preauditoría y corregir las deficiencias que se encuentren
8. Someterse a la auditoria de certificación

En los procesos de implementación de la norma ISO 14000, Rezaee y Elam (2000) proponen los siguientes quince pasos para lograr la implementación este estándar:

1. Obtener el compromiso directivo respecto al interés ambiental
2. Establecer un comité directivo ambiental
3. Determinar la extensión de los desembolsos y requerimientos ambientales de la compañía
4. Capacitar al equipo ambiental y a los empleados
5. Establecer un sistema de administración ambiental efectivo

6. Establecer políticas y procedimientos ambientales
7. Crear programas de administración ambiental sanos
8. Mantener la documentación apropiada del sistema de administración ambiental
9. Establecer y mantener los registros apropiados del sistema de administración ambiental
10. Revisión directiva del sistema de administración ambiental

Llevar a cabo la auditoria ambiental

11. Seleccionar el estándar ambiental ISO apropiado
12. Seleccionar las opciones de certificación
13. Certificarse en ISO 14001
14. Integrar ISO 14000 e ISO 9000

El Comité Técnico ISO 176 (ISO/TC 176) propone un proceso de implantación de un sistema de gestión de la calidad en tres etapas (ISO-AENOR, 2002) :

1. Desarrollo
2. Implementación
3. Mantenimiento

Las etapas anteriores son descritas por el comité técnico a un nivel de detalle que resulta muy extenso para ser incluido en este trabajo de investigación. Sin embargo en este caso las utilizaremos como un marco de referencia para la clasificación de los diferentes pasos del proceso de implantación de un sistema de calidad propuesto por los autores aquí mencionados. La tabla 5 muestra la clasificación lograda bajo dicho marco de referencia.

<div style="text-align: right;"><b>Etapa</b></div> <div style="text-align: left;"><b>Autor</b></div>	<b>Desarrollo</b>	<b>Implementación</b>	<b>Mantenimiento</b>
<b>ISO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identificación de objetivos</li> <li>▪ Identificación de expectativas</li> <li>▪ Información ISO 9000</li> <li>▪ Evaluar la situación actual</li> <li>▪ Determinación de procesos</li> <li>▪ Desarrollo del plan</li> <li>▪ Necesidad de certificación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aplicar ISO 9000</li> <li>▪ Obtener dirección en tópicos específicos</li> <li>▪ Ejecución del plan</li> <li>▪ Auditoría de certificación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Evaluaciones internas periódicas</li> <li>▪ Mejora continua</li> </ul>
<b>Leung et al.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Análisis del sistema</li> <li>▪ Plan de acción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Implementación del Sistema</li> <li>▪ Certificación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Revisión del sistema</li> <li>▪ Mantener certificación</li> </ul>
<b>Yang</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Establecer compromiso</li> <li>▪ Definir metodologías de desarrollo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Definir y documentar la estructura del sistema</li> <li>▪ Definición de elementos fundamentales</li> <li>▪ Definir elementos de soporte principales</li> <li>▪ Definir elementos de soporte restantes</li> <li>▪ Ejecutar preauditoría y corregir deficiencias</li> <li>▪ Auditoría de certificación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪</li> </ul>
<b>Rezaee y Elam</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Compromiso directivo</li> <li>▪ Establecer comité</li> <li>▪ Determinar alcance</li> <li>▪ Capacitar</li> <li>▪ Seleccionar estándar</li> <li>▪ Seleccionar opciones de certificación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Establecer sistema</li> <li>▪ Establecer políticas y procedimientos</li> <li>▪ Crear programas de admón. ambiental</li> <li>▪ Mantener documentación</li> <li>▪ Establecer y mantener registros</li> <li>▪ Auditoría</li> <li>▪ Certificarse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Revisión directiva</li> <li>▪ Integrar ISO 14000 e ISO 9000</li> </ul>

Tabla 5 Clasificación de las diversas etapas de implantación de un sistema de calidad propuestas por diferentes autores de acuerdo a las tres etapas propuestas por el ISO/TC 176

---

## CAPÍTULO IV

### MODELO CONCEPTUAL PARA ASEGURAR EL CUMPLIMIENTO DE ISO/TS 16949 A TRAVÉS DEL USO DEL QFD

#### **Introducción**

En este capítulo se presenta un modelo conceptual cuyo propósito es asegurar el cumplimiento del ISO/TS 16949 a través del uso del QFD.

Como ya se presentó anteriormente en el Capítulo III de este documento, el ISO/TS es una especificación técnica que contiene los requerimientos particulares para la aplicación de ISO 9001:2000 en las organizaciones con producción o prestación de servicios relevantes en el sector automotriz.

El QFD, por otro lado, es una metodología poderosa en el diseño y revisión de nuevos productos que permite cumplir con los requerimientos de los clientes mediante el despliegue de éstos a través de las diferentes fases del desarrollo de nuevos productos. Sin embargo, cabe mencionar que el QFD es una metodología que también ha sido utilizada para otros propósitos, tal es el caso de su uso en la planeación estratégica.

Partiendo de lo anterior, se desarrolló un modelo donde el QFD es el elemento de despliegue del ISO/TS 16949. Tal despliegue busca asegurar que los requisitos de la especificación técnica sean cumplidos, que el producto tenga la calidad requerida y que el sistema de calidad sea consistente.



### Modelo Conceptual Propuesto

La Figura 7 muestra el modelo conceptual desarrollado para asegurar el cumplimiento del ISO/TS 16949 a través del uso del QFD.

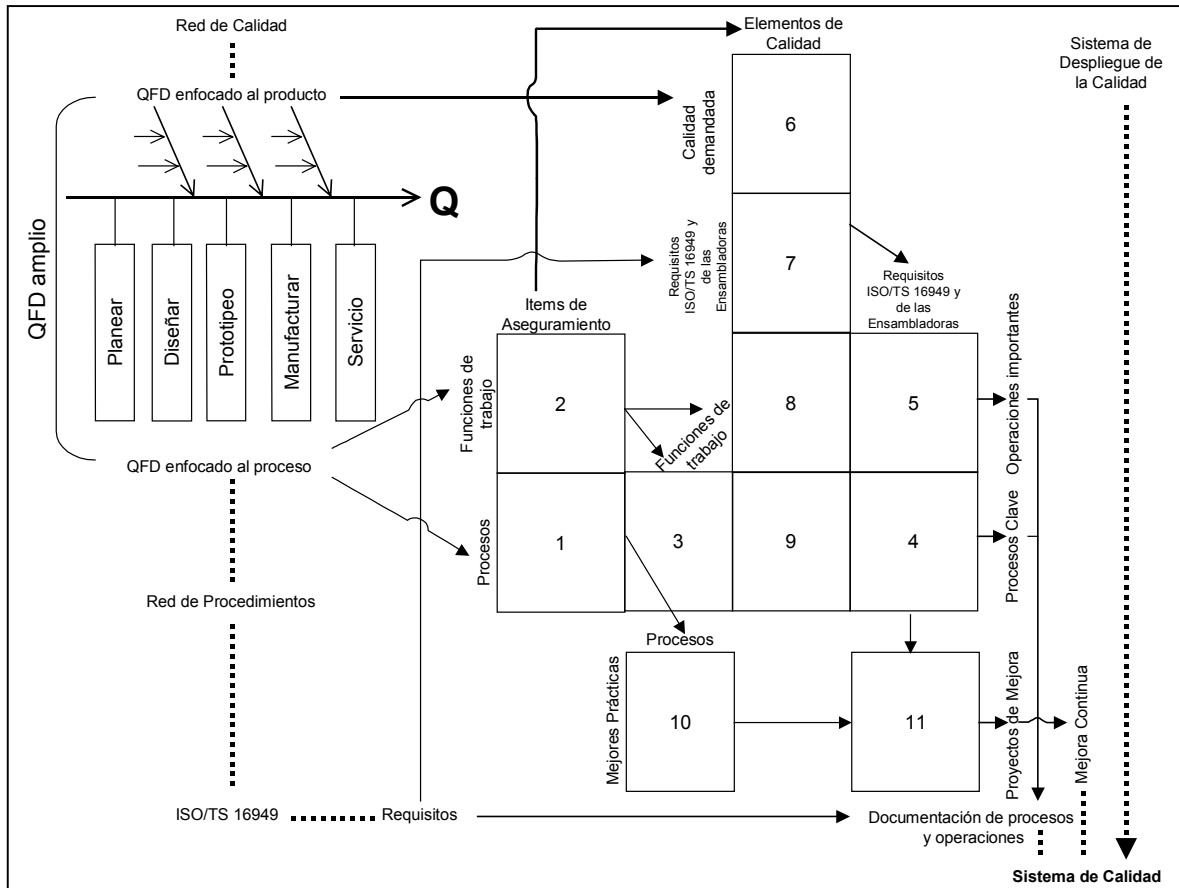
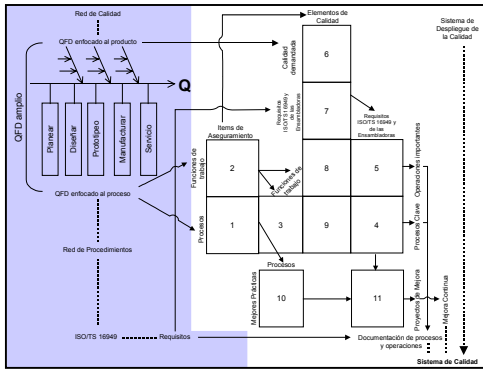


Figura 7 ISO/TS 16949 combinado con QFD

El modelo muestra un Sistema de Calidad integrado por una Red de Calidad y un Sistema de Despliegue de la Calidad y la Mejora Continua.

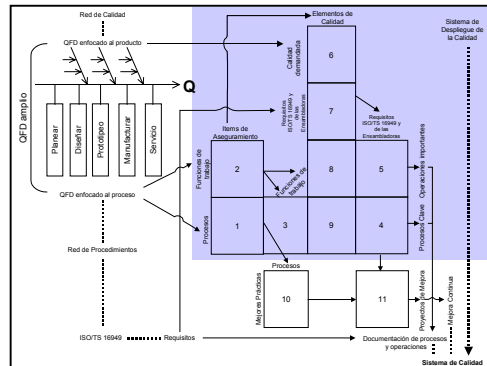


La Red de Calidad proporciona los elementos necesarios para constituir un Sistema de calidad adecuado y está integrada por la aplicación del QFD, la Red de Procedimientos y el ISO/TS 16949 con sus respectivos requisitos. El QFD por su parte comprende el QFD enfocado al producto y el QFD enfocado al

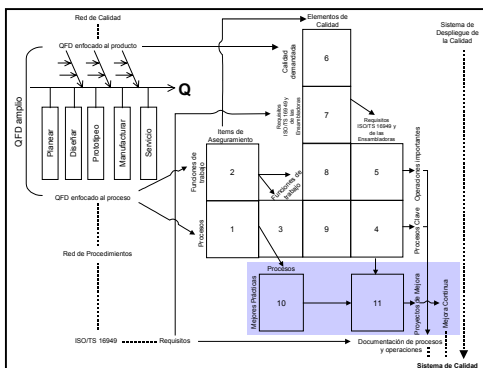
proceso lo cual conduce al QFD amplio.

La Red de Procedimientos está constituida por todos aquellos procedimientos definidos dentro de la organización para realizar diversas tareas. Cuando las organizaciones no cuentan con un sistema de gestión de la calidad formalmente implementado, los procedimientos que integran dicha red son pocos y no están bien definidos o documentados.

El Sistema de Despliegue de la Calidad está formado por un conjunto de matrices que buscan identificar los puntos más importantes entre los diferentes elementos que afectan la calidad, es en esta parte donde el QFD también juega un rol importante, pues el despliegue se hace siguiendo su metodología.



