

## Apéndice I

### LAS TÉCNICAS AUXILIARES DE LA METODOLOGÍA DEL VALOR

#### ÍNDICE

I.1. Introducción .....	3
I.2. Procedimientos de preparación del estudio del valor .....	6
I.2.1. Entrevistas y registros .....	6
I.2.2. Análisis de la documentación .....	6
I.2.3. Cuestionarios .....	6
I.2.4. Informes postconstructivos y postocupacionales (POE/PPE reports) .....	6
I.2.5. Presentación y explicación del VM .....	7
I.2.6. Presentación de los participantes .....	7
I.2.7. Visita al emplazamiento del proyecto .....	7
I.2.8. Visitas a las instalaciones y medios de producción .....	7
I.2.9. Análisis del entorno .....	7
I.2.10. Análisis de los agentes del proyecto (stakeholder analysis) .....	7
I.2.11. Análisis de los promotores del proyecto .....	8
I.2.12. Análisis de coste/calidad/plazo .....	8
I.2.13. Lluvia de ideas sobre los aspectos relevantes del proyecto (Brainstorm issues & group) .....	8
I.2.14. REDReSS .....	9
I.2.15. Análisis SWOT .....	9
I.2.16. Confección de sumarios e informes .....	9
I.3. Técnicas e instrumentos de análisis .....	10
I.3.1. El análisis funcional .....	10
I.3.2. Técnicas e instrumentos auxiliares de análisis funcional .....	11
I.3.2.1. Búsqueda natural o intuitiva .....	11
I.3.2.2. Método de integración con el entorno exterior .....	11
I.3.2.3. El diagrama FAST .....	11
I.3.2.4. Métodos de análisis estructurado .....	13
I.3.2.5. Matrices funcionales .....	13
I.3.2.6. Análisis de disfunciones .....	13
I.3.2.7. Diagramas de proximidad .....	13
I.3.2.8. Árboles de relaciones y arborescencias funcionales y técnicas .....	14
I.3.2.9. Pliego de condiciones funcionales .....	14
I.3.2.10. Esquemas y cuadros funcionales .....	14
I.3.3. Otras técnicas de apoyo metodológico al análisis funcional .....	14
I.3.3.1. Análisis de impacto transversal (Cross-impact analysis) .....	14
I.3.3.2. Análisis de impacto (Impact analysis) .....	15
I.3.3.3. Línea estratégica de plazos (Strategic Time Line) .....	15

I.3.3.4. Diagrama lógico funcional (Function Logic Diagram) .....	15
I.3.3.5. El diagrama de flujo (Process Flowcharting) .....	15
I.3.3.6. Análisis de Coste vs Valor .....	16
I.3.3.7. Análisis de Pareto e histogramas de coste .....	16
I.3.3.8. Otras técnicas e instrumentos aplicables .....	16
I.4. Técnicas e instrumentos utilizados en la fase de creatividad .....	17
I.4.1. El Brainstorming .....	17
I.4.2. La morfología (Morphological analysis) .....	18
I.4.3. La sinéctica .....	18
I.4.4. El método DELPHI .....	18
I.4.5. El método Gordon (The Gordon Technique) .....	19
I.4.6. El pensamiento lateral .....	19
I.4.7. Listado de atributos (Attribute Listing Technique) .....	20
I.4.8. Phillips 66 Buzz Session .....	20
I.4.9. La metodología “TRIZ” .....	20
I.4.10. El método Crawford .....	20
I.4.11. Otras técnicas de creatividad .....	21
I.5. Técnicas e instrumentos de medida y evaluación .....	22
I.5.1. Métodos cuantitativos de medida del valor .....	22
I.5.1.1. Métodos de clasificación .....	22
I.5.1.2. Valoraciones sucesivas .....	23
I.5.1.3. Método de comparación por pares .....	23
I.5.1.4. Estimación directa de la magnitud .....	24
I.5.1.5. Escala según categorías .....	24
I.5.1.6. Análisis de criterios o matriz de decisión .....	24
I.5.1.7. Modelos de puntuación y evaluación por puntos .....	25
I.5.1.8. Índice de valor .....	25
I.5.1.9. Preguntas SI/NO .....	25
I.5.1.10. Método Kepner-Traegoe .....	25
I.5.1.11. Clasificación cruzada - matrices de comparación .....	26
I.5.1.12. Weighted matrix o matriz de pesos .....	26
I.5.1.13. Análisis conjunto (Conjoint Analysis) .....	26
I.5.2. Técnicas cualitativas de visualización del valor .....	26
I.5.2.1. Votación según la ley de Pareto .....	26
I.5.2.2. Votación clasificada según la ley de Pareto .....	27
I.5.2.3. Q-Sort .....	27
I.5.2.4. Lista de ventajas y desventajas .....	27
I.5.2.5. Silencio significa “no” .....	27
I.5.2.6. Etiquetas coloreadas .....	27
I.5.2.7. Championing o liderazgo .....	28
I.5.2.8. Factible técnicamente/ viable económicamente / aceptable funcionalmente / aceptable para el cliente .....	28
I.5.2.9. Otras técnicas de evaluación cualitativa .....	28
I.5.2.10. Otras técnicas y procedimientos de evaluación cualitativa .....	28

