

METODOLOGIA PARA SATISFACER NECESIDADES DE PRODUCTOS Y SERVICIOS EN LA CONSTRUCCION

Por Oscar Muro A. y Luis Fernando Alarcón C.

1. INTRODUCCION

Frente a la urgencia de incorporar las necesidades del cliente en la elaboración de productos y servicios de la construcción, se ha desarrollado una metodología de diseño de productos y servicios orientada principalmente hacia los clientes. Esta metodología está basada en la herramienta QFD y en técnicas de investigación de mercado, a través de la utilización de entrevistas y encuestas para la recopilación de información.

Las siglas QFD corresponden a la expresión inglesa "Quality Function Deployment", lo que traducido al español significa "Despliegue de la función de calidad". QFD es un sistema organizado para diseñar o rediseñar productos o servicios, con dos objetivos fundamentales: 1) asegurar que el producto o servicio va a responder a las necesidades y expectativas de los clientes, y 2) acortar el período de tiempo que va desde la concepción del producto (o de las modificaciones a realizar) hasta su lanzamiento. Además, le permite a una organización priorizar las necesidades de los clientes, encontrar respuestas innovadoras a esas necesidades y mejorar los procesos hasta una efectividad máxima. En general, QFD es una práctica que conduce a mejoras del proceso, lo que le permite a una organización sobrepasar las expectativas del cliente.

El objetivo general de este desarrollo era adaptar una metodología para el diseño o rediseño de productos o servicios en el sector Construcción. Dicha metodología está basada directamente en la opinión de los consumidores por lo que incluye un sistema de entrevistas y encuestas que son aplicadas a los clientes potenciales de manera de encontrar las características más importantes para el diseño de un producto o servicio en particular.

Para validar el uso de la metodología se desarrollaron dos aplicaciones en el ámbito de la construcción. Uno de los casos es el diseño de un servicio de asesoría técnica de una empresa productora de cemento y el otro es un servicio de preparación y colocación de acero de construcción, este último ejemplo se usa más adelante para ilustrar la aplicación de la metodología. Los objetivos particulares de estas aplicaciones se pueden resumir como sigue:

- Determinar necesidades de productos y servicios en los mercados del cemento y el acero.
- Recolectar y procesar información que permita el diseño o rediseño de los productos y servicios detectados.

- Apoyar el proceso de diseño de estos productos y servicios.

El mercado objetivo de estas aplicaciones fue las empresas de diseño, arquitectura, ingeniería, constructoras, distribuidores, industriales en general y empresas de especialidad dentro de la Construcción.

2. DESARROLLO HISTORICO DE QFD

Según la literatura, Quality Function Deployment (QFD) es un concepto con enfoque de diseño, introducido en Japón en 1966 por Yoji Akao, adquirió importancia en 1972 cuando Nishimura y Takayanagi introdujeron las matrices de calidad (House of Quality) al método (Akao, 1988). Su primera aplicación fue justamente en 1972 en el astillero de Kobe de la Mitsubishi Heavy Industries Ltda., pero ha sido Toyota la que lo ha desarrollado de forma más intensiva. Sólo en 1983 llega a EE.UU. en un artículo titulado "Quality Function Deployment and CWQC in Japan" de la revista Progreso de la Calidad (Quality Progress) publicado por la American Society of Quality Control (ASQC). En Junio de 1987 Don Clausing y John Hauser publicaron un artículo en la revista Harvard Business Review, titulado "The House of Quality" (Hauser & Calusing, 1988). En Estados Unidos los primeros en adoptar la herramienta fueron Ford Motor Company, Xerox, Digital Equipment Corporation, Procter and Gamble y 3M Corporation (Griffin & Hauser, 1993) (Guinta & Praitzler, 1993).

Desde sus inicios hasta hoy, QFD ha sido utilizado en una diversidad de industrias, se ha utilizado extensivamente en el desarrollo de nuevos productos, en el mejoramiento de productos existentes y en el diseño o mejoramiento de sistemas de servicio. Los sectores específicos que han hecho un uso de la metodología son: el automotriz, productos de consumo, sistemas de electrónica, software, sistemas médicos aeroespaciales, educación superior y por químicos, actividades de servicio al cliente como aerolíneas, hoteles u otras industrias. En el último tiempo también se ha aplicado a la Construcción e ingeniería de proyectos (Huovila & Laurikka, 1995) (Oswald & Buratti, 1993).

En Chile la metodología ha sido utilizada principalmente en el área de servicios. Es así como el Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile aplicó la metodología en el año 1993 para el rediseño del "Taller de sistemas de Ingeniería Industrial" (Brugada,

1995). También ha sido aplicado con éxito por algunas empresas consultoras y empresas manufactureras.

3. ¿QUE ES QFD?

Para entender el concepto de QFD, es necesario remontarse a su nombre original que en japonés es HIN SHITSU, KI NOU, TEN KAI. La traducción literal de los signos japoneses sería Calidad, Función, Despliegue, de aquí los americanos instituyeron el nombre de Quality Function Deployment, que en español sería, Despliegue de la Función de Calidad. Desgraciadamente este nombre no resulta ser un buen nombre, ya que QFD es mucho más que eso, puesto que lo que la herramienta intenta determinar es la calidad deseada por el cliente; las funciones que debe cumplir el producto o servicio para satisfacer esas necesidades y finalmente, cuáles son las mejores alternativas para obtener lo que nuestros clientes quieren, es decir, cómo desplegar el producto para cumplir las necesidades del cliente.