Una descripción más detallada de dichas matrices se hará posteriormente.



La Mejora Continua está integrada en el Sistema de Calidad para asegurar no sólo que el sistema se mantenga, sino que a través del tiempo tenga mejoras dentro del mismo. Esta parte está integrada por dos matrices: una que permite relacionar las mejores prácticas con los procesos de la organización y otra que las relaciona con los requisitos del ISO/TS 16949 y de las ensambladoras.

**Sistema de Despliegue de la Calidad**

Como puede observarse en la Figura 8, el Sistema de Despliegue de la Calidad está formado por un conjunto de matrices.

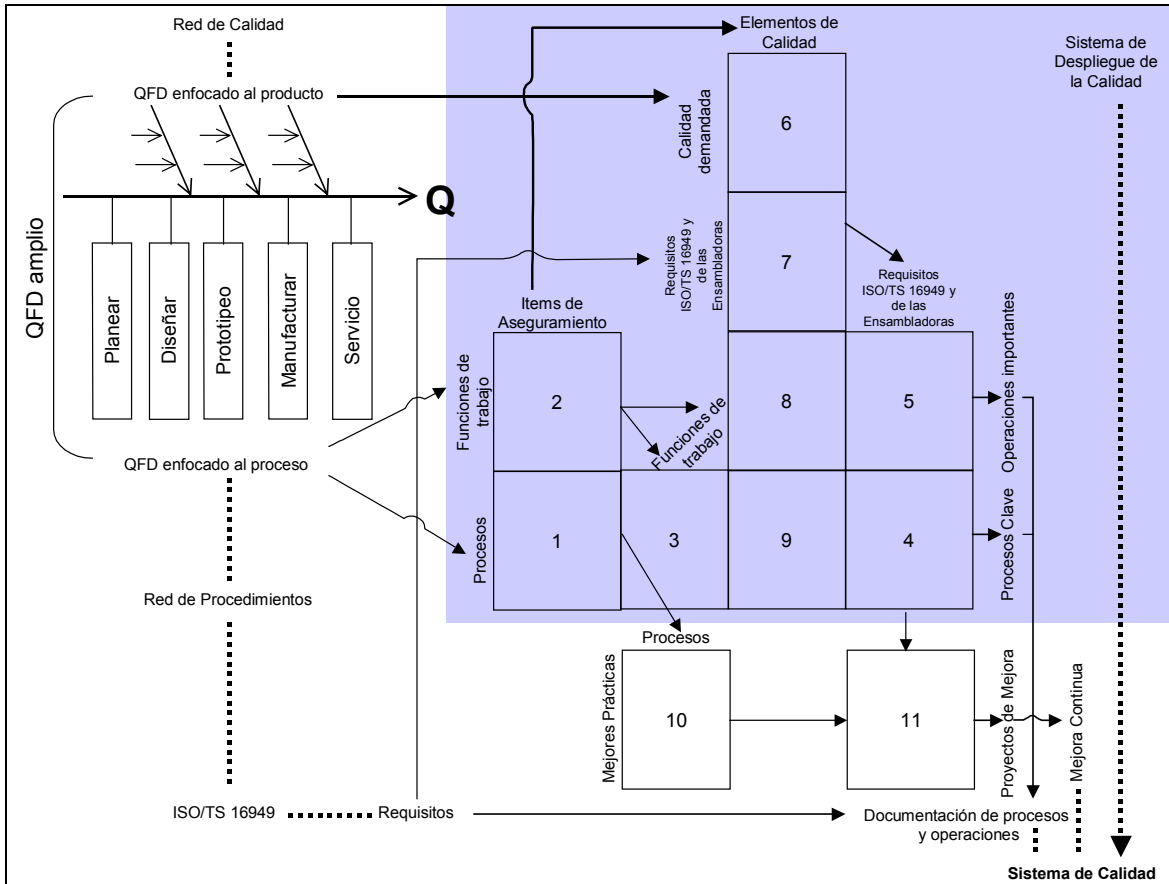


Figura 8 El Sistema de Despliegue dentro del Modelo Conceptual

Con el fin de cumplir con el enfoque de procesos del ISO/TS 16949 primero deben identificarse los procesos del negocio. Tal como se muestra en la Matriz 1, los procesos son desplegados en Items de Aseguramiento que describen el propósito de cada uno de ellos.

Con el fin de crear la documentación necesaria para las operaciones requeridas por ISO/TS 16949, es necesario identificar claramente las funciones de trabajo. Lo anterior se logra con el despliegue de las funciones de trabajo. En la Matriz 2, las

funciones de trabajo determinadas a través del QFD enfocado al proceso son desplegados también en Items de Aseguramiento que describen el propósito para cada uno.

Dado que cumplir con el enfoque de procesos es importante para lograr el cumplimiento del ISO/TS 16949, la Matriz 3 se despliegan los procesos en funciones de trabajo con el fin de detectar aquellas funciones que resultan más importantes para los procesos. Cabe mencionar que, aunque los procesos sean desplegados en funciones de trabajo, esto no significa que la administración deberá llevarse en forma funcional, sino que la administración funcional se combinará con la administración de procesos.

La Matriz 4 permite identificar cuáles procesos soportan los requisitos del ISO/TS 16949 y los de las ensambladoras. De igual forma, la Matriz 5 hace lo mismo con las funciones de trabajo. Con estas dos matrices se logra una clara identificación de los procesos y funciones de trabajo que están fuertemente ligados a los requisitos del ISO/TS 16949 y los de las ensambladoras.

La Matriz 6 es la Casa de la Calidad obtenida a través del QFD enfocado al producto. Tal como se mencionó en el Capítulo II, la Casa de la Calidad traduce las necesidades de los clientes (calidad demandada) en características de calidad del diseño. La finalidad de esta matriz es asegurar que el diseño del producto cubra con las necesidades y expectativas del cliente. Para efectos del modelo, esta matriz proporciona los elementos de calidad que serán desplegados para asegurar la calidad del producto.

La Matriz 7 clarifica cuáles requisitos del ISO/TS 16949 y de las ensambladoras están fuertemente relacionadas con el aseguramiento de que las características de calidad se cumplan. La finalidad de esta matriz es identificar los requisitos más importantes para cumplir con las características de calidad y de esta forma hacer mayor énfasis en el cumplimiento de los mismos.

En la Matriz 8 se clarifica cuáles funciones de trabajo están asociadas con las características de calidad que deben cumplirse. Al igual que en otras matrices, lo anterior ayuda a enfocar mayor control a aquellas funciones que estén más fuertemente relacionadas con las características de calidad. De igual manera, la Matriz 9 permite clarificar cuáles procesos están asociados con el cumplimiento de las características de calidad de tal forma que aquellos procesos con mayor asociación sean identificados y monitoreados más cercanamente.

De las Matrices 2, 3, 8 y 5 se obtienen las operaciones importantes, aquellas que deberán ser controladas estrictamente pues su buen funcionamiento garantiza en gran medida la calidad del producto y el buen funcionamiento del sistema de calidad. Similarmente, las Matrices 1, 9 y 4 permiten identificar los procesos clave, que de igual forma que las operaciones importantes deben ser monitoreados y controlados para asegurar la calidad del producto y el buen funcionamiento del sistema de calidad.

En este punto puede observarse que tanto las operaciones importantes como los procesos clave están fuertemente relacionados con el aseguramiento de la calidad del producto y del buen funcionamiento del sistema de calidad. Además, las operaciones importantes generalmente están contenidas dentro de los procesos importantes. Por lo tanto podría resultar un tanto redundante desplegar tanto los procesos como las funciones de trabajo. Sin embargo, dado que en la actualidad la administración de las empresas se hace a través de funciones, es necesario hacer el despliegue de funciones. En la medida en que las empresas emigren de la administración funcional a la administración por procesos podrá entonces eliminarse el despliegue de las funciones, o bien, quedar en segundo término como un despliegue de los procesos.

Con el fin de mejorar los procesos, en la Matriz 10 se hace una clarificación de las “Mejores Prácticas”<sup>1</sup> existentes que pueden mejorarlos significativamente. Análogamente, la Matriz 11 permite una clarificación de cuáles mejores prácticas habilitan a la organización en el cumplimiento de los requisitos del ISO/TS 16949 y de las ensambladoras.

#### *Las Matrices del Sistema de Despliegue de la Calidad y de la Mejora Continua*

Los elementos que integran la “Red de Calidad” ya se encuentran desarrollados. En el caso del QFD, existen numerosos libros y artículos que explican la metodología y su aplicación. En el Capítulo 2 de este documento se presentó una descripción de esta metodología.

La Red de procedimientos está constituida por todos aquellos procedimientos existentes dentro de la organización para ejecutar las actividades. La cantidad de procedimientos que integran esta red generalmente está en función de la complejidad de los procesos de la organización y de la madurez de su sistema de documentación.

ISO/TS 16949 presenta una serie de requisitos que son integrados a la “Red de Calidad”. Estos requisitos son desarrollados, revisados y aprobados por el ISO TC 176 de ISO y no están sujetos a modificación por parte de la organización.

Por otra parte, el “Sistema de Despliegue de la Calidad” y la “Mejora Continua” no se encuentran desarrollados. Estos dos elementos están constituidos por una serie de once matrices mismas que son detalladas posteriormente.

---

<sup>1</sup> Entiéndanse como “Mejores Prácticas” todas aquellas prácticas utilizadas por las empresas de clase mundial tanto en el ámbito industrial o de producción como en el administrativo. Éstas pueden ser identificadas a través de la literatura o bien a través del benchmarking externo.

La Matriz 1 (Figura 9)

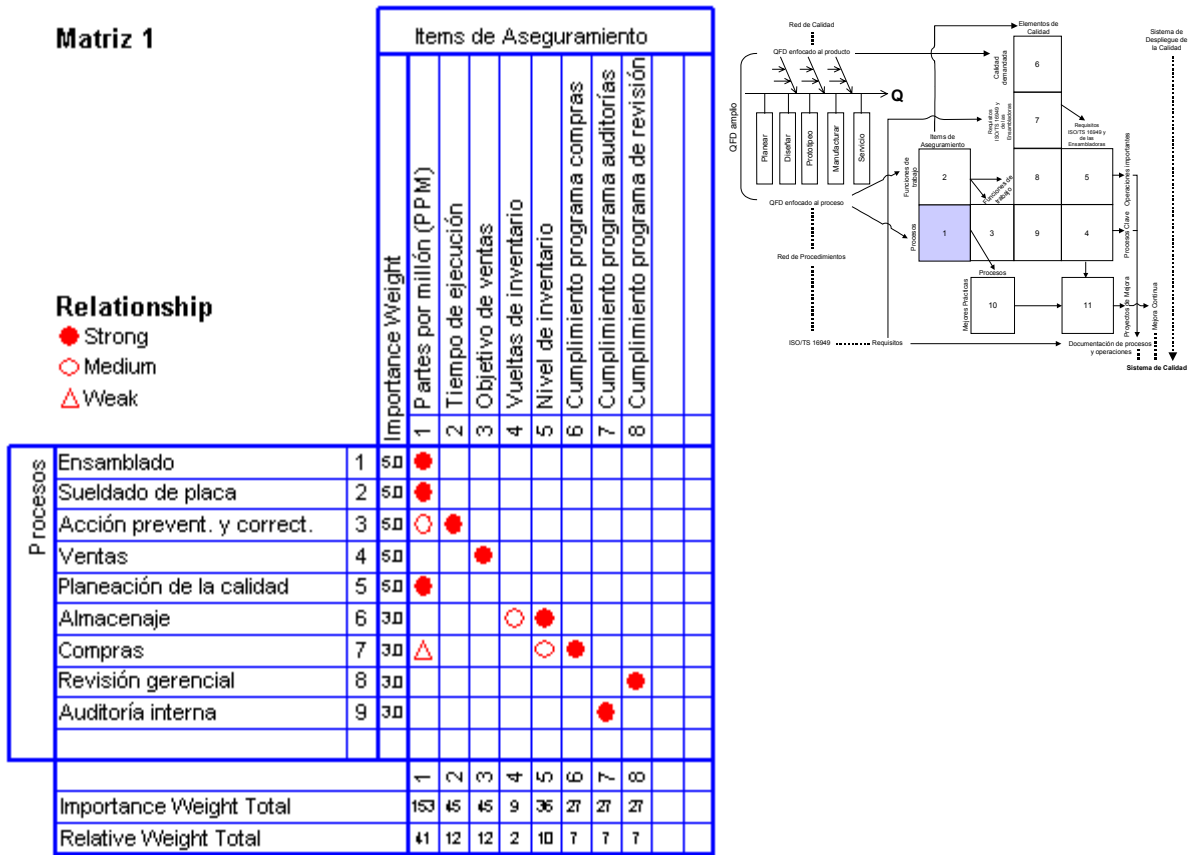


Figura 9 Matriz 1 Procesos Vs Items de Aseguramiento

I. Propósito:

- a. Identificar / evaluar los procesos de la organización.
- b. Identificar las relaciones entre los procesos de la organización y los ítems de aseguramiento.
- c. Evaluar los ítems de aseguramiento.