I.5.3. Técnicas de apoyo metodológico .....	28
I.5.3.1. Análisis Coste-Beneficio .....	28
I.5.3.2. Análisis de Eficiencia .....	29
I.5.3.3. Otras técnicas de apoyo metodológico .....	29
I.5.4. Otras técnicas de medida y evaluación .....	29
I.5.5. Escalas .....	29
I.5.5.1. Escala Nominal .....	29
I.5.5.2. Escala Ordinal .....	29
I.5.5.3. Escalas por intervalos .....	29
I.5.5.4. Escalas por ratios .....	29
I.6. Técnicas de planificación del valor .....	31
I.6.1. Análisis de tendencias (Trend analysis) .....	31
I.6.2. Análisis de sustitución (Substitution analysis) .....	31
I.6.3. Análisis del gap (Gap analysis) .....	31
I.6.4. Escenarios (Scenario writing technique) .....	31
I.6.5. Modelizaciones del valor futuro .....	32
I.7. Bibliografía .....	33

*Nota:* Junto al nombre de la técnica o procedimiento se adjunta la denominación inglesa utilizada en el ámbito anglosajón.

---

## I.1. INTRODUCCIÓN

El carácter abierto de la metodología del valor ha dado lugar al desarrollo de numerosas técnicas<sup>1</sup> auxiliares para abordar diversas cuestiones parciales relativas a cada una de las fases del plan de trabajo, muchas de las cuales están recogidas en la tabla I.1.

La relevancia de este análisis adquiere un interés especial desde el punto de vista de la práctica de la metodología, pues aporta lo que podríamos denominar, en términos tal vez no muy académicos, como una “caja de herramientas” a aplicar. Finalmente, refuerza la conveniencia de este análisis el énfasis teórico que se hace sobre este tipo de herramientas en el contexto de la literatura de la metodología del valor (e.g. Male et al, 1997 y 1998b; Shillito & De Marle, 1992).

Por otro lado, este apéndice sirve asimismo como glosario, donde se recoge una breve descripción de la idea principal de las técnicas utilizadas en el ámbito de la metodología del valor. Supone, por tanto, un instrumento de apoyo para la lectura de la

---

<sup>1</sup> A este respecto es importante observar que el término "técnica" se entiende aquí como “un conjunto de procedimientos de que se sirve una ciencia o un arte” (según el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española). De hecho, en este ámbito se califican como "técnicas" de VM procedimientos como el de visitar el emplazamiento de la obra, las presentaciones de los participantes, el análisis de la documentación, etc. (Male et al, 1998b).

tesis, orientado a que el lector pueda profundizar en algunos de los elementos citados y estudiados desde un punto de vista general para hacerse una idea más precisa de ellos y, en consecuencia, del contenido de la investigación.