Como definición más conceptual se tiene la entregada por su iniciador Yoji Akao, esta dice que:

“QFD es un método para desarrollar un diseño que satisfaga los requerimientos de calidad del cliente mediante la traducción de las demandas del cliente en características claves de diseño, considerando garantías de calidad a lo largo de la fase de producción.” Además, agrega que “QFD es la forma de asegurar la calidad de un producto mientras éste aún está en la fase de diseño.” (Akao, 1988)

Otros autores, tales como Sullivan, lo definen así:

“QFD es un mecanismo útil para desplegar los deseos en forma vertical y horizontal al interior de la empresa” (Juran, 1989). “Es un concepto total que provee la traducción de los requisitos del cliente en requisitos técnicos aptos para cada fase de desarrollo del producto y producción, es decir, las estrategias de mercadotecnia, planificación, diseño de producto, producción, ventas, etc.” (Ferrel & Ferrel, 1994).

Hauser y Clausing dicen que:

“QFD es un conjunto de rutinas de comunicación y planificación” (Hauser & Clausing, 1988). “Lo anterior se expresa mediante una herramienta de diseño basada en la creencia de que los productos deben ser diseñados para reflejar los deseos y gustos de los consumidores, de manera que las distintas áreas de la empresa deben trabajar en forma conjunta desde el momento de la concepción del producto.”

Por lo tanto, QFD (Despliegue de la Función de Calidad) se podría entender como un método estructurado, para desarrollar y planificar un producto o servicio utilizando un equipo de desarrollo para especificar claramente las necesidades y requerimientos del cliente, además de la evaluación del cumplimiento de las mismas con el producto¹ propuesto.

4. HERRAMIENTAS DE QFD

Para entender mejor QFD, es necesario explicar algunos procesos que QFD emplea. Las herramientas que

¹ Producto de aquí en adelante se utilizará en forma generalizada, considerando a un producto físico o a un servicio.

utiliza QFD provienen de las “Siete Herramientas de Dirección y Planificación” de TQM, inventado por los japoneses. Estas permiten organizar datos e ideas, interpretarlas y tomar decisiones sobre ellas. A continuación se describirán algunas de las siete herramientas, principalmente las utilizadas por QFD.

Las herramientas usadas por QFD son las siguientes:

- Diagramas de Afinidad.
- Diagramas de Arbol.
- Diagrama Matricial.
- Matriz de Ordenación.

4.1. Diagramas de Afinidad

Los Diagramas de Afinidad son una poderosa herramienta para organizar información cualitativa. Proveen una estructuración jerárquica de las ideas, esta jerarquización se efectúa a partir de los niveles inferiores, es decir, de los de más detalle a los más globales. La relación entre las ideas se basan en la intuición de un equipo, el cual se hará cargo de la construcción de dichos diagramas. Las fuentes de ideas para estos diagramas provienen de dos fuentes, internas y externas. Las ideas internas son generadas por el equipo que desarrolla el diagrama, este tipo de generación es útil cuando no se dispone de ningún tipo de ideas para comenzar. Las ideas externas corresponden a las que el equipo ha recolectado, éstas principalmente provienen de la búsqueda de necesidades y requerimientos a partir de los clientes.

Para QFD, los datos objetivos son frases que deben ser tomadas directamente desde el cliente. Estas frases comúnmente son adquiridas a partir de entrevistas que los desarrolladores conducen con clientes específicos, y la característica principal de las frases obtenidas es que son al pie de la letra. Para la construcción de un diagrama de afinidad, el equipo debe escribir cada una de las frases en unas tarjetas indexadas, donde cada tarjeta llevará sólo una frase, luego éstas se colocarán en una superficie amplia donde puedan ser vistas por todo el equipo. A continuación el equipo moverá las tarjetas de manera de agruparlas de acuerdo a algún patrón en común.

Antes de ordenarlas es posible que sea necesario explicar el contenido de las frases, de manera de lograr que el equipo entienda, en forma uniforme, el significado de cada frase. Para ordenar se suele agrupar la información en tres niveles de importancia donde el tercer nivel corresponde a las frases que involucran un mayor detalle de necesidades, las del segundo nivel corresponden a un grado menor de detalle y por último las del primer nivel que resultan las más globales.

4.2. Diagramas de Arbol

El objetivo de este diagrama, para propósitos de QFD, es crear una lista completa de requerimientos, los cuales se muestran en varios niveles de detalle. También es una metodología para jerarquizar ideas, pero en contraste con los diagramas de afinidad, los diagramas de árbol comienzan de los niveles más generales hacia los más

detallados. Para conseguir un diagrama de árbol, es común que el punto de partida sean los diagramas de afinidad. A partir de estos se escoge un grupo y se expande en forma de árbol. Una vez expandido se suele utilizar una "lluvia de ideas" para agregar ideas que hasta ahora no han sido consideradas. La idea es ir considerando cada tarjeta, que forma parte de un grupo, de manera que cada una de ellas posibilite la adición de requerimientos en niveles de mayor detalle, de manera de construir un árbol con bastantes ramificaciones en un nivel terciario.

4.3. Diagrama Matricial

La matriz es una simple pero poderosa herramienta que está ligada con el corazón de QFD. En QFD se utiliza la matriz para la comparación y medición de relaciones entre distintos elementos, para lo cual se coloca una lista de elementos que representan a las filas y otros a las columnas para que posteriormente se ubique en la intersección de cada fila con cada columna la relación que existe entre cada uno de los elementos comparados. En general, las relaciones son de tipo binario pues permiten comparar sólo dos a la vez.