II. Productos (Entregables):

- a. Documento con los procesos de la organización.
- b. Ítems de aseguramiento importantes para los procesos.

*III. Método:*

- a. Listar los procesos de la organización, los cuales deberán estar previamente definidos<sup>2</sup>.
- b. Cuantificar la importancia de cada uno de los procesos de la organización:
  1. Al cuantificar la importancia de los procesos la pregunta que intenta contestar es: ¿Qué tan importante es este proceso para asegurar la calidad del producto y el buen manejo del sistema de gestión de la calidad?
  2. El equipo establece una escala de valores.
  3. Escriba la descripción de la escala para cada valor. Por ejemplo:
    - 9 Este proceso es muy importante e influenciará positivamente en la calidad del producto y el sistema de gestión de la calidad.
    - 3 Proceso que es conveniente cuidar.
    - 1 Proceso no muy importante, no influye en la calidad del producto ni en el sistema de gestión de la calidad.
- c. Liste los ítems de aseguramiento de los procesos:
  1. Los ítems de aseguramiento deben ser medibles.
  2. Los ítems de aseguramiento son cosas que podemos controlar durante la ejecución de los procesos.
- d. Determinar las relaciones entre los procesos y los ítems de aseguramiento.
  1. Pueden utilizarse símbolos: Q=9, O=3, s=1; o palabras: alto=9, medio=3, bajo=1, definido=9, alguno=3, tal vez=1.
- e. Calcule el valor de los ítems de aseguramiento:
  1. Calcule el valor de cada celda en la matriz de relaciones:
    - (a). Multiplique el valor de la importancia las veces del valor de la celda (9, 3 ó 1).

---

<sup>2</sup> Los procesos pueden obtenerse utilizando algunas de las herramientas propuestas en IV a, b y c (mapeo de procesos, diagramas de flujo y/o mapeo del flujo de valor).



- (b). Sume los valores de las celdas de los ítems de aseguramiento. Esta es la columna del valor total de los ítems de aseguramiento.
- (c). Normalice los valores totales de los ítems de aseguramiento. Estos porcentajes representan la importancia relativa de los ítems de aseguramiento como el valor porcentual obtenido de la división del valor total de un ítem de aseguramiento entre la sumatoria de los valores totales de todos los ítems de aseguramiento.

*IV. Herramientas Apropriadas para esta Matriz.*

- a. Mapas de procesos
- b. Diagramas de flujo
- c. Mapeo del flujo de valor
- d. Diagramas de matriz.
- e. Descriptores de escalas.
- f. Escalas de relaciones gráficas y ploteo.

*V. Problemas que Pueden Dirigirse en este Fase:*

- a. Dificultad para distinguir entre los procesos y los subprocesos.
- b. Dificultad para determinar ítems de aseguramiento adecuados.

La Matriz 2 (Figura 10)

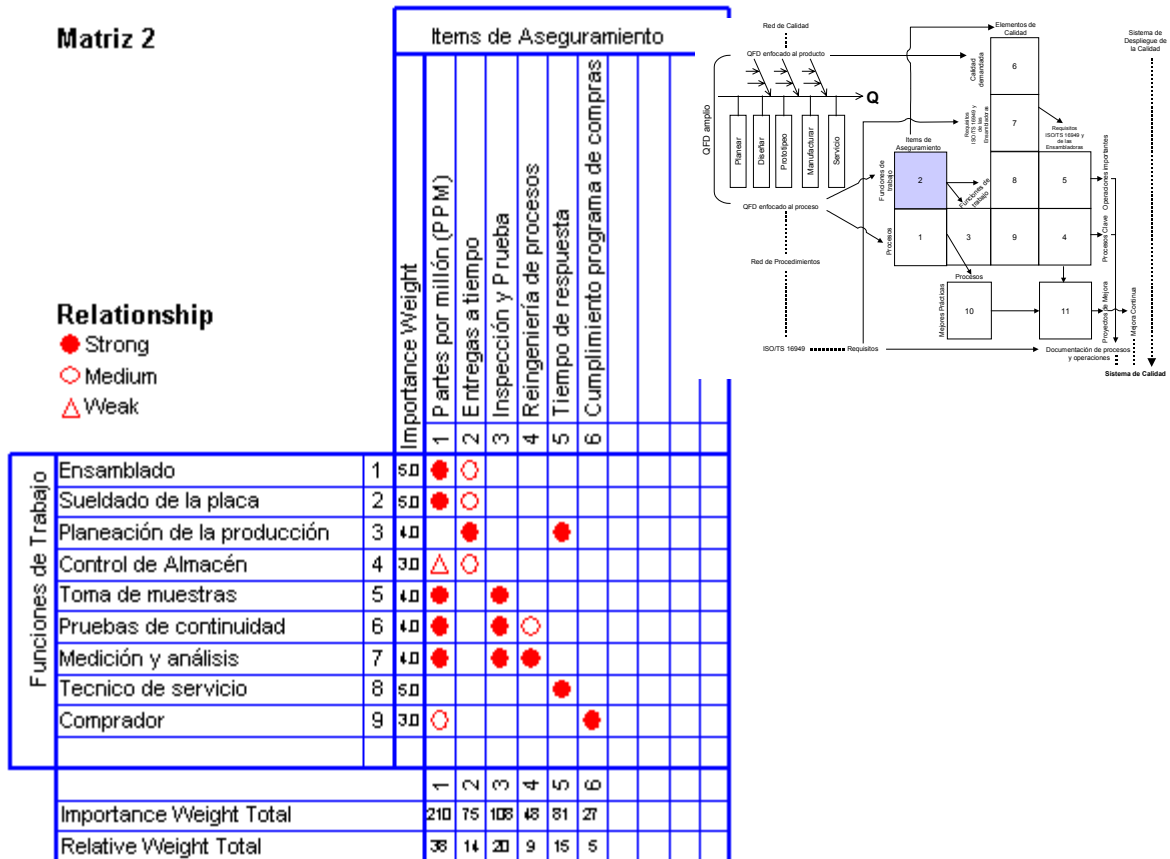


Figura 10 Matriz 2 Funciones de Trabajo Vs Ítems de Aseguramiento

I. Propósito:

- a. Identificar / evaluar las funciones de trabajo de la organización.
- b. Identificar las relaciones entre las funciones de trabajo y los ítems de aseguramiento.
- c. Evaluar los ítems de aseguramiento.

II. Productos (Entregables):

- a. Documento con las funciones de trabajo de la organización.
- b. Ítems de aseguramiento importantes para las funciones de trabajo.

*III. Método:*

- a. Listar las funciones de trabajo de la organización:
- b. Cuantificar la importancia de cada una de las funciones de trabajo de la organización:
  1. Al cuantificar la importancia de las funciones de trabajo la pregunta que intenta contestar es: ¿Qué tan importante es esta función de trabajo para asegurar la calidad del producto y el buen manejo del sistema de gestión de la calidad?
  2. El equipo establece una escala de valores.
  3. Escriba la descripción de la escala para cada valor. Por ejemplo:
    - 9 Esta función de trabajo es muy importante e influenciará positivamente en la calidad del producto y el sistema de gestión de la calidad.
    - 3 Función de trabajo que es conveniente cuidar.
    - 1 Función de trabajo no muy importante, no influye en la calidad del producto ni en el sistema de gestión de la calidad.
- c. Liste los ítems de aseguramiento de las funciones de trabajo:
  1. Los ítems de aseguramiento deben ser medibles.
  2. Los ítems de aseguramiento son cosas que podemos controlar durante la ejecución de las funciones de trabajo.
- d. Determinar las relaciones entre las funciones de trabajo y los ítems de aseguramiento.
  1. Pueden utilizarse símbolos: Q=9, O=3, s=1; o palabras: alto=9, medio=3, bajo=1, definido=9, alguno=3, tal vez=1.
- e. Calcule el valor de los ítems de aseguramiento:
  1. Calcule el valor de cada celda en la matriz de relaciones:
    - (a). Multiplique el valor de la importancia las veces del valor de la celda (9, 3 ó 1).
    - (b). Sume los valores de las celdas de los ítems de aseguramiento. Esta es la columna del valor total de los ítems de aseguramiento.

- (c). Normalice los valores totales de los ítems de aseguramiento. Estos porcentajes representan la importancia relativa de los ítems de aseguramiento como el valor porcentual obtenido de la división del valor total de un ítem de aseguramiento entre la sumatoria de los valores totales de todos los ítems de aseguramiento.

IV. Herramientas Apropriadas para esta Matriz.

- a. Organigrama organizacional
- b. Diagramas de matriz.
- c. Descriptores de escalas.
- d. Escalas de relaciones gráficas y ploteo.

V. Problemas que Pueden Dirigirse en este Fase:

- a. Dificultad para manejar todas las funciones de trabajo de la organización.
- b. Dificultad para determinar ítems de aseguramiento adecuados.

La Matriz 3 (Figura 11)

**Matriz3**

**Relationship**  
 ● Strong  
 ○ Medium  
 △ Weak

Procesos	Importance Weight	Funciones de Trabajo								
		1 Ensamblador	2 Supervisor de línea	3 Auditor de calidad	4 Inspector de calidad	5 Recibidor de materia prima	6 Supervisor de sueldado	7 Gerente de calidad	8 Supervisor de producción	9 Gerente de producción
Ensamblado	1	50 ●	0 ○	0 ○	0 ○	0 △	0 ○	0 △	0 ○	0 ○
Acciones prevent. y correct.	2	50	0 ●	0	0	0	0 ●	0 ○	0 ○	0 ○
Sueldado de placa	3	50	0	0 ○	0	0 ●	0 ○	0	0	0
Compras	4	30	0	0 ○	0 ●	0	0 ○	0	0	0
Importance Weight Total		45	15	69	30	32	30	89	30	30
Relative Weight Total		13	4	20	9	9	9	17	9	9

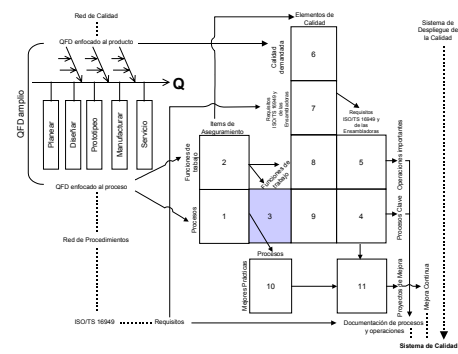


Figura 11 Matriz 3 Procesos Vs Funciones de Trabajo

*I. Propósito:*

- a. Identificar las relaciones entre los procesos y las funciones de trabajo.
- b. Evaluar las funciones de trabajo.

