

# APLICACIÓN PRÁCTICA DEL MÉTODO DE DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD (QFD) AL DISEÑO DE UN BANCO DE ENSAYOS DIDACTICOS

Leandro Reartes – Sergio Gangi – Daniel Pontelli

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales – Laboratorio de Ingeniería y Mantenimiento Industrial - Universidad Nacional de Córdoba

leandro.reartes@gmail.com - sergio.gangi@hotmail.com - dpontelli@gmail.com

**Palabras Clave:** Despliegue de la Función de Calidad – Diseño – Banco de Ensayos Didácticos

## RESUMEN EXTENDIDO

### 1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.

En la formación de ingenieros, como en toda carrera universitaria de grado, es clave la realización de actividades prácticas que favorezcan el desarrollo de competencias profesionales específicas. Este aspecto se hace más notorio en las asignaturas que tienen un perfil técnico como es el caso de la materia Mantenimiento Industrial. Para cubrir este requisito, en el departamento de Producción de la Facultad de Cs. Exactas, Físicas y Naturales de la UNC se decide desarrollar un Banco de Ensayos Didácticos (BED) que permita a los alumnos conocer las fallas de los equipos a través del análisis de los espectros vibratorios que cada desperfecto produce mediante simulación de condiciones mecánicas o eléctricas anómalas.

Al abordar el diseño de este equipo, surge que las especificaciones son vagas y difusas. El usuario expresa con sus palabras las funciones esperadas del artefacto y es normal que estas carezcan del orden y la especificidad técnica necesaria para que el proceso de diseño satisfaga los objetivos buscados. Este trabajo muestra cómo se aborda esta dificultad y propone para lograr la calidad del diseño, una técnica de manejo de información llamada Despliegue de la Función de la Calidad.

### 2. HERRAMIENTA DE DISEÑO

La tarea de diseñar es un proceso en el que se va aproximando a la solución ideal a través de sucesivas iteraciones de síntesis de una propuesta, su análisis y optimización (Budynas y Nisbett, 2008). El método *Quality Function Deployment* (QFD) o Despliegue de la Función de Calidad es una herramienta que permite desarrollar un diseño de calidad orientado a satisfacer al cliente. Interpreta la necesidad del usuario y la traduce en especificaciones que debe cumplir el producto y el proceso para alcanzar los objetivos de calidad que se utilizarán a lo largo de la fase de producción. Es una manera de asegurar la calidad del producto final, aun cuando el mismo este en la etapa de diseño. (Akao, 1990). El método utiliza como medio de desarrollo una serie de matrices relacionadas que representan un aspecto específico de los requisitos del producto y del proceso que lo elabora.

Este trabajo se basa en el enfoque de cuatro fases del QFD (Jaiswal, 2012) pero lo aplica de modo particular ya que se utilizan solo las dos etapas iniciales. La primera se orienta a la planificación del producto y permite traducir los requisitos del cliente en especificaciones técnicas del producto (Fig.1.a). La segunda transforma esas especificaciones en características claves para el

diseño de los componentes del producto (Fig.1.b). Las demás etapas en este caso no se aplican en este trabajo en razón de que están vinculadas con los procesos de transformación productiva y este es un producto único que no requiere de procedimientos complejos, solo ensamble. Las etapas utilizan estructuras similares de análisis llamadas Casa de la Calidad (*House of Quality, HQ*) (Fig.1a y 1b) y permite vincular los *inputs* (necesidades) y los requerimientos del diseño en la primera etapa o las características de componentes en la segunda. Están vinculadas entre si ya que el resultado de la primera alimenta la segunda.