4.4. Matriz de Ordenación

Esta matriz es una extensión del diagrama matricial anterior, su función está relacionada con la importancia relativa que se le asigna a las columnas de entrada. Al interior de la matriz las relaciones que se archivan son de tipo binario, pero la forma de identificar este tipo de relación puede variar de un grupo a otro, por lo general en QFD se suelen utilizar símbolos que representan las relaciones existentes. Estos símbolos comúnmente se asocian a un valor numérico que es utilizado en etapas posteriores. QFD suele utilizar este procedimiento para expresar el grado de relación que existe entre el elemento de la columna con el de la fila respectiva. Tradicionalmente los japoneses utilizan los siguientes símbolos:

⊙ = Relación Fuerte	= 9 (10,7,5,3)
○ = Relación Moderada	= 3 (2)
◆ = Relación Débil	= 1
(Blanco)	= 0

5. LA CASA DE LA CALIDAD

La primera de las matrices que se construye para QFD se denomina "Casa de la Calidad" (Figura 1). Esta despliega los requerimientos y necesidades en la zona izquierda y las respuestas técnicas del equipo que satisfacen esos requerimientos y necesidades se ubicarán en la parte superior de la matriz. En general, la matriz está compuesta de varias submatrices que pueden interactuar entre sí, cada una de ellas contiene información que da estructura al producto o al proceso de diseño. La secuencia lógica para completar la matriz, además de una descripción simple de cada una de las partes, es la que se sugiere a continuación.

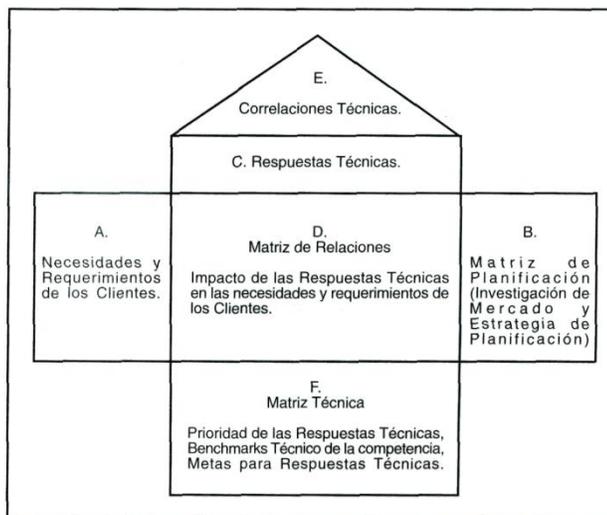


Figura 1. La Casa de la Calidad.

Sección A: Contiene una lista estructurada de los requerimientos y necesidades de los clientes (NC). La estructuración se logra comúnmente con investigación de mercado cualitativa.

Sección B: Contiene tres tipos de información:

- La importancia relativa de los requerimientos y necesidades para los clientes, además del nivel de satisfacción de dichas necesidades por la oferta actual, tanto de la organización como de la competencia.
- Las metas estratégicas de cumplimiento de las necesidades por parte del producto a diseñar.
- Cálculos que permitirán ordenar las necesidades que deben ser consideradas en el diseño.

Sección C: Contiene el idioma técnico de la organización (respuestas técnicas, RT), es decir, entrega una descripción a alto nivel del producto o servicio a desarrollar. Normalmente las RT son generadas a partir de las necesidades de la sección A.

Sección D: Matriz de Relación. Permite visualizar el nivel de satisfacción que entrega cada una de las RT a cada una de las necesidades y requerimientos de los clientes. Para lo anterior se compara cada relación RT v/s NC.

Sección E: Correlaciones Técnicas. Esta sección compara las RT entre sí de manera de identificar relaciones complementarias o conflictivas en el proceso de diseño y desarrollo, también permite que los miembros del equipo vean cómo los esfuerzos individuales pueden afectar el esfuerzo de otros. Además, indica las áreas donde es necesario realizar decisiones de balance comparativo, de manera de decidir a qué requisito se le entrega mayor prioridad.

Sección F: Esta sección también contiene tres tipos de información.

- Cálculos basados en las NC que permitirán ordenar las RT que deben ser consideradas en el diseño, tratadas en la sección B y la matriz de relación (Sec. D).
- Comparación de capacidades técnicas entre la organización y la competencia.
- Metas para las respuestas técnicas.

Es común que con la información recaudada a partir de la Casa de la Calidad, el diseño del producto tome forma, pero existen ocasiones en que es necesario ir más allá de este paso, ya sea porque no se conoce bien los pasos siguientes para el diseño o porque se trata de un producto completamente nuevo para la organización.

Si fuese necesario ir más allá, es necesario considerar que QFD ofrece opcionalmente la construcción de otras matrices que permitirán tomar decisiones a través del proceso de desarrollo del producto. Es por esto que a QFD se le conoce como una herramienta compuesta por fases donde la primera es la proporcionada por la Casa de la Calidad, y las siguientes por un grupo de matrices similares que cumplen con el desarrollo detallado del diseño.

6. CONSTRUCCION DE LA CASA DE LA CALIDAD

En el Anexo I se muestra la figura de la casa de la calidad del ejemplo desarrollado para el caso de una empresa de preparación y colocación de acero de construcción. Este ejemplo puede usarse como guía para seguir las instrucciones de construcción de la casa de la calidad.