*II. Productos (Entregables):*

- a. Funciones de trabajo importantes para los procesos.

*III. Método:*

- a. Transfiera la lista de procesos de la organización y sus respectivas importancias de la Matriz 1 a esta Matriz.
- b. Transfiera la lista de funciones de trabajo de la Matriz 2 a esta Matriz.
- c. Determinar las relaciones entre los procesos y las funciones de trabajo.

1. Pueden utilizarse símbolos: Q=9, O=3, s=1; o palabras: alto=9, medio=3, bajo=1, definido=9, alguno=3, tal vez=1.

- d. Calcule el valor de las funciones de trabajo:

1. Calcule el valor de cada celda en la matriz de relaciones:

- (a). Multiplique el valor de la importancia las veces del valor de la celda (9, 3 ó 1).

- (b). Sume los valores de las celdas de las funciones de trabajo. Esta es la columna del valor total de las funciones de trabajo.

- (c). Normalice los valores totales de las funciones de trabajo. Estos porcentajes representan la importancia relativa de las funciones de trabajo como el valor porcentual obtenido de la división del valor total de una función de trabajo entre la sumatoria de los valores totales de todas las funciones de trabajo.

*IV. Herramientas Apropriadas para esta Matriz.*

- a. Listado de procesos y su importancia de la Matriz 1
- b. Listado de funciones de trabajo de la Matriz 2
- c. Diagramas de matriz.
- d. Descriptores de escalas.

e. Escalas de relaciones gráficas y ploteo.

V. Problemas que Pueden Dirigirse en este Fase:

a. Dificultad para manipular la matriz al ser ésta de un tamaño grande.

La Matriz 4 (Figura 12)

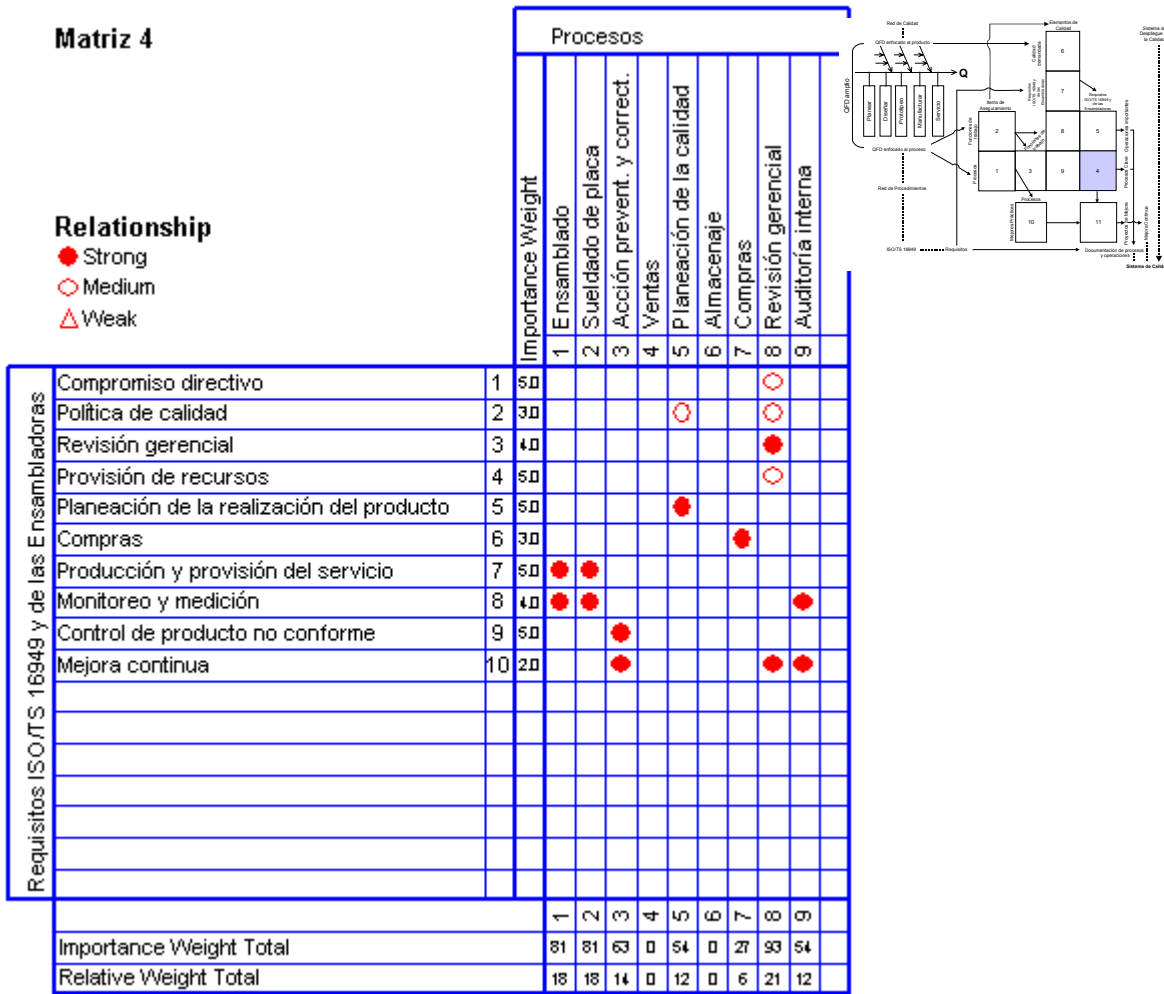


Figura 12 Matriz 4 Requisitos ISO/TS 16949 y de las Ensambladoras Vs Procesos

I. Propósito:

- a. Identificar los procesos que soportan los requisitos del ISO/TS 16949 y los de las ensambladoras..
- b. Evaluar los procesos.

*II. Productos (Entregables):*

- a. Procesos importantes para asegurar el cumplimiento de ISO/TS 16949.

*III. Método:*

- a. Liste los requisitos del ISO/TS 16949 tomando en cuenta hasta el segundo nivel de detalle.
- b. Cuantificar la importancia de cada una de los requisitos:
  1. Al cuantificar la importancia de las funciones de trabajo la pregunta que intenta contestar es: ¿Qué tan importante es este requisito para asegurar la calidad del producto y el buen manejo del sistema de gestión de la calidad?
  2. El equipo establece una escala de valores.
  3. Escriba la descripción de la escala para cada valor. Por ejemplo:
    - 9 Esta requisito es muy importante e influenciará positivamente en la calidad del producto y el sistema de gestión de la calidad.
    - 3 Requisito que es conveniente cuidar.
    - 1 Requisito no muy importante, no influye en la calidad del producto ni en el sistema de gestión de la calidad.
- c. Transfiera la lista de procesos de la organización de la Matriz 1 a esta Matriz.
- d. Determinar las relaciones entre los requisitos y los procesos.
  1. Pueden utilizarse símbolos: Q=9, O=3, s=1; o palabras: alto=9, medio=3, bajo=1, definido=9, alguno=3, tal vez=1.
- e. Calcule el valor de los procesos:
  1. Calcule el valor de cada celda en la matriz de relaciones:
    - (a). Multiplique el valor de la importancia las veces del valor de la celda (9, 3 ó 1).
    - (b). Sume los valores de las celdas de los procesos. Esta es la columna del valor total de los procesos.
    - (c). Normalice los valores totales de los procesos. Estos porcentajes representan la importancia relativa de los procesos como el valor porcentual obtenido de la división del valor total de un proceso entre la sumatoria de los valores totales de todos los procesos.

*IV. Herramientas Apropriadas para esta Matriz.*

- ISO/TS 16949
- Requisitos específicos de las ensambladoras
- Listado de procesos de la Matriz 1
- Diagramas de matriz.
- Descriptorios de escalas.
- Escalas de relaciones gráficas y ploteo.

**V. Problemas que Pueden Dirigirse en este Fase:**

- Dificultad para definir la importancia de los requisitos.
- Dificultad para manipular la matriz debido a su tamaño.

La Matriz 5 (Figura 13)

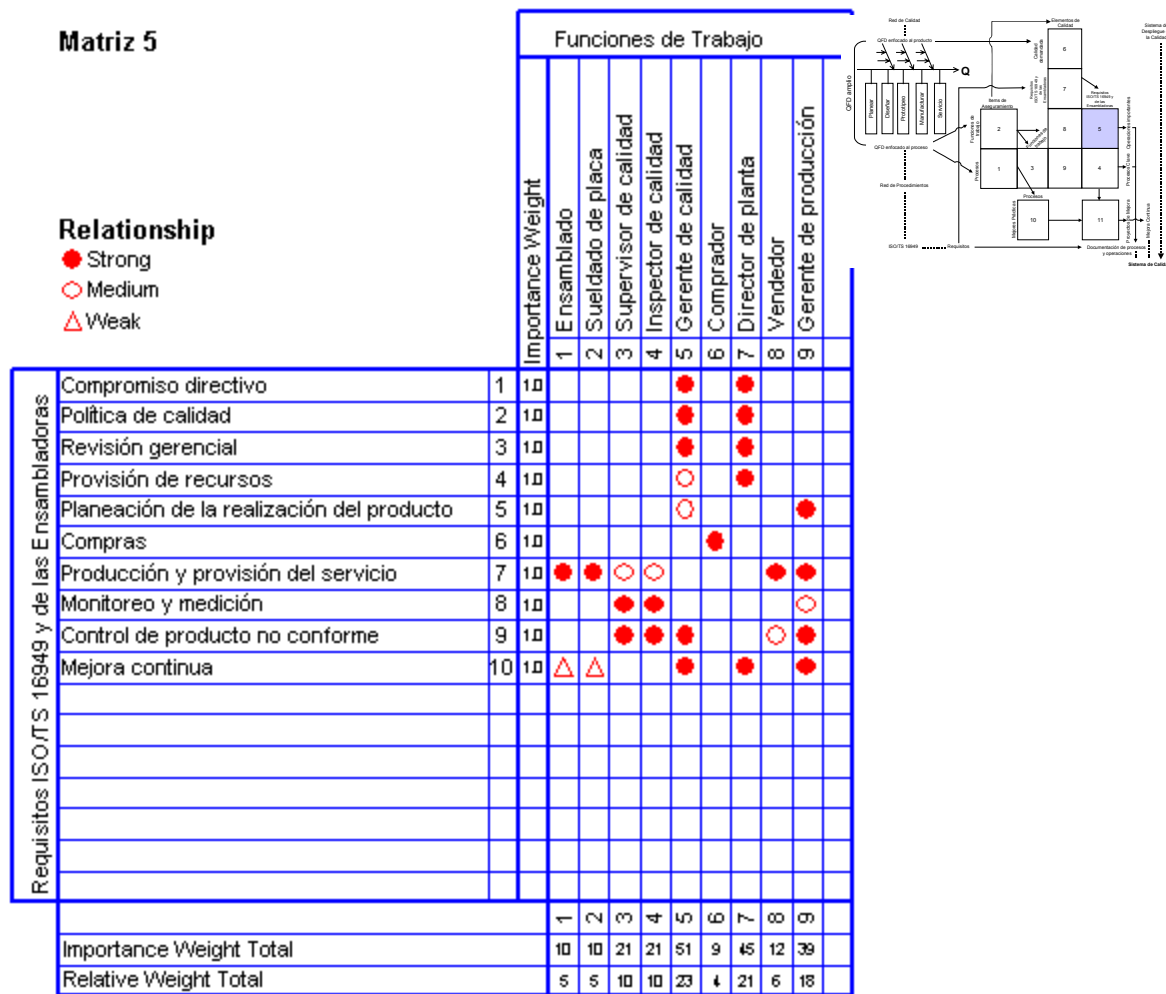


Figura 13 Matriz 5 Requisitos ISO/TS 16949 y de las Ensambladoras Vs Funciones de Trabajo



*I. Propósito:*

- a. Identificar las funciones de trabajo de soportan al cumplimiento del ISO/TS 16949.
- b. Evaluar las funciones de trabajo.