Cabe comentar también que la clasificación de herramientas aquí presentada tiene un carácter abierto, de modo que podrían agruparse de una manera diferente, según otros criterios o considerando una misma herramienta en dos grupos diferentes. Por ejemplo, en algunos libros el análisis funcional se considera una técnica de creatividad.

Finalmente, el conjunto de técnicas aquí presentadas puede considerarse como una “caja de herramientas” a aplicar en el desarrollo de la metodología del valor, de forma que eventualmente se haría uso de aquellas que se juzgue conveniente integrar en el proceso metodológico según las características del caso de estudio considerado.

El estudio realizado en este apartado contiene, por tanto, una extensa recopilación, descripción y análisis de las técnicas utilizadas en este entorno, recogidas en la tabla I.1. La citada relación de técnicas se ha extraído del estudio de diversas obras del ámbito de la metodología del valor. Entre ellas cabe destacar la de Kelly & Male (1998) o Shillito & De Marle (1992), entre otras recogidas en el apartado de bibliografía de este apéndice.

Dada la considerable diversidad existente en la práctica y el tratamiento teórico de la metodología del valor, el uso de estas técnicas e instrumentos de apoyo metodológico a las que aquí se hace referencia no es algo estandarizado, de manera que la figura adjunta no pretende en modo alguno recoger el total de las existentes, lo cual supondría un sobreesfuerzo de escaso interés teórico. Por otro lado, la misma esencia de la metodología del valor conlleva flexibilidad y libertad de integración de cualquier técnica si esta supone una aportación interesante a los fines del caso en estudio, por lo que plantear un compendio de todas las herramientas existentes carecería de sentido teórico, ya que se trata de una cuestión abierta por naturaleza.