6.1. Requerimientos y Necesidades de los Clientes

La primera sección corresponde a las necesidades y requerimientos de los clientes. Para obtener la “voz del cliente” es necesario seguir los siguientes pasos:

a) Obtención de la voz del cliente

La sección de necesidades de los clientes de la casa de la calidad contiene una lista estructurada de necesidades que los clientes desarrollan sobre un producto o servicio. Para recoger la información, se utilizan fuentes de información como las entrevistas con clientes o las quejas de ellos.

b) Clasificación de las Necesidades

Para el análisis de las entrevistas se recomienda la utilización de grupos múltiples, lo que significa estructurar un grupo multifuncional (de 4 a 6 personas) para leer y extraer de las entrevistas las necesidades mencionadas por los clientes. Lo ideal es que sean parte del equipo multifuncional que dirige la aplicación de QFD.

Cuando se obtienen las necesidades se procede a estructurarlas. Para ello se recomienda el uso de diagramas de árbol y afinidad, lo cual ayudará a tener las necesidades agrupadas en forma lógica y jerarquizada, para ser trasladadas a la CC.

En el ejemplo mostrado en el Anexo I las necesidades que alcanzaron mayor importancia para los clientes son:

- Coordinación con otras actividades para evitar Molestias
- Colocación Oportuna
- Cumplimiento de las normas y especificaciones vigentes para preparación y colocación del fierro
- Supervisión de nivel medio capaz de interpretar planos fácilmente y que ayuden al cumplimiento del programa
- Apoyo profesional para la supervisión
- Mantención de autocontrol en la colocación
- Detección de deficiencias y errores de planos antes de la ejecución del proyecto
- Cubicación total de planos estructurales
- Entrega de certificados de fierro a tiempo
- Que el profesional a cargo tenga conocimiento cabal de la obra
- Que el servicio tenga conocimiento cabal del proyecto de estructuras
- Preparación del material fuera de la obra

6.2. Matriz de Planificación

Esta sección ayuda al equipo a planificar estrategias para sus productos. Dentro de esta matriz existen principalmente siete tipos de información, la que puede provenir de los clientes como del equipo de desarrollo. Estas son:

- Importancia para el cliente: en esta columna se registra la relevancia que tiene cada una de las necesidades y requerimientos para los clientes.
- Satisfacción actual de las necesidades del cliente por la organización: corresponde a las percepciones que tienen éstos de cómo el servicio o producto actual que entrega la organización satisface sus necesidades, así como también, trata de conocer su percepción con respecto a los productos de la competencia. Esto corresponde a la empresa X en la Figura de la Casa de la Calidad (Anexo I)
- Satisfacción actual de las necesidades del cliente por la competencia: QFD, provee un método que permite registrar todas las fortalezas y debilidades de la competencia a partir de dos niveles. El primero corresponde a las necesidades y, segundo, a las respuestas técnicas que provee la organización. En el ejemplo del Anexo I se obtuvo información sobre tres empresas del rubro A, B y C.
- Metas Tasa de Mejoramiento: en esta columna, el equipo decide el nivel de satisfacción que ellos quieren alcanzar en el cumplimiento de las necesidades de los clientes. Las metas combinadas con la percepción de satisfacción de la organización, permitirá determinar la tasa de mejoramiento, que es uno de los multiplicadores más importantes para determinar, desde el punto

de vista de la organización, qué elementos son más importantes para los clientes.

- Sales Point: Indica las necesidades a cumplir que son más llamativas para los clientes. El hecho de satisfacer esa necesidad, hará que el producto tenga una mayor recepción por parte de ellos.
- Peso de las Necesidades: Es el resultado final de la matriz de planificación. Se calcula multiplicando los datos de la importancia para los clientes, la tasa de mejoramiento y los sales point (lo hace el equipo de desarrollo). Así se determinan las necesidades que deben ser satisfechas y a la vez entregar mayor valor al producto, de manera que el peso más alto corresponderá a la necesidad más importante que el equipo debe satisfacer.
- Peso Normalizado: Corresponde a un proceso de cálculo que permite visualizar el nivel de satisfacción porcentual de cada una de las necesidades.

6.3. Respuestas Técnicas (RT)

Esto se refiere a que la organización traducirá el lenguaje expresado por los clientes en sus necesidades, en el lenguaje técnico conocido y manejado por la organización. El equipo de desarrollo usa las RT para describir el producto o servicio de una manera abstracta.

En nuestro ejemplo, considerando los requerimientos anteriores, se prosiguió en la determinación de las respuestas o elementos prioritarios al momento de definir el servicio:

- Planificación y Coordinación
- Tipo de Contrato
- Capataz
- Registro de atraso por obra
- Programa de M.O.
- Cumplimiento de normas
- Servicio de Cubicación
- Asesor profesional de Terreno
- Gerente Técnico

Una vez determinados los elementos claves a considerar en el servicio, se procedió a desarrollar en detalle estos elementos, algunos resultados de esta etapa son los siguientes:

Planificación y Coordinación

- Desarrollar un plan para la cubicación, preparación, transporte, colocación y solución de problemas en forma oportuna de manera de reducir al máximo los atrasos de la obra.
- Mantener una relación permanente con la obra para desarrollarse dentro de los programas establecidos

Capataz

- Debe ser capacitado para la función que debe cumplir, poseer experiencia, debe estar a cargo del servicio y no de subcontratistas, capacidad de mando.
- Capacitado en preparación, colocación y asuntos de Seguridad.

Programa de M.O.

- Mantención del mínimo de personal a cargo del servicio. Esto conlleva a realizar una muy buena planificación de los programas de personal para las distintas obras en las que se este trabajando.

6.4. Matriz de Relaciones

En esta sección se ven las relaciones entre las respuestas técnicas y las necesidades de los clientes. Esta matriz facilita la visibilidad de la información.