*II. Productos (Entregables):*

- a. Funciones de trabajo importantes para el cumplimiento del ISO/TS 16949.

*III. Método:*

- a. Transfiera la lista de requisitos del ISO/TS 16949 y sus respectivas importancias de la Matriz 4 a esta Matriz.
- b. Transfiera la lista de funciones de trabajo de la Matriz 2 a esta Matriz.
- c. Determinar las relaciones entre los procesos y las funciones de trabajo.
  1. Pueden utilizarse símbolos: Q=9, O=3, s=1; o palabras: alto=9, medio=3, bajo=1, definido=9, alguno=3, tal vez=1.
- d. Calcule el valor de las funciones de trabajo:
  1. Calcule el valor de cada celda en la matriz de relaciones:
    - (a). Multiplique el valor de la importancia las veces del valor de la celda (9, 3 ó 1).
    - (b). Sume los valores de las celdas de las funciones de trabajo. Esta es la columna del valor total de las funciones de trabajo.
    - (c). Normalice los valores totales de las funciones de trabajo. Estos porcentajes representan la importancia relativa de las funciones de trabajo como el valor porcentual obtenido de la división del valor total de una función de trabajo entre la sumatoria de los valores totales de todas las funciones de trabajo.

*IV. Herramientas Apropriadas para esta Matriz.*

- a. Listado de requisitos del ISO/TS 16949 y su importancia de la Matriz 4
- b. Listado de funciones de trabajo de la Matriz 2
- c. Diagramas de matriz.
- d. Descriptores de escalas.
- e. Escalas de relaciones gráficas y ploteo.

V. Problemas que Pueden Dirigirse en este Fase:

- a. Generación de una matriz grande que no pueda manipularse.

La Matriz 6 (Figura 14)

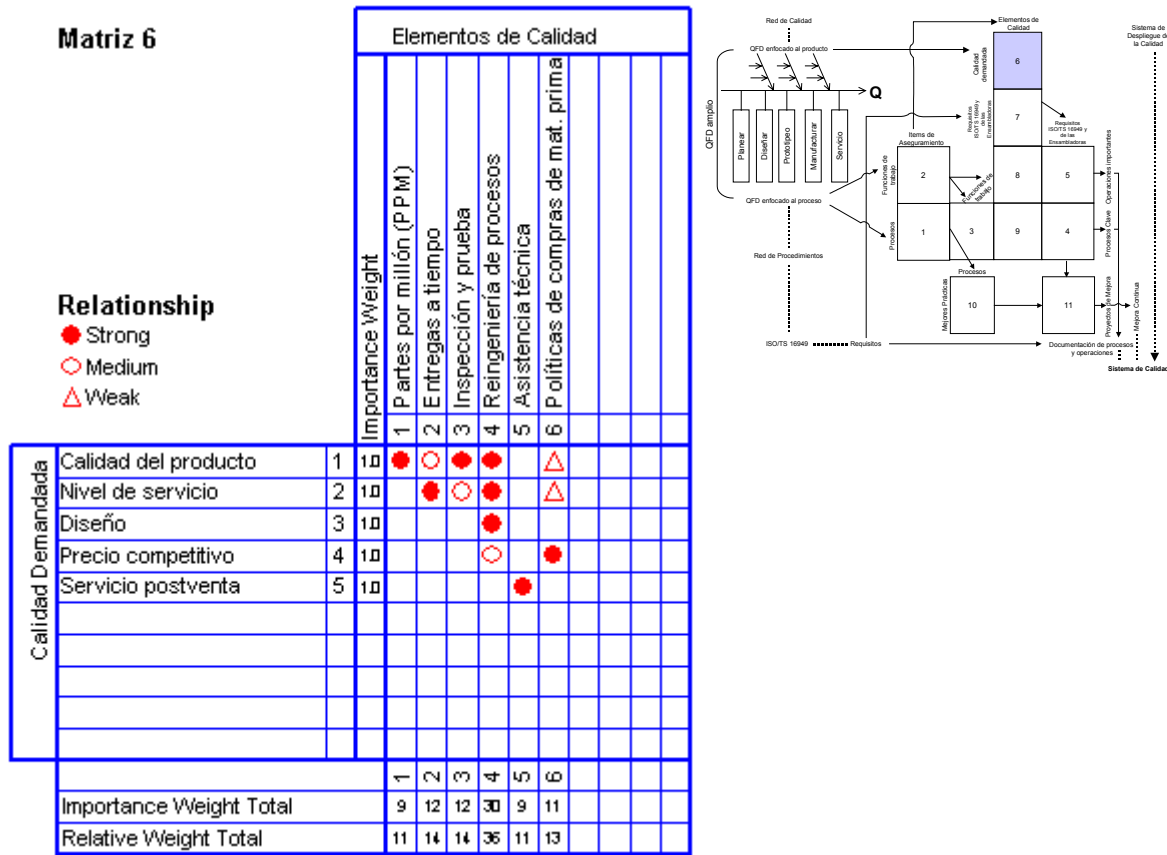


Figura 14 Matriz 6 Calidad Demandada Vs Elementos de Calidad

I. Propósito:

- a. Identificar los elementos de calidad con mayor impacto en la calidad demandada.
- b. Evaluar los elementos de calidad.

II. Productos (Entregables):

- a. Elementos de calidad que permitan cumplir con la calidad demandada de los clientes.

*III. Método:*

- a. Transfiera la calidad demandada y sus respectivas importancias de la Casa de la Calidad desarrollada en el proceso del QFD.
- b. Transfiera los elementos de calidad de la Casa de la Calidad y agregue los ítems de aseguramiento desplegados en las Matrices 1 y 2.
- c. Determinar las relaciones entre la calidad demandada y los elementos de calidad.
  1. Pueden utilizarse símbolos: Q=9, O=3, s=1; o palabras: alto=9, medio=3, bajo=1, definido=9, alguno=3, tal vez=1.
- d. Calcule el valor de los ítems de aseguramiento:
  1. Calcule el valor de cada celda en la matriz de relaciones:
    - (a). Multiplique el valor de la importancia las veces del valor de la celda (9, 3 ó 1).
    - (b). Sume los valores de las celdas de las funciones de trabajo. Esta es la columna del valor total de las funciones de trabajo.
    - (c). Normalice los valores totales de las funciones de trabajo. Estos porcentajes representan la importancia relativa de las funciones de trabajo como el valor porcentual obtenido de la división del valor total de una función de trabajo entre la sumatoria de los valores totales de todas las funciones de trabajo.

*IV. Herramientas Apropriadas para esta Matriz.*

- a. La calidad demandada desplegada en la Casa de la Calidad.
- b. Los elementos de calidad desplegados en la Casa de la Calidad.
- c. Los ítems de aseguramiento desplegados en las Matrices 1 y 2.
- d. Diagramas de matriz.
- e. Descriptores de escalas.
- f. Escalas de relaciones gráficas y ploteo.

*V. Problemas que Pueden Dirigirse en este Fase:*

- a. Dificultad para obtener la calidad demandada y los elementos de calidad si el proceso del QFD no se ha desarrollado previamente.

- b. Dificultad para mezclar la calidad demandada y los elementos de calidad cuando la familia de productos es muy grande o cuando existen diferencias significativas entre ellos.

La Matriz 7 (Figura 15)

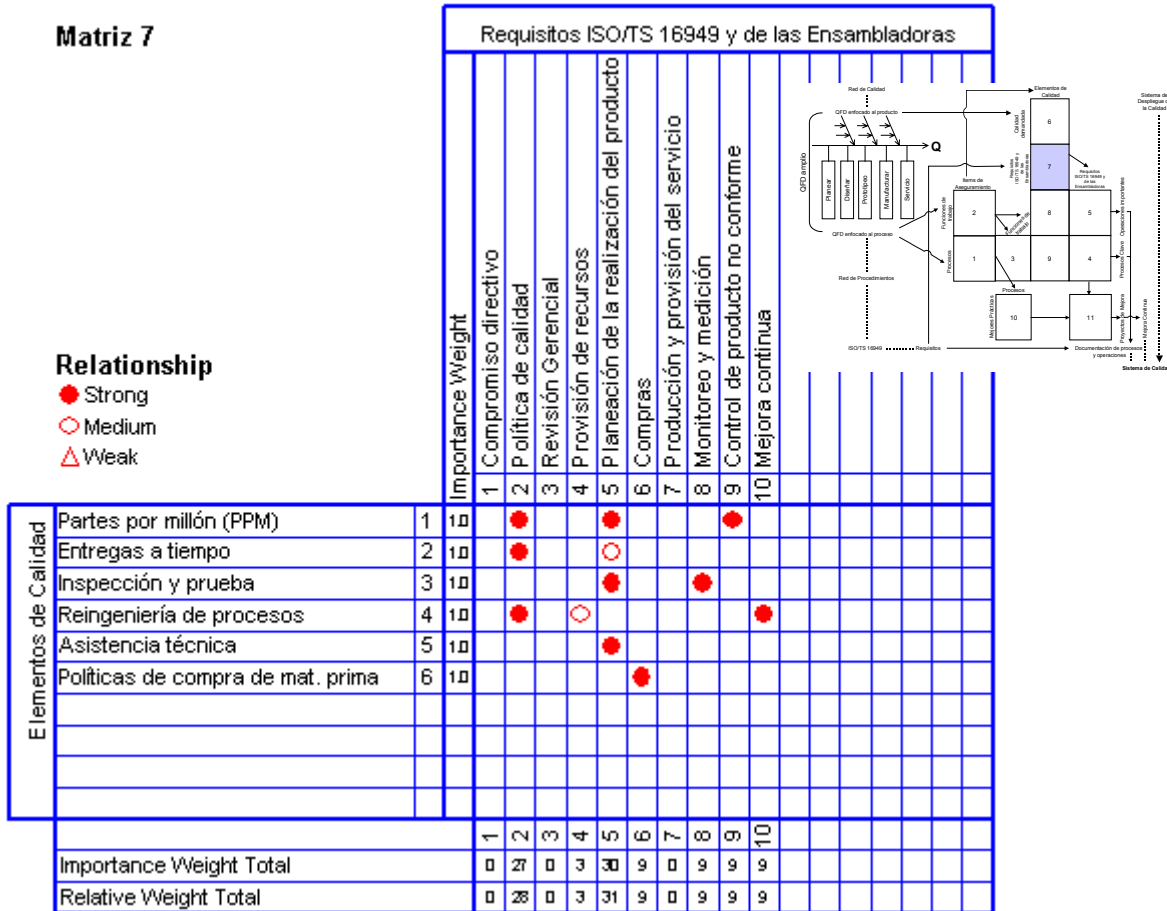


Figura 15 Matriz 7 Elementos de Calidad Vs Requisitos ISO/TS 16949 y de las Ensambladoras

I. Propósito:

- a. Identificar las relaciones entre elementos de calidad y los requisitos del ISO/TS 16949.
- b. Evaluar los requisitos del ISO/TS 16949.

*II. Productos (Entregables):*

- a. Requisitos del ISO/TS 16949 fuertemente relacionados con el cumplimiento de los elementos de calidad.