<b>FASE DEL ESTUDIO DE VALOR</b>		<b>TÉCNICA</b>	
<b>PREPARACIÓN DEL ESTUDIO</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Entrevistas y registros</li> <li>▪ Análisis de la documentación</li> <li>▪ Cuestionarios</li> <li>▪ Informes postconstructivos y postocupacionales (POE/PPE reports)</li> <li>▪ Presentación y explicación del VM</li> <li>▪ Presentación de los participantes</li> <li>▪ Visita al emplazamiento del proyecto</li> <li>▪ Visitas a las instalaciones y medios de producción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Análisis del entorno</li> <li>▪ Análisis de los agentes del proyecto (stakeholder analysis)</li> <li>▪ Análisis de los promotores del proyecto</li> <li>▪ Análisis de coste/calidad/plazo</li> <li>▪ Brainstorm issues &amp; group</li> <li>▪ REDReSS</li> <li>▪ Análisis SWOT</li> <li>▪ Confección de sumarios e informes</li> </ul>
<b>ANÁLISIS</b>	<b>ANÁLISIS FUNCIONAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Búsqueda natural o intuitiva</li> <li>▪ Método de integración con el entorno exterior</li> <li>▪ El diagrama FAST</li> <li>▪ Métodos de análisis estructurado</li> <li>▪ Matrices funcionales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Análisis de disfunciones</li> <li>▪ Diagramas de proximidad</li> <li>▪ Árboles de relaciones y arborescencias funcionales y técnicas</li> <li>▪ Pliego de condiciones funcionales</li> <li>▪ Esquemas y cuadros funcionales</li> </ul>
	<b>OTRAS TÉCNICAS DE ANÁLISIS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Análisis de impacto transversal (Cross-impact analysis)</li> <li>▪ Análisis de impacto (Impact analysis)</li> <li>▪ Línea estratégica de plazos (Strategic Time Line)</li> <li>▪ Diagrama lógico funcional (Function Logic Diagram)</li> <li>▪ El mapeo de procesos (Process Flowcharting)</li> <li>▪ Análisis de Coste vs Valor</li> <li>▪ Análisis de Pareto e histogramas de coste</li> </ul>	
<b>CREATIVIDAD</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El Brainstorming</li> <li>▪ El análisis morfológico</li> <li>▪ La sinéctica</li> <li>▪ El método DELPHI</li> <li>▪ El método Gordon</li> <li>▪ La Sinéctica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El pensamiento lateral</li> <li>• Los Checklists o listados de chequeo</li> <li>• Listado de atributos</li> <li>• Phillips 66 Buzz Session</li> <li>• La metodología “TRIZ”</li> </ul>
<b>EVALUACIÓN</b>	<b>EVALUACIÓN CUANTITATIVA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Métodos de clasificación</li> <li>▪ Clasificación simple</li> <li>▪ Clasificación alterna</li> <li>▪ Valoraciones sucesivas</li> <li>▪ Método de comparación por pares</li> <li>▪ Comparación por pares regular</li> <li>▪ Comparación por pares escalada</li> <li>▪ Comparación por pares en términos de coste</li> <li>▪ Estimación directa de la magnitud (DME)</li> <li>▪ Escala según categorías</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Análisis de criterios o matriz de decisión</li> <li>▪ Modelos de puntuación y evaluación por puntos</li> <li>▪ Índice de valor</li> <li>▪ Preguntas SI/NO</li> <li>▪ Método Kepner-Traego</li> <li>▪ Clasificación cruzada - matrices de comparación</li> <li>▪ Weighted matrix o matriz de pesos</li> <li>▪ Análisis conjunto</li> </ul>
	<b>EVALUACIÓN CUALITATIVA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Votación según la ley de Pareto</li> <li>▪ Votación clasificada según la ley de Pareto</li> <li>▪ Q-Sort</li> <li>▪ Lista de ventajas y desventajas</li> <li>▪ Silencio significa “no”</li> <li>▪ Etiquetas coloreadas</li> <li>▪ Championing o liderazgo</li> <li>▪ Factible técnicamente/ viable económicamente / aceptable funcionalmente / aceptable para el cliente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Análisis de paradigma</li> <li>▪ Evaluación evolutiva</li> <li>▪ Visualización por simplicidad</li> <li>▪ Análisis de frecuencia</li> <li>▪ Análisis de impactos emocionales</li> <li>▪ Selección de conceptos</li> </ul>
<b>PLANIFICACIÓN</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Análisis de tendencias (Trend analysis)</li> <li>▪ Análisis de sustitución (Substitution analysis)</li> <li>▪ Análisis del gap (Gap analysis)</li> <li>▪ Escenarios (Scenario writing technique)</li> <li>▪ Modelizaciones del valor futuro</li> </ul>	

**Tabla I.1.** Técnicas, herramientas y procedimientos utilizados en la metodología del valor

## **I.2. PROCEDIMIENTOS DE PREPARACIÓN DEL ESTUDIO DEL VALOR**

Obviamente, los procedimientos o técnicas de preparación dependerán del tipo de estudio considerado. En este sentido destaca especialmente el compendio de procedimientos recogido por Kelly et al (1998), en el cual se detallan los procesos a seguir en la aplicación de esta metodología en el ámbito de la construcción.

### **I.2.1. Entrevistas y registros (interviews & checklist)**

Se trata de una técnica genérica de recogida de información, orientada a analizar las diversas percepciones existentes sobre el proyecto y los aspectos más ocultos de este. Puede contener información muy diversa, como por ejemplo (entre otros aspectos):

- El entorno del proyecto (urbano, natural, etc.)
- Las comunidades de propietarios
- Los aspectos políticos
- Los aspectos financieros
- La organización del cliente
- La planificación de plazos
- Las personas involucradas e influyentes en el proyecto
- Los aspectos contractuales
- El concepto del proyecto
- Los clientes, grupos de usuarios y personas con capacidad de decisión

### **I.2.2. Análisis de la documentación (Document Analysis)**

Se trata de analizar la documentación recogida de los documentos disponibles facilitados por el cliente y los participantes del equipo de trabajo. Esta documentación puede ser también de origen y naturaleza muy diversa.