Para representar las relaciones, se debe especificar la relación que existe entre cada respuesta-necesidad. La calificación de las relaciones se basa en lo siguiente:

- El cumplimiento de una necesidad del cliente “no está relacionado” con la respuesta técnica. Un cambio en la respuesta técnica no se verá reflejado en el cambio del nivel de satisfacción de la necesidad.
- El cumplimiento de una necesidad del cliente “está posiblemente relacionado” con la Respuesta Técnica, los cambios significativos en estas, producen algún cambio en el nivel de satisfacción en las necesidades.
- El cumplimiento de una necesidad del cliente “está moderadamente relacionada” con la Respuesta Técnica, un cambio en ésta, afectará notablemente el nivel de satisfacción del cliente.
- El cumplimiento de una necesidad del cliente “está fuertemente relacionado” con la Respuesta Técnica, un cambio pequeño en ésta, puede producir un cambio grande en el nivel de satisfacción.

Lo anterior puede llevarse a una tabla donde se expresa el nivel de relación y los símbolos y valores asociados a ellos.

Símbolo	Significado	Valor numérico	Otros valores
	No relacionado	0	
▲	Posiblemente relacionado	1	
○	Moderadamente relacionado	3	
⊙	Fuertemente relacionado	9	10,7,5

Una vez que la matriz ha sido completada, corresponde determinar el nivel de priorización de cada una de las respuestas técnicas. Para lograr esto es necesario utilizar algunas técnicas simples de aritmética. Luego se multiplica el valor numérico asociado a una alta relación (Technicomp 1989), por el peso normalizado de la necesidad A. El resultado se escribe sobre la diagonal de la celda. Una vez que se han calculado todas estas multiplicaciones

se suman los valores de cada columna registrándolas en la parte inferior de la matriz. Estos valores son denominados "contribuciones" de la casa de la calidad a la satisfacción de los clientes. Las mayores contribuciones, representan a las respuestas que lograrán una mayor satisfacción de los clientes, por lo tanto, son los que el equipo debería implementar en su diseño.

6.5. Correlaciones Técnicas

Las correlaciones técnicas permiten al equipo desarrollar sus áreas de comunicación y colaboración y ver cómo cada uno de ellos puede relacionarse con los demás.

Esta sección entrega un mapa de interrelación e interdependencia entre las respuestas técnicas. La relación que se desea determinar en esta sección es ver cómo influye una respuesta sobre otra.

Uno de los beneficios más importantes de la sección correlaciones técnicas, es que indica cuáles miembros del equipo deben comunicarse durante el desarrollo del proceso. En general, el techo de la casa de la calidad muestra el impacto del trabajo de una respuesta técnica sobre otra.

6.6. Benchmarks Competitivo

Benchmarks Competitivo es el proceso por el cual se examina a los productos o servicios de la competencia y se compara con los de la organización, con el objetivo de decidir mejoras para nuestro producto o servicio. En términos más comunes, consiste en sacar lo mejor de la competencia y adaptarlo a nuestros productos.

Es un tipo de investigación que permitirá a la organización fijar las metas de sus respuestas técnicas. Lo importante es saber a cuáles elementos es necesario aplicarle benchmarks. Para el caso de la casa de la calidad estos elementos son las respuestas técnicas.

6.7. Metas

Las metas corresponden a los niveles que se desea llevar a cada una de las respuestas técnicas. Existen diversas metas, algunas numéricas y otras que representan funciones y subfunciones.

7. ANALISIS DE LA CASA DE LA CALIDAD

Existen varias formas de verificar inconsistencias y desacuerdos al ver una Casa de la Calidad, para lo cual es conveniente que el equipo realice los siguientes pasos de análisis antes de tomar cualquier decisión. Verificar las relaciones cuidadosamente, de manera de ver la existencia de filas o

columnas vacías, las cuales indican la existencia de datos incompletos, puesto que una fila vacía implica que el requerimiento del cliente no ha sido traducido en una respuesta técnica, para lo cual el equipo deberá especificar una respuesta que asegure el cumplimiento de la demanda del cliente.

Una columna vacía significa que una respuesta técnica ha sido especificada sin su correspondiente requerimiento del cliente, lo cual puede finalizar con la eliminación de dicha respuesta. También se puede dar el caso de que sólo existen

algunas relaciones muy débiles en algunas filas o columnas, lo cual puede indicar inconsecuencias similares a las de filas o columnas vacías.

Revisar los datos competitivos para los conjuntos de requerimientos del cliente y respuestas técnicas, dado que una alta calificación de los requerimientos del cliente debe implicar una alta calificación en la respuesta técnica más relacionada, o viceversa. También se recomienda analizar los requerimientos de los clientes que no son cumplidos en forma satisfac-

toria por la competencia, debido a que esto permitirá encontrar una ventaja competitiva.

Otra recomendación importante que se puede hacer es que no es conveniente enfocar el estudio completo a una gran cantidad de requerimientos, dado que aquí no funciona la idea de mientras más grande mejor, lo ideal es enfocarse en unos pocos requerimientos, los cuales deben ser claves para el mejoramiento considerable del producto para los ojos del consumidor. Tampoco es necesario utilizar todos los elementos mencionados anteriormente en la Casa de la Calidad, sino que es posible omitir algunos y agregar otros que para su estudio en particular puedan agregar mayor valor.