*III. Método:*

- a. Transfiera los elementos de calidad desplegados en la Matriz 6.
- c. Cuantificar la importancia de cada una de los elementos de calidad:
  1. Al cuantificar la importancia de los elementos de calidad la pregunta que intenta contestar es: ¿Qué tan importante es este elemento de calidad para cubrir la calidad demandada por cliente?
  2. El equipo establece una escala de valores.
  3. Escriba la descripción de la escala para cada valor. Por ejemplo:
    - 9 Este elemento de calidad es muy importante e influenciará positivamente en la calidad demandada por el cliente.
    - 3 Elemento de calidad que es conveniente cuidar.
    - 1 Elemento de calidad no muy importante, no influye en la calidad demandada por el cliente.
- b. Transfiera la lista de requisitos del ISO/TS 16949 de la Matriz 4 a esta Matriz.
- c. Determinar las relaciones entre los elementos de calidad y los requisitos.
  1. Pueden utilizarse símbolos: Q=9, O=3, s=1; o palabras: alto=9, medio=3, bajo=1, definido=9, alguno=3, tal vez=1.
- d. Calcule el valor de los requisitos:
  1. Calcule el valor de cada celda en la matriz de relaciones:
    - (a). Multiplique el valor de la importancia las veces del valor de la celda (9, 3 ó 1).
    - (b). Sume los valores de las celdas de los requisitos. Esta es la columna del valor total de los requisitos.
    - (c). Normalice los valores totales de los requisitos. Estos porcentajes representan la importancia relativa de los requisitos como el valor porcentual obtenido de la división del valor total de un requisito entre la sumatoria de los valores totales de todos los requisitos.

IV. Herramientas Apropriadas para esta Matriz.

- a. Listado de los elementos de calidad desplegados en la Matriz 6
- b. Listado de requisitos ISO/TS 16949 de la Matriz 4
- c. Diagramas de matriz.
- d. Descriptores de escalas.
- e. Escalas de relaciones gráficas y ploteo.

V. Problemas que Pueden Dirigirse en este Fase:

- a. Dificultad para establecer las relaciones para los requisitos 4, 5 debido a que éstos no impactan directamente a los elementos de calidad. Sin embargo a través de la causalidad el impacto puede ser muy fuerte.

La Matriz 8 (Figura 16)

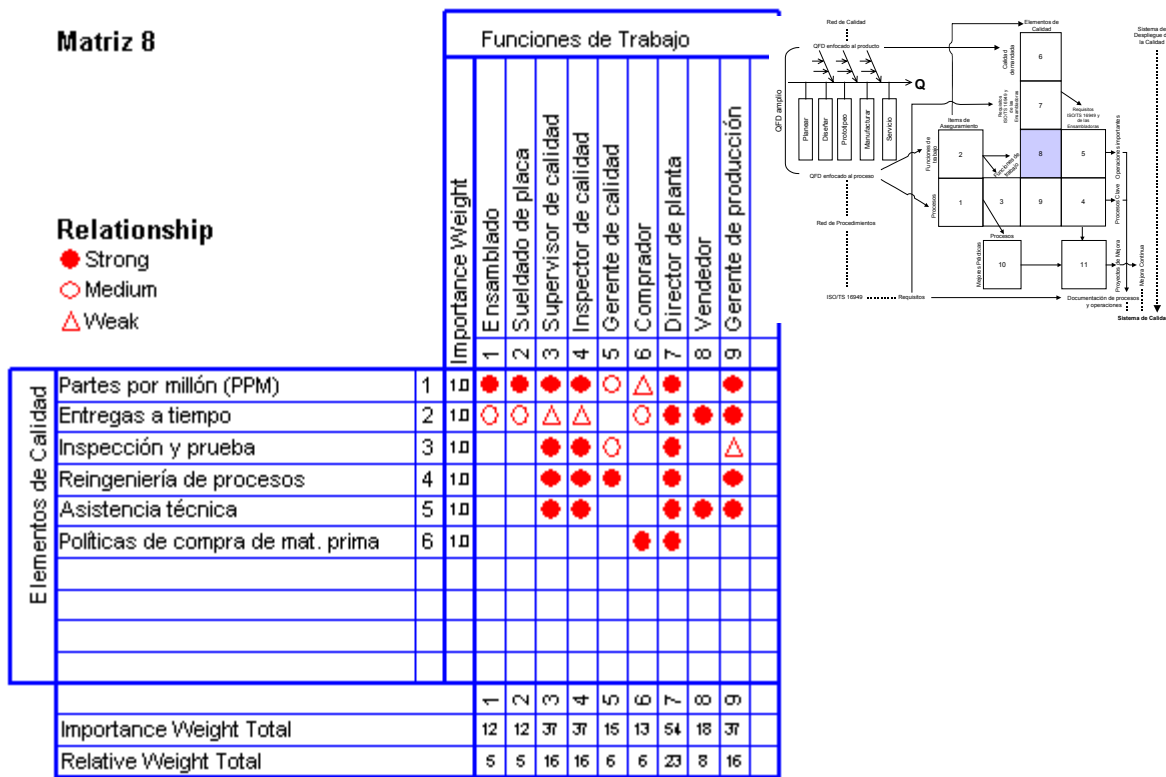


Figura 16 Matriz 8 Elementos de Calidad Vs Funciones de Trabajo

*I. Propósito:*

- a. Identificar las relaciones entre los elementos de calidad y las funciones de trabajo.
- b. Evaluar las funciones de trabajo.

*II. Productos (Entregables):*

- a. Funciones de trabajo importantes para cumplir con los objetivos de los elementos de calidad.

*III. Método:*

- a. Transfiera la lista de elementos de calidad con sus respectivas importancias de la Matriz 7.
- b. Transfiera la lista de funciones de trabajo de la Matriz 2 a esta Matriz.
- c. Determinar las relaciones entre los procesos y las funciones de trabajo.
  1. Pueden utilizarse símbolos: Q=9, O=3, s=1; o palabras: alto=9, medio=3, bajo=1, definido=9, alguno=3, tal vez=1.
- d. Calcule el valor de las funciones de trabajo:
  1. Calcule el valor de cada celda en la matriz de relaciones:
    - (a). Multiplique el valor de la importancia las veces del valor de la celda (9, 3 ó 1).
    - (b). Sume los valores de las celdas de las funciones de trabajo. Esta es la columna del valor total de las funciones de trabajo.
    - (c). Normalice los valores totales de las funciones de trabajo. Estos porcentajes representan la importancia relativa de las funciones de trabajo como el valor porcentual obtenido de la división del valor total de una función de trabajo entre la sumatoria de los valores totales de todas las funciones de trabajo.

*IV. Herramientas Apropriadas para esta Matriz.*

- a. Listado de elementos de calidad y su importancia de la Matriz 7
- b. Listado de funciones de trabajo de la Matriz 2
- c. Diagramas de matriz.
- d. Descriptores de escalas.
- e. Escalas de relaciones gráficas y ploteo.

V. Problemas que Pueden Dirigirse en este Fase:

- a. Dificultad para establecer la relación existente los elementos de calidad y las funciones de trabajo que no están directamente relacionados con la producción del bien o servicio.

La Matriz 9 (Figura 17)

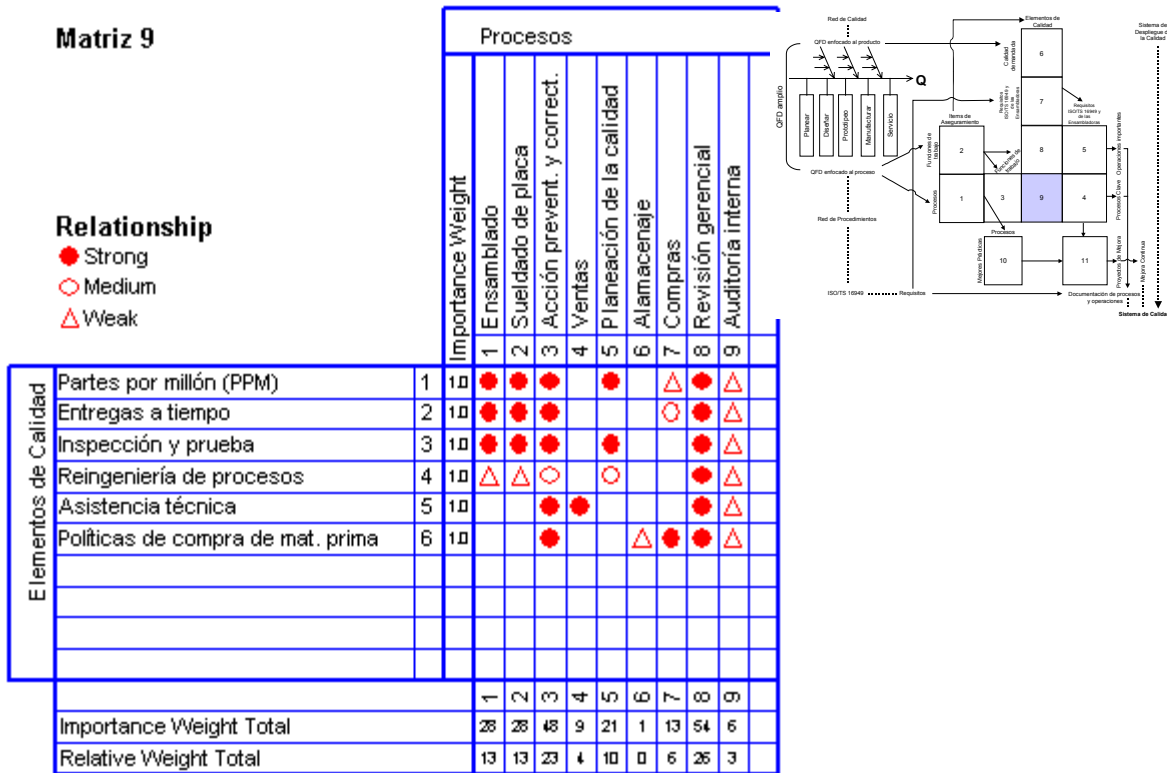


Figura 17 Matriz 9 Elementos de Calidad Vs. Procesos

I. Propósito:

- a. Identificar las relaciones entre los elementos de calidad y los procesos.
- b. Evaluar los procesos.

II. Productos (Entregables):

- a. Procesos importantes para asegurar el cumplimiento de los elementos de calidad.



*III. Método:*

- a. Transfiera los elementos de calidad y sus importancias de la Matriz 7 a ésta.
- b. Transfiera la lista de procesos de la organización de la Matriz 1 a esta Matriz.
- c. Determinar las relaciones entre los elementos de calidad y los procesos.
  1. Pueden utilizarse símbolos: Q=9, O=3, s=1; o palabras: alto=9, medio=3, bajo=1, definido=9, alguno=3, tal vez=1.
- d. Calcule el valor de los procesos:
  1. Calcule el valor de cada celda en la matriz de relaciones:
    - (a). Multiplique el valor de la importancia las veces del valor de la celda (9, 3 ó 1).
    - (b). Sume los valores de las celdas de los procesos. Esta es la columna del valor total de los procesos.
    - (c). Normalice los valores totales de los procesos. Estos porcentajes representan la importancia relativa de los procesos como el valor porcentual obtenido de la división del valor total de un proceso entre la sumatoria de los valores totales de todos los procesos.

*IV. Herramientas Apropriadas para esta Matriz.*

- a. Listado de elementos de calidad y su importancia de la Matriz 7
- b. Listado de procesos de la Matriz 1
- c. Diagramas de matriz.
- d. Descriptores de escalas.
- e. Escalas de relaciones gráficas y ploteo.

*V. Problemas que Pueden Dirigirse en este Fase:*

- a. Dificultad para establecer las relaciones entre los elementos de calidad y los procesos que no intervienen directamente en la realización del producto.