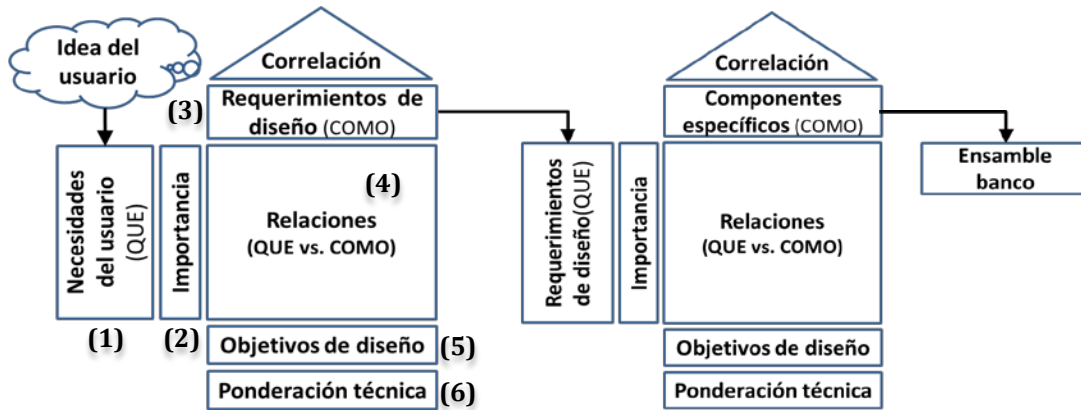


Fig. 1a. Planificación del producto

Fig.1b Planificación de componentes

### 3. RESULTADOS OBTENIDOS

En este trabajo se muestra el resultado del método aplicado a la etapa de planificación del producto ya que la mecánica se reitera en las otras etapas. Para conocer las necesidades del usuario (ver (1) en Fig. 1a.) se trabaja en un grupo focal con los docentes encargados de la materia. Las respuestas que surgen deben ser condensadas y luego, mediante la técnica diagrama de afinidad, se logra identificar dos tipos de requisitos: los requerimientos, que deben lograrse taxativamente y los requerimientos deseados, que son los deben cumplirse en la medida de lo posible pero no son obligatorios. Haciendo foco en los primeros se puede sintetizar en la Tabla 2:

Requerimientos	Descripción	Conceptos
<b>De uso</b>	Establece relación usuario-equipos	El banco debe ser seguro, transportable, confiable y de bajo mantenimiento
<b>De función</b>	Reflejan los principios físicos técnicos de funcionamiento	El banco debe permitir realizar varios ensayos y configuraciones, además de posibilitar futuras ampliaciones. A la vez debe ser atractivo, es decir que debe presentar buenas terminaciones
<b>Estructural</b>	Referidos a los componentes, partes y elementos de un producto	El banco debe ser estable, modular, desarmable y resistente
<b>Técnico productivo</b>	Relación con los medios y métodos de manufactura de diseño.	Empleo de material de calidad y obtención de buena precisión fijando tolerancias de mecanizado reducidas.
<b>Formal</b>	Refieren a estos la relación vinculadas a la forma del objeto.	Expresa la percepción del diseño por el usuario, la adecuada captación del producto o sus componentes.

Tabla 2: Descripción de los requerimientos del cliente

Ahora se debe dar la importancia a estos requerimientos mediante pesos  $U_i$  (ver (2) en Fig. 1a.). Para ello se utiliza la escala de 1, para la poca importancia o débil, 3 para una importancia media y 9 establecida para una gran importancia o fuerte. Con la técnica de grupo focal los participantes discuten el nivel de sus necesidades.

El siguiente paso consiste en determinar los requisitos de diseño, los “como” se van a satisfacer los “que”. Esta matriz recopila las características técnicas resultantes de la etapa de análisis. (ver (3) en Fig. 1a.). Se define esta nueva matriz, que responde “los que” del usuario, con los siguientes requerimientos de diseño:

Requerimientos de uso: Estas características expresan la interacción del banco y el usuario. Se satisfacen con las siguientes especificaciones: 1: ligero de peso, 2. dimensiones del banco reducidas y 3. protecciones mecánicas y eléctricas. Requerimientos de función. Responden a características de funcionalidad del banco, y se obtienen con: 1. elementos estándar, 2. ensayos posibles y 3. diseño modular. Requerimientos técnicos-productivos. El banco debe tener tolerancias fijadas reducidas, esto significa que el diseño deberá ser preciso y cumplir con tolerancias definidas. Requerimientos formales. Se satisfacen a partir del cumplimiento de los requerimientos anteriores. El diseño atractivo se obtiene en gran parte, al cubrir las necesidades del usuario con los aspectos de uso, funcionales, técnico-productivo.