### **I.2.3. Cuestionario (Questionnaire)**

Se trata de enviar un cuestionario a los participantes antes del estudio, el cual puede sacar a la luz diferencias de opinión de los diversos agentes del proyecto (promotores, usuarios, vecinos, etc.), lo cual conduce a una visión más amplia del mismo.

### **I.2.4. Informes postconstructivos y postocupacionales (POE/PPE reports)**

Consiste en desarrollar dos tipos de informes:

- *POE Report*: Post-Occupancy Evaluation Report (informe de evaluación Postocupacional, es decir, tras un cierto tiempo de uso o al final de su vida útil)
- *PPE Report*: Post-Project Evaluation Report (informe de evaluación de tras finalizar las obras del proyecto)

Se utilizan estos informes estandarizados en la gestión del valor en la construcción, para las fases de preestudio en la etapa de anteproyecto o diseño conceptual, de cara a tener en cuenta los factores de puesta en marcha y utilización del edificio u obra civil tales como el mantenimiento, la funcionalidad u otros.

#### **I.2.5. Presentación y explicación del VM (introduction & VM explained)**

Antes de dar comienzo al estudio de valor, suele organizarse una sesión donde se explican los fundamentos de la metodología del valor a los miembros del equipo que no la conozcan. La idea es exponer el proceso de trabajo a seguir así como el enfoque metodológico de la técnica utilizada.

#### **I.2.6. Presentación de los participantes (presentations by participants)**

Se ideará asimismo un sistema eficaz de presentación de los participantes de cara a ahorrar tiempo y aportar todos los datos precisos de manera completa y sencilla. Este procedimiento, aunque obvio, es de gran importancia para conseguir un ambiente de trabajo agradable, sin el cual probablemente no habrá eficacia.

#### **I.2.7. Visita al emplazamiento del proyecto (site tour)**

Siempre que sea posible se hará una visita al lugar de implantación del proyecto, dado que ayudará al equipo de trabajo a enfocar y dirigir su conocimiento y comprensión del proyecto.

#### **I.2.8. Visitas a las instalaciones y medios de producción (facilities walk through)**

Es importante también visitar las instalaciones de producción de cara a que los participantes conozcan las limitaciones y posibilidades de los recursos disponibles para la realización del proyecto. En este aspecto se incluyen las visitas a otros equipamientos similares del cliente (otras naves de producción, edificios de viviendas, infraestructuras, etc.), así como las instalaciones de producción de los suministradores (prefabricadores, talleres de estructura metálica, etc.).

#### **I.2.9. Análisis del entorno (adjacency to site)**

Se trata de una técnica que se centra en el estudio de los elementos de urbanización, comunidades de propietarios, construcciones adyacentes, diseño y planificación urbanística del entorno adyacente a la ubicación del proyecto considerado. En este campo adquieren especial relevancia los aspectos medioambientales y sociales.

#### **I.2.10. Análisis de los agentes del proyecto (stakeholder analysis)**

Consiste en establecer quién y qué tipo de apuesta hacen las diversas personas que intervienen en el proyecto categorizando su importancia y poder de decisión sobre el mismo. El objetivo de este estudio es conseguir la satisfacción de todos ellos, si bien su conocimiento es esencial de cara a la resolución de posibles conflictos de intereses. Este procedimiento puede realizarse tanto en la fase de preestudio como en la fase de información del plan de trabajo de la metodología del valor. Es importante señalar que

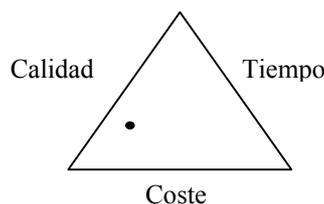
engloba no sólo a los promotores, sino a todos los particulares o colectividades a los que de alguna manera afectará el proyecto.

### **I.2.11. Análisis de los promotores del proyecto (project driver analysis)**

Se trata de una simple identificación de factores y/o personas que son promotores activos del proyecto. Suele realizarse previo al análisis el triángulo Time/Cost/Quality (descrita en