La Matriz 10 (Figura 18)

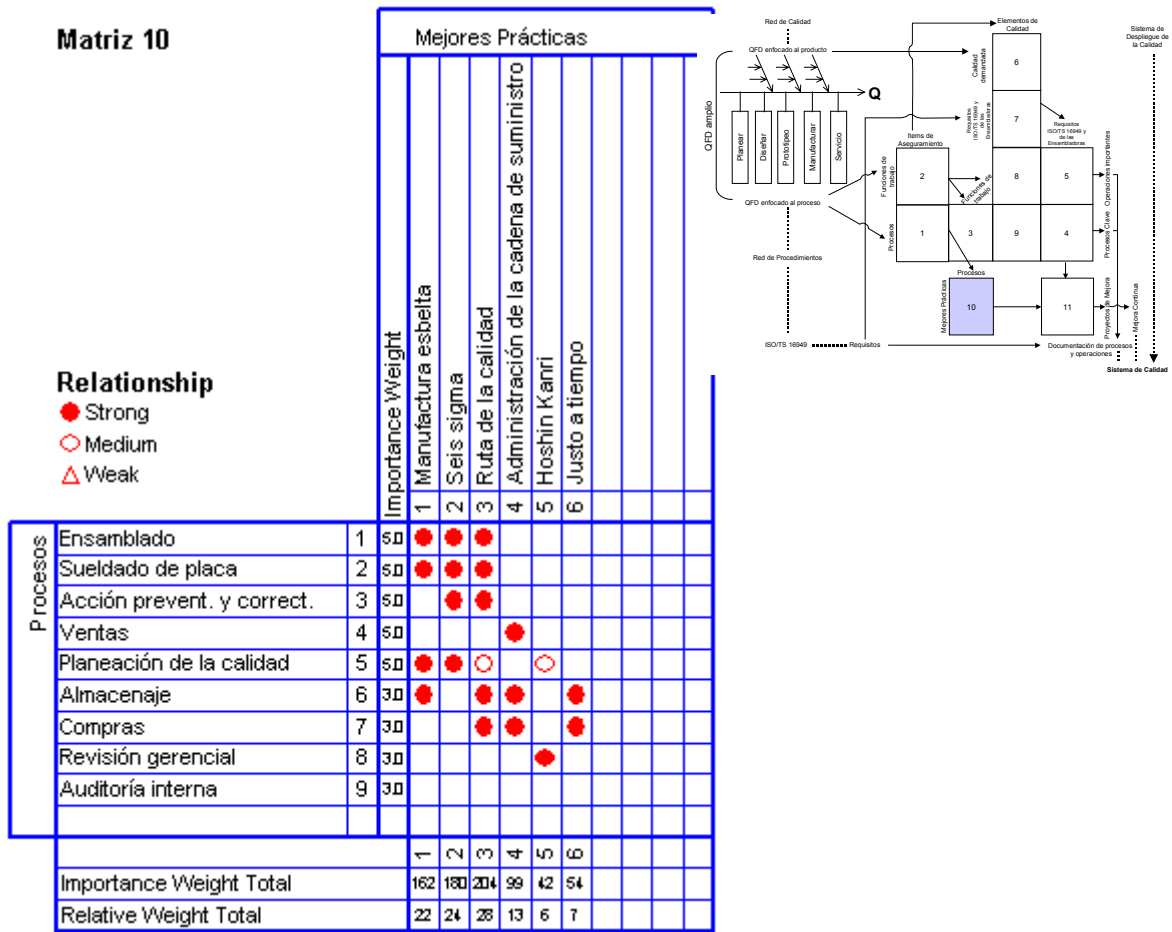


Figura 18 Matriz 10 Procesos Vs Mejores Prácticas

I. Propósito:

- a. Identificar las relaciones entre los procesos y las mejores prácticas existentes.
- b. Evaluar las mejores prácticas.

II. Productos (Entregables):

- a. Mejores prácticas importantes para el mejoramiento de los procesos.

III. Método:

- a. Transfiera la lista de procesos de la organización y sus respectivas importancias de la Matriz 1 a esta Matriz.
- b. Liste las mejores prácticas que haya identificado a través de la literatura, el benchmarking u otro medio.

- c. Determinar las relaciones entre los procesos y las mejores prácticas.
  1. Pueden utilizarse símbolos: Q=9, O=3, s=1; o palabras: alto=9, medio=3, bajo=1, definido=9, alguno=3, tal vez=1.
- d. Calcule el valor de las mejores prácticas:
  1. Calcule el valor de cada celda en la matriz de relaciones:
    - (a). Multiplique el valor de la importancia las veces del valor de la celda (9, 3 ó 1).
    - (b). Sume los valores de las celdas de las mejores prácticas. Esta es la columna del valor total de las mejores prácticas.
    - (c). Normalice los valores totales de las mejores prácticas. Estos porcentajes representan la importancia relativa de las mejores prácticas como el valor porcentual obtenido de la división del valor total de una mejor práctica entre la sumatoria de los valores totales de todas las mejores prácticas.

#### *IV. Herramientas Apropriadas para esta Matriz.*

- a. Listado de procesos y su importancia de la Matriz 1
- b. Investigaciones sobre mejores prácticas, benchmarkings, revistas, artículos, etc.
- c. Diagramas de matriz.
- d. Descriptores de escalas.
- e. Escalas de relaciones gráficas y ploteo.

#### *V. Problemas que Pueden Dirigirse en este Fase:*

- a. Dificultad para identificar las mejores prácticas existentes.

La Matriz 11 (Figura 19)

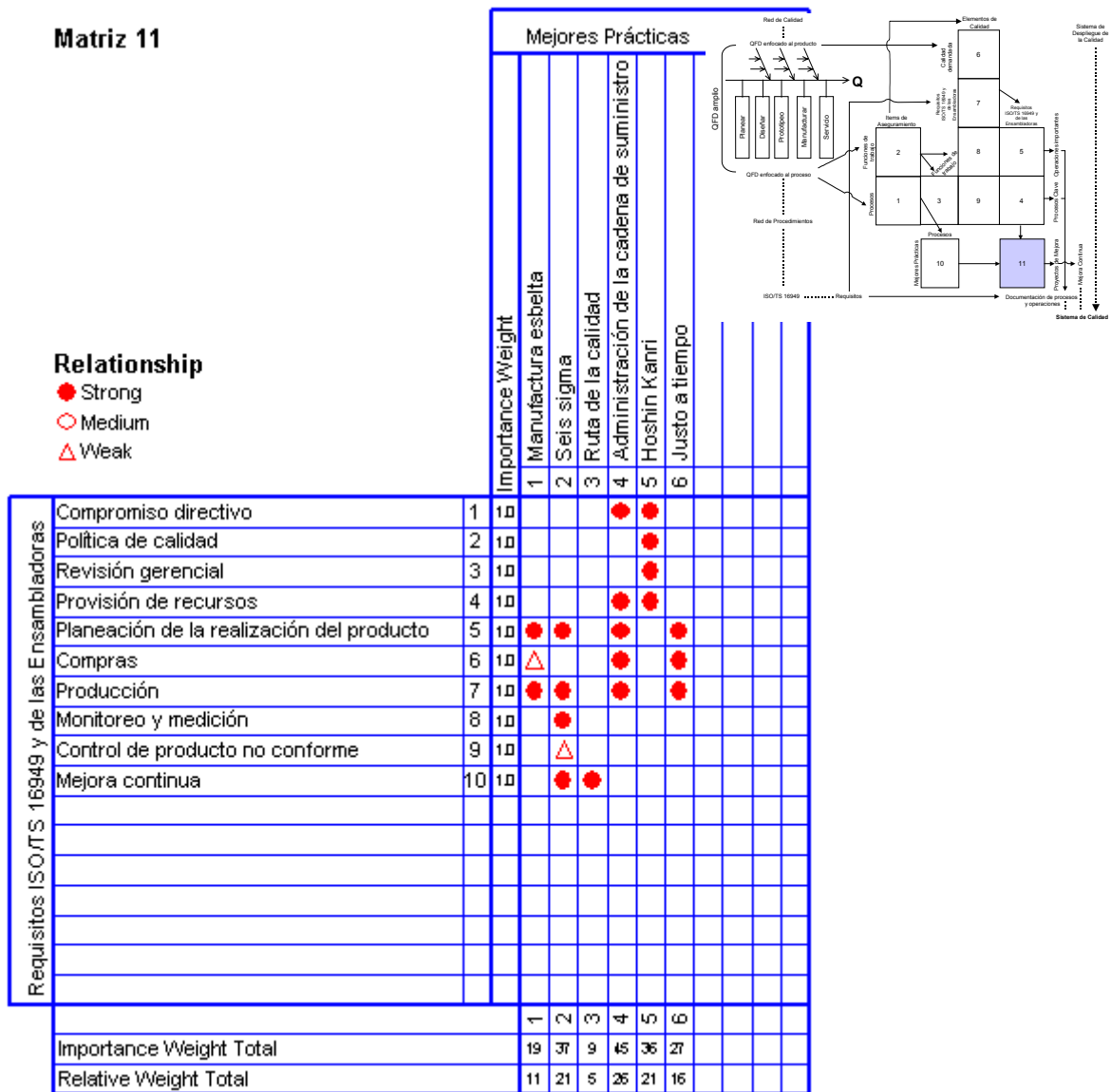


Figura 19 Matriz 11 Requisitos ISO/TS 16949 y de las Ensambladoras Vs Mejores Prácticas

I. Propósito:

- a. Identificar las relaciones entre los requisitos ISO/TS 16949 y las mejores prácticas existentes.
- b. Evaluar las mejores prácticas.

*II. Productos (Entregables):*

- a. Mejores prácticas directamente relacionadas con el cumplimiento de los requisitos ISO/TS 16949.

*III. Método:*

- a. Transfiera la lista de requisitos ISO/TS 16949 y sus respectivas importancias de la Matriz 4 a esta Matriz.
- b. Transfiera la lista de mejores prácticas de la Matriz 10.
- c. Determinar las relaciones entre los requisitos y las mejores prácticas.
  1. Pueden utilizarse símbolos: Q=9, O=3, s=1; o palabras: alto=9, medio=3, bajo=1, definido=9, alguno=3, tal vez=1.
- b. Calcule el valor de las mejores prácticas:
  1. Calcule el valor de cada celda en la matriz de relaciones:
    - (a). Multiplique el valor de la importancia las veces del valor de la celda (9, 3 ó 1).
    - (b). Sume los valores de las celdas de las mejores prácticas. Esta es la columna del valor total de las mejores prácticas.
    - (c). Normalice los valores totales de las mejores prácticas. Estos porcentajes representan la importancia relativa de las mejores prácticas como el valor porcentual obtenido de la división del valor total de una mejor práctica entre la sumatoria de los valores totales de todas las mejores prácticas.

*VI. Herramientas Apropriadas para esta Matriz.*

- a. Listado de procesos y su importancia de la Matriz 1
- b. Investigaciones sobre mejores prácticas, benchmarkings, revistas, artículos, etc.
- c. Diagramas de matriz.
- d. Descriptores de escalas.
- e. Escalas de relaciones gráficas y ploteo.

*VII. Problemas que Pueden Dirigirse en este Fase:*

- a. Dificultad para identificar las mejores prácticas existentes.

### **Equipo de Implementación**

La implementación del modelo propuesto en este trabajo conlleva la participación de todas las áreas de la organización.

La parte que implica el desarrollo del QFD amplio es realizada por un equipo multidisciplinario que incluye participantes de áreas tales como mercadotecnia, investigación y desarrollo, manufactura y/o producción, procesos, compras, finanzas, ventas, por mencionar los más comunes. De los resultados obtenidos por este equipo se genera la Matriz 6, la cual es una versión simplificada de la casa de la calidad desarrollada durante el proceso del QFD enfocado al producto.