7.1. Las cuatro fases de QFD

De acuerdo al enfoque norteamericano, para realizar un estudio completo de QFD, es necesario completar cuatro fases, siendo la primera de éstas la Casa de la Calidad o fase de planificación del producto. Las fases siguientes son:

- fase dos o diseño del producto,
- fase tres o planificación del proceso y
- fase cuatro o planificación del proceso de control.

Sin embargo, un estudio de QFD puede ser considerado completo cuando las metas son cumplidas. La mayoría de las empresas norteamericanas han completado sólo la primera fase de QFD en sus estudios.

Completar sólo la Casa de la Calidad puede producir resultados valorables. Los equipos invariablemente aprenden nuevas cosas sobre sus clientes y sus propios productos o servicios. La participación de individuos de distintos grupos funcionales en épocas tempranas del diseño, usualmente mejora

	Respuesta Técnica X	Respuesta Técnica Y		Peso	Peso Normalizado
Necesidad A	3.9 ⊙	0.4 ▲		15	0.43
Necesidad B	1.7 ○	0		20	0.57
Contribuciones	5.6	0.4		3.5	
Contribuciones Normalizadas	0.93	0.07		6.0	

Figura 2. Simbología Matriz de Relaciones.

la comunicación, de modo que los problemas potenciales pueden ser identificados y resueltos con anterioridad.

Puede surgir que en la práctica sea necesario continuar con las otras fases, completando el proceso de QFD por los siguientes motivos:

- el producto o servicio requiere mayor o mejor definición,
- necesita detalles adicionales para asegurar una mejora significativa,
- los requerimientos técnicos nombrados en la Casa de la Calidad no pueden ser ejecutados en forma consistente.

A continuación presentaremos brevemente las fases que siguen a la Casa de la Calidad:

7.2. Fase 2: Diseño del Producto

La meta de esta fase es traducir las respuestas técnicas claves obtenidas en la Casa de la Calidad en partes características específicas, donde éstas son ítems tangibles que eventualmente componen un producto. Aquí se encuentran materias primas o subsistemas.

La forma de desplegar esta fase es muy similar a la fase de planificación, dado que se utiliza una matriz muy similar a la de la Casa de la Calidad, en la parte izquierda se colocan las respuestas técnicas claves encontradas en la fase anterior, con sus valores meta y grado de importancia, en la parte superior de la matriz se ubicarán los elementos y partes características que se encuentren. La idea es trabajar de manera similar a como se hizo en la Casa de la Calidad, para lo cual se va de menor a mayor detalle, utilizando diagramas de afinidad y árbol. Una vez encontrada las partes características se completa la matriz con los mismos símbolos anteriores. De esta fase se obtienen las partes características más importantes y las que presentarán mayores cambios a la producción.

Una vez finalizada la determinación de partes características del producto, incluyendo la importancia y valores meta de cada una, se da paso a otra fase de QFD que es la Planificación del Proceso (Fase 3).

7.3. Fase 3: Planificación del Proceso

La meta de esta fase es definir cómo se lograrán las partes características de la fase anterior, es decir se determinará el proceso y tecnología a utilizar. Se construye un diagrama de flujo de proceso detallado, incluyendo equipo necesario, flujo de materiales, mano de obra, etc.

Se utilizan los mismos símbolos para determinar las relaciones entre las partes características, contra los procesos que permitirán obtener los productos.

Es conveniente, para mantener un buen desarrollo de esta fase, que se utilice el modelo de falla y análisis de efecto (FMEA). Un proceso de FMEA es un estudio estructurado para identificar procesos de falla en el proceso global. En otras palabras, esto quiere decir que es un listado de todas las posibles causas de falla, y de como cada falla afectaría el resultado de la función del producto o satisfacción del cliente. Los modos de falla son cuantificados, lo cual ayuda a priorizar esfuerzos para prevenir o minimizar su ocurrencia.

La matriz puede ser obviada si el o los procesos involucrados son bien entendidos por la empresa, en cambio se requiere completar esta matriz si los procesos resultan complejos, si el estudio involucra muchas partes, con muchos procesos comunes y muchas partes características que es necesario evaluar. También se recomienda el uso de la matriz para procesos continuos donde existe un alto grado de interacción entre los pasos relacionados a partes características singulares.

7.4. Fase 4: Planificación del Proceso de Control

La meta de esta fase es decidir cómo se mantendrán, en forma consistente, las características claves del proceso. La idea no es determinar qué características controlar, sino el grado de control.

Aquí también se utiliza una matriz de características similares a las anteriores donde nuevamente las entradas serán las partes claves, características claves y los procesos involucrados. Las salidas serán los planes para controlar las características del proceso, incluyendo aspectos de requerimientos de planificación, métodos de control e inspección que sean necesarios para una parte característica. Además incluye una

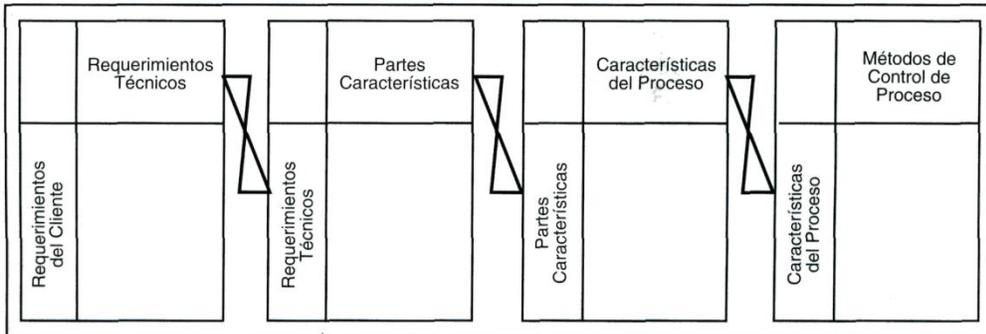


Figura 3. Matrices Vinculadas.

enumeración de herramientas de prueba o medición, y personas responsables. La Figura 3 muestra una posible configuración de matrices posteriores a la casa de calidad, además de mostrar la vinculación que existe entre cada una de ellas.