Ahora corresponde relacionar las matrices de necesidad del usuario (2) con la de requerimientos del diseño (3) en la matriz relaciones (4), que es el centro de la HQ. La asignación de los coeficientes entre “los qué” y “los cómo” se completan de acuerdo a los distintos niveles de relación existente entre estos. Para ello se utiliza la escala 1, 3 y 9 (propia del método) donde nuevamente el grupo focal participa para la valoración de los pesos de los “como”  $V_j$ .

La matriz de objetivos del diseño (ver (5) en Fig. 1a.) contiene especificaciones concretas de los requerimientos de diseño.

En cuanto a la ponderación técnica de la matriz (6) se logra normalizando el resultado de las combinaciones lineales de las columnas  $RD_j$  y de esta manera se obtiene un peso relativo. En la siguiente expresión  $n$  indica la cantidad de necesidades del usuario.

$$RD_j = \sum_{i=1}^{i=n} U_i V_j$$

En la Tabla 4 se muestra la Casa de la Calidad aplicada a la planificación del producto en la que se obtiene la jerarquización de los requerimientos por combinación lineal por columnas y posterior normalización.

Reque - rimientos	Necesidades del usuario
De uso	Seguro para operar y manipular
	Transportable
De función	Múltiples configuraciones
	Posibilidad de futuras ampliaciones
Técnico productivo	Diseño preciso
Formales	Diseño atractivo

Tabla 3: Resumen requerimientos y necesidades

Requerimientos del usuario	Necesidades del usuario	Pesos	Requerimientos del diseño (RDj)						
			Ligero de peso	Dimens. restringidas	Protecciones mecánicas y eléctricas	Armado con elementos estándar	Cantidad de ensayos posibles	Diseño modular	Tolerancias reducidas
De uso	Seguro para operar y manipular	9	1	1	9	0	0	0	0
	Transportable	3	9	9	0	0	0	3	0
De función	Múltiples configuraciones	9	0	0	0	0	9		0
	Posibilidad de futuras ampliaciones	3	0	0	0	9	0	3	0
Técnico productivo	Diseño preciso	9	0	0	0	0	0	0	9
Formales	Diseño atractivo	9	1	3	3	3	9	3	
			< de 60 kg	Altura: 1100 mm Ancho: 800 mm	Según Decreto Reglam. 351/79	Suministro comercial	Mínimo 5	Módulos intercambiables	Tol. Lineal: 0,1 mm Tol. Radial Ra: 1,8 $\mu$
RDj			45	63	108	54	162	45	81
			8%	11%	19%	10%	29%	8%	15%
			6	4	2	5	1	6	3

Tabla 4: Casa de la calidad con la jerarquización de los requerimientos de diseño

La jerarquización de los requisitos permite a los diseñadores tomar decisiones más ajustadas a las necesidades del usuario y racionalizar recursos.

#### 4. CONCLUSIONES

La utilización de la herramienta QFD en el desarrollo de este equipamiento tecnológico didáctico permitió estructurar la información y desarrollar un proyecto enfocado en las necesidades del usuario.

La aplicación de la metodología guió al proceso de diseño, permitió aclarar y fortalecer las ideas preliminares y redujo el número de iteraciones necesarias para lograr un objeto adecuado.

Se presentó como un instrumento eficaz que complementó a las disciplinas tecnológicas en la toma de decisiones a la hora de definir un producto o un proceso, sobre todo cuando los recursos son limitados y los plazos reducidos.

Permitió construir el banco con mínimos recursos y realizar las experiencias propuestas en el programa de la asignatura.

#### 5. REFERENCIAS

- AKAO, Y. (1990): Quality Function Deployment: Integrating Customer Requirements into Product Design. Productivity Press. Cambridge, MA. EE.UU
- BUDYNAS, R. Y NISBETT, K. (2008): Diseño en Ingeniería Mecánica. Mc Graw Hill. México DF.
- JAISWAL, E. S. (2012): "A case study on Quality Function Deployment (QFD)". IOSR. Journal of Mechanical and Civil Engineering. Volume 3, Nº 6 (Nov-Dec. 2012), pp. 27-35