El sistema de despliegue es desarrollado por un equipo muy similar. Sin embargo, en este equipo de trabajo debe participar la alta gerencia de la organización, es decir, el director general y los gerentes de área. Es importante mencionar que si no existe a nivel gerencial un coordinador del sistema de calidad, este deberá ser incluido en el equipo de trabajo. Si la organización lleva a cabo su administración a través del enfoque de procesos, entonces los dueños de procesos también deberán participar en el desarrollo de las nueve matrices que comprenden el sistema de despliegue. El mismo equipo antes descrito deberá desarrollar las dos matrices que integran la “Mejora Continua”.

## CONCLUSIONES

El modelo presentado en este capítulo busca dar un marco de referencia para la implantación y el aseguramiento del ISO/TS 16949. Sin embargo, es necesario aclarar que el modelo va más allá, pues el fin de las organizaciones no es el cumplir con esta especificación técnica, sino el contar con un sistema de gestión de la calidad que les permita generar productos de calidad acordes a las necesidades de los clientes. ISO/TS 16949 habilita a las organizaciones en la implantación de un sistema de gestión de la calidad formal, el QFD despliega las necesidades de los clientes a través de la organización y, en este modelo, también sirve como elemento de despliegue de la calidad a través de las once matrices propuestas.

De los elementos propuestos en el modelo, algunos ya se encuentran desarrollados, entre ellos están el QFD amplio y el ISO/TS 16949. Para otros, el desarrollo de los mismos se propone en este trabajo de investigación, tal es el caso de las matrices que componen el sistema de despliegue de la calidad y la mejora continua.

En general, las matrices que integran el sistema de despliegue de la calidad y la mejora continua tienen una estructura semejante. Los propósitos de cada matriz varían, sin embargo el método para desarrollarlas es casi el mismo.

Durante el desarrollo del método para la construcción de las matrices se identificaron algunas dificultades que podrían presentarse. Dos tipos de dificultades fueron las más recurrentes: la dificultad para establecer relaciones entre los elementos de la matriz y la dificultad de manipular la matriz debido a su tamaño. Estas dificultades pueden hacer que el modelo conceptual propuesto sea inoperable en situaciones reales, sin embargo queda como propuesta de una nueva investigación el comprobar los efectos de dichas dificultades y la forma de resolverlas.

Por otra parte, durante el planteamiento del modelo se logró cumplir con algunos de los principios que sustentan al sistema de calidad ISO/TS 16949. Estos principios fueron: el principio de enfoque al cliente, el cual se cumple al trasladar la matriz de la casa de la calidad al modelo. Recordemos que la casa de la calidad es desarrollada con la voz del cliente. El principio de procesos también se cubre, pues en el sistema de despliegue existen matrices que contemplan los procesos para identificar aquellos más importantes para asegurar la calidad del producto y el buen funcionamiento del sistema de calidad. También se logró cumplir con el principio de mejora continua, pues dentro del modelo existen matrices enfocadas a impulsar este principio.

Finalmente, el modelo propuesto en este trabajo de investigación permitirá a las organizaciones identificar los procesos, funciones e ítems de aseguramiento importantes para la calidad de los productos y el buen funcionamiento del sistema de calidad así como los requisitos críticos del ISO/TS 16949 que deben ser desarrollados primero para lograr lo anterior.



---

*BIBLIOGRAFÍA*

- Adams, R. Gavoor, M. 1990. Quality Function Deployment: Its Promise and Reality. Rockwell International, Automobile Operations, Troy. MI.
- Adiano, C. Roth, A. 1994. Beyond the House of Quality: Dynamic QFD. Benchmarking: An International Journal. 1(1): 25-37.
- Akao, Y. Naoi, T. Ohfuji, T. 1989. Survey of the status of quality deployment – report from the quality deployment research committee. Quality Control. 19(1): 35-44.
- Akao, Y. 1990. Quality Function Deployment: Integrating Customer Requirements into Product Design. Productivity Press. Cambridge.
- Akao, Y. 1997. QFD: Past, Present and Future. Proceeding of the International Symposium on QFD. Linköping.
- Akao, Y. y G. Mazur. 1998. Using QFD to assure QS-9000 compliance. Proceedings of the International Symposium on QFD. Sidney. [www.mazur.com](http://www.mazur.com)
- Akao, Y. Mazur, G. 2003. The leading edge in QFD: past, present and future. International Journal of Quality & Reliability Management. 20(1): 20-35.
- Beskow, C. Johansson, J. Norell, M. 1998. Implementation of QFD: identifying success factors. Engineering and Technology Management, 1998. Pioneering New Technologies: Management Issues and Challenges in the Third Millennium. IEMC '98 Proceedings. International Conference on , 11-13 Oct 1998. pp. 179-184.
- Bossert, J. 1991. Quality Function Deployment: A Practitioner's Approach. ASQC Quality Press. Milwaukee.
- Bouchereau, V. Rowlands, H. 1999. Analytical approaches to QFD. Manufacturing Engineer. 78(6) 249-254.
- Bouchereau, V. Rowlands, H. 2000. Quality function deployment: the unused tool. Engineering Management Journal. 10(1): 45-52.
- Bouchereau, V. Rowlands, H. 2000. Methods and techniques to help quality function deployment (QFD). Benchmarking: An International Journal. 7(1): 8-20.
- BSI, 2003. <http://bsi-global.com>

- 
- Cartas de: Supplier Quality Requirements Task Force (Chrysler, General Motors y Ford), Volks Wagen, Renault, PSA Peugeot Citroën fechadas de octubre 1999 a agosto 2002. [http://www.iaob.org/oem\\_comm.html](http://www.iaob.org/oem_comm.html)
  - Cohen, L. 1995. Quality Function Deployment: How to Make QFD Word for You. Addison-Wesley Publishing Company. USA.
  - Cook, T.D. Reichardt, Ch. S. 1997. Métodos cualitativos y cuantitativos en la investigación evaluativa. Ediciones Morata. España.
  - Cox, C. 1992. Keys to success in quality function deployment. APICS – The performance Advantage. Pp. 8-25.
  - Dickinson, B. 1995. QFD: setting up for success. World Class Design to Manufacture. 2(5): 43-45.
  - DNV, 2003. <http://www.dnv.com/certification/automotive/isots16949.asp>
  - Eureka, W. Ryan N. 1988. The Customer-Driven Company: Managerial Perspectives QFD. ASI Press. Dearborn MI.
  - Fortuna, R. 1988. Beyond quality: taking SPC upstream. ASQC Quality Progress. Pp. 23-28.
  - Garvin, D. 1988. Managing Quality. Free Press. New York.
  - GOAL/QPC Research Committee. 1989. Resear Report - Quality Function Deployment: a process for continuous improvement. Transactions from the Second Symposium on Quality Function Deployment. 18-19.
  - Han, S. Chen, S. Ebrahimpour, M. Sodhi , M. 2001. A conceptual QFD planning model. International Journal of Quality & Reliability Management. 18(8): 796-812.
  - Hauser, J. Clausing D. 1988. The house of quality. Harvard Business Review. Pp 63-73.
  - Heinloth, S. 2000. Good-bye QS-9000? Quality. 39(3):50-54
  - Herzwurm, G. Schockert, S. Mellis, W. 2000. Joint Requirements Engineering: QFD for Rapid Customer-Focused Software and Internet-Development. Vieweg. Germany.
  - IATF Communiqué. 1999. <http://www.iaob.org/iatfpr/iatfoct99.html>
  - IATF Communiqué. 2000. [http://www.iaob.org/iatfpr/iatf\\_communique\\_1000\\_files/frame.htm](http://www.iaob.org/iatfpr/iatf_communique_1000_files/frame.htm)

- 
- INLAC. 2002. Serie ISO 9000:2000 “Mejoramiento continuo hacia la excelencia” Guía de Bolsillo. Instituto Latinoamericano de la Calidad A.C. México.
  - ISO, 2002. New version of ISO 9000 requirements for automotive industry rolls out. <http://www.iso.org/iso/en/commcentre/pressreleases/2002/Ref818.html>
  - ISO, 2003. Implementing your ISO 9001:2000 quality management system. [http://www.iso.ch/iso/en/iso9000-14000/iso9000/selection\\_use/implementing.html](http://www.iso.ch/iso/en/iso9000-14000/iso9000/selection_use/implementing.html)
  - ISO, 2003. Quality management principles <http://www.iso.ch/iso/en/iso9000-14000/iso9000/qmp.html>
  - ISO/TS 16949:2002. Quality management systems – Particular requirements for the application of ISO 9001:2000 for automotive production and relevant service part organizations.
  - ISO-AENOR, 2002. ISO 9001 para la pequeña empresa: Recomendaciones del Comité ISO/TC 176. AENOR. España.
  - Kathawala, Y. Motwani, J. 1994. Implementing Quality Function Deployment : A Systems Approach. The TQM Magazine. 6(6): 31-37.
  - Leung et al. 1999. Software tools for ISO 9000 certification. Managerial Auditing Journal. 14(1):51-57
  - Lockamy, A. Khurana, A. 1995. Quality function deployment: total quality management for new product design. International Journal of Quality & Reliability Management. 12(6): 73-84.
  - Lowe, A. Ridgway, K. 2000. UK user's guide to quality function deployment . Engineering Management Journal. 10(3): 147-155.
  - Lynch, R. Cross, K. 1991. Measure up: Yardsticks for Continuous Improvement. Brasil Blackwell, Cambridge, MA.
  - Maddux, G. Amos, R. Wyskid, A. 1991. Organizations can apply function deployment as strategic planning tool. Industrial Engineering. Pp 33-37.
  - Mizuno, S. Akao, Y. 1978. quality Function Deployment: A Company-wide Quality Approach. JUSE Press. Tokyo.
  - Pavelek, M. 2002. ISO/TS 16949:2002. <http://www.freequality.org/beta%20freequal/fq%20web%20site/Training/Classes%20Fall%202002/ISOTS%20169492002.doc>

- 
- Rezaee, Z. Elam, R. 2000. Emerging ISO 14000 environmental standards: a step-by-step implementation guide. *Managerial Auditing Journal*. 15(1):60-67
  - Shillito, M. 1994. *Advanced QFD: linking technology to market and company needs*. Wiley. N.Y.
  - Scheurell, D. 1994. Beyond the QFD House of Quality: Using the Downstream Matrices. *World Class Design to Manufacture*. 1(2): 13-20.
  - Schubert, M. 1989. Quality function deployment: a comprehensive tool for planning and development. *Aerospace and Electronics Conference, 1989. NAECON 1989., Proceedings of the IEEE 1989 National , 22-26 May 1989*. 4: 1498-1503.
  - Scrimshire, D. 2000. QS-9000 goes international with ISO/TS 16949. *Quality Congress. ASQC ... Annual Quality Congress Proceedings*. Milwaukee.
  - Underwriters Laboratories Inc. 2003. <http://www.ul.com/services/ts16949.html>
  - Vonderembse, M. Raghunathan, T. 1997. Quality function deployment's impact on product development. *International Journal of Quality Science* . 2(4) 253-271.
  - Whitmore, K. Kalogeridis, C. 2002. ISO/TS 16949: Here at Last; The Big Three finally announce the fate of QS-9000's replacement. *Quality Digest*. 22(10):21-26.
  - Yang, Y. 2001. Software quality management and ISO 9000 implementation. *Industrial Management & Data Systems*. 101(7)329-338
  - Zairi, M. Youssef, M. 1995. : Quality function deployment: a main pillar for successful total quality management and product development. *International Journal of Quality & Reliability Management* . 12(6): 9-23.
  - Zucchelli, F. 1992. Total quality and QFD. 1<sup>st</sup> European Conference on Quality Function Deployment. Galgano & Associati. Milán. 25-26.