Un ejemplo donde es posible ver la incidencia de las cuatro fases corresponde a una aplicación de la metodología de QFD en Construcción de edificios habitacionales prefabricados. (Shiino y Niishihara, 1987). En este

ejemplo pueden identificarse claramente las 4 fases del QFD recién descritas. Es así como en la fase de diseño, en base a la opinión de propietarios de viviendas, se ponderaron una serie de características de calidad de la oferta de estas viviendas prefabricadas, de las cuales una de las más importantes resultó ser la aislación acústica. Esta característica de calidad de la oferta (y otras) permitieron identificar un tipo especial de panel utilizado como material estructural, además este fue identificado como un componente crítico de la vivienda. (Fase de detalle). Luego se determinaron características críticas del panel para el proceso de Manufactura-Construcción, que en este caso particular eran roturas (fase de proceso). Finalmente, se identificaron las etapas del proceso de manufactura del panel en que podían producirse roturas (fase de producción). Todo esto permitía realizar un QC (Quality Chart), que no es más que una tabla en la que se describe el proceso de Construcción del panel y que contempla puntos de control específicos en aquellas etapas de la manufactura en que se producen los problemas de calidad más importantes.

La Tabla 1 permite identificar las partes más significativas de cada una de las matrices. Como se puede apreciar, QFD es una herramienta que permite desarrollar prioridades de un proyecto a distintos niveles de la etapa de desarrollo, considerando siempre un conjunto de prioridades de mayor jerarquía (Requerimientos y Necesidades del Cliente, NC).

A modo de resumen, puede decirse que QFD permite desarrollar un producto a partir de los requerimientos y necesidades que los clientes presentan y, a partir de éstas, continuar con el proceso de diseño sin perder de vista, en ningún punto del desarrollo, la voz de los clientes.

Tabla 1. Modelo Clásico de QFD.

MATRIZ	QUE's	COMO's
Casa de la Calidad.	Voz del Cliente.	Medidas Técnicas de Desempeño.
Matriz de Diseño de Subsistemas.	Medidas Técnicas de Desempeño.	Partes Características.
Matriz de Diseño de Partes.	Partes Características.	Parámetros del Proceso.
Matriz de diseño del Proceso.	Parámetros del Proceso.	Operaciones de Producción.

8. RESUMEN Y CONCLUSIONES

En esta investigación se diseñaron encuestas y entrevistas, cuyo objetivo inicial fue la exploración de necesidades en el sector de la construcción, con el fin de identificar las áreas de interés para el posterior diseño de algún o algunos productos o servicios que permitieran validar la metodología sugerida. Para el diseño se implementó una metodología basada en una herramienta llamada Despliegue de la Función de Calidad o "QFD", su utilización necesitó la colaboración de técnicas de mercado, tanto para la investigación como en el análisis de datos. Durante el desarrollo de la investigación, nuevamente fue necesario diseñar encuestas y entrevistas, pero ahora con un enfoque en las áreas de interés. Para la elaboración del

diseño, que más representa las necesidades y requerimientos de los clientes, se recurrió también a la utilización de técnicas para la medición de percepciones y preferencias.

La implementación de QFD es necesariamente un proceso y como toda herramienta de calidad sólo es efectiva si la cultura corporativa está preparada para aceptarla. Se requiere una cultura de:

- Orientación al cliente
- Participación activa de todos los integrantes de la empresa
- Trabajo en equipo
- Mejoramiento continuo

Este proceso es continuo y sostenido y la misma utilización de la metodología va fomentando las condiciones para lograr la cultura que ella exige. De allí la importancia de incorporarla como parte normal de las actividades de la empresa y realizarla en forma sistemática como actividad de rutina. De esta manera no es sólo una herramienta para la planeación de productos, también puede ser agente para el cambio organizacional.

Dada su gran flexibilidad, no existen reglas fijas ni recetas. No sólo el proceso para su construcción sino también los símbolos, líneas y configuraciones a utilizar deben ser aquellas que mejor se adapten al grupo en particular (su idiosincrasia, lenguaje, manera de trabajar) y el producto que se diseña. Se debe resistir la tentación de hacer modelos muy complejos, para que pueda ser manejable y entendible. Se debe dar prioridad a las partes y funciones más riesgosas, aquellas que tengan mayor potencial de mejorar y/o convertirse en una ventaja competitiva.

Son indispensables en el uso de esta metodología el buen criterio, la creatividad y el trabajo en equipo interfuncional e interdisciplinario. Un gran aporte de "QFD" es promover el trabajo en equipo, con el que se logra una sinergia de ideas tan fundamental en decisiones trascendentales como lo es el diseño de los productos con que una empresa compete.

• Ventajas

⇒ Minimiza los problemas de comunicación y permite reducir los problemas de interpretación en las características del producto, en los requerimientos del proceso u otros aspectos del desarrollo.

⇒ Reduce los ciclos de desarrollo, debido a que minimiza los cambios frecuentes en el diseño, esto gracias a su enfoque, desde un principio, en el cliente.

⇒ Evita los cambios de opinión personales, pues ayuda a que los integrantes de los equipos de trabajo tomen decisiones por consenso, los acuerdos se toman una vez alcanzado el consenso.

⇒ No mantiene los equilibrios tradicionales, dado que estos comúnmente están en conflicto. Entiéndase por equilibrios tradicionales a los existentes entre Calidad, Tiempo y Costos. Esto se

debe a que la metodología augura un producto o servicio de calidad en un tiempo menor y por ende a un costo de diseño menor. Todo esto avalado por lo mencionado anteriormente.

⇒ Produce una mayor satisfacción en el cliente, dado que entrega productos y servicios de mayor calidad y confiabilidad.
⇒ Permite conocer el desempeño de la competencia, si ésta existe.

⇒ Es una metodología flexible que puede ser adaptada a cualquier situación individual.

⇒ Reúne a un grupo multifuncional en etapas tempranas del desarrollo de un producto o servicio, logrando de esta forma una penetración mayor de la empresa.

⇒ Ayuda a enfocar tiempo y esfuerzo en áreas claves, las que a su vez permitirán obtener ventajas competitivas.

⇒ Permite sistematizar el entendimiento de las necesidades de los clientes.

⇒ El proceso de obtener información de los clientes, permite enfocar con mayor claridad sus necesidades. Además, permite al equipo de desarrollo entenderlas.

• Desventajas

⇒ Si la metodología no es aplicada correctamente puede producir grandes problemas en el diseño.

⇒ Si no existe un compromiso por parte de todos los componentes que intervienen en el diseño resulta difícil su aplicación.

⇒ En general resulta complicado diferenciar entre necesidades de los clientes y soluciones que ellos presentan como necesidades.

⇒ El proceso de completar la matriz puede resultar muy laborioso.

⇒ La sensibilidad de la metodología en la variación del peso tanto de las necesidades, como de las respuestas técnicas puede causar incerteza.

⇒ Es posible que al interior del grupo se den diferencias de percepción que son difíciles de soslayar, para lo cual es necesario un director de grupo con la habilidad para dirigir las discusiones.

⇒ Es posible que los clientes no estén en conocimiento de las necesidades que ellos presentan ante un determinado producto o servicio, para lo cual sea necesario una investigación más laboriosa.

El principal beneficio de esta herramienta es que lleva a la gente a pensar en la dirección correcta, a centrar la atención en lo que es más importante y a pensar en conjunto, promoviendo el cuestionamiento de los productos y procesos actuales en función de la satisfacción de los clientes. EL QFD es un método muy útil para conocer en detalle el negocio en el que se está inserto y además lo logra en corto tiempo. Aunque no necesariamente todo lo aprendido debe ser buenas noticias.

La metodología presentada permite desarrollar el diseño de cualquier producto que este orientado a las necesidades y requerimientos del cliente, para lo cual podemos considerar como productos, en el caso de la construcción, a elementos prefabricados, proyectos inmobiliarios completos o partes de estos, además de un sinnúmero de servicios asociados a la construcción. Todo este desarrollo se alcanza a través de una estructura clara y ordenada.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a las empresas que colaboraron en este estudio y a su personal, por su apoyo y dedicación. Sin su ayuda no habría sido posible el logro de los objetivos de este estudio.

REFERENCIAS

AAKER AND DAY, 1996. "Investigación de Mercados", Ed. Mc Graw-Hill Tercera Edición.

AKAO Y. 1988, "Quality Function Deployment, Integrating Customer requirements into Product Design." Editorial: Productivity Press.

BOSCH M., Otoño 1997. "Apuntes del Curso de Marketing, código IN77N o IN784," Depto. Ingeniería Industrial U. De Chile.

BRUGADA M.F., Julio 1995, "Estudio de la casa de la calidad a través de una aplicación no tradicional." Tesis para optar al grado de Magister en ciencias de la ingeniería, Mención Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile.

FERREL, S.F. Y W.G. FERREL JR. 1994, "Using QFD in Business Planning at a small Appraisal Firm". The Appraisal Journal, Vol 62, N° 3, July, pp 382-390.

GRIFFIN A. Y HAUSER J.R., 1993, "The Voice of the Customer", Marketing Science, vol 12, n° 1, Winter, pg.1-27.

GUINTA, L.R. Y PRAIZLER, 1993, "The QFD Book, the team approach to solving problems and satisfying customer." AMACOM.

HAUSER J.R. Y CLAUSING, 1988, "The House of Quality," The Harvard Business Review, May-June, N° 3, pp 63-73.

HUOVILA P. Y LAURIKKA P., 1995, "Involvement of Customer Requirements in Building design." En "Lean Construction", editor Alarcón L., Editorial Balkema. 1997 Pág 403-417.

JURAN J.M, 1989, "Juran y el Liderazgo para la Calidad, un manual para directivos." Ediciones Díaz de Santos, S.A.

OSWALD T. & BURATI J. (1993). "Adaptation of Quality Function Deployment to Engineering and Construction Project Development". Clemsom University Editorial: CII, Construction Industry Institute.

TECHNICOMP, INC. 1989. "Instructor's Guide. Quality Function Deployment." Editado por Technicomp (Technical Competence Through Training).

Oscar Muro Avilés

Ingeniero Civil, Ms.Cs.

Universidad de Chile.

Gerente, Sistemas de Productividad y Gestión S.A.

(SPG S.A.)

Luis Fernando Alarcón Cárdenas

Ingeniero Civil, Ms.Cs., Ph.D.

Profesor Departamento de Ingeniería

y Gestión de la Construcción,

Pontificia Universidad Católica de Chile.

e-mail: alarcon-cardenas.1@osu.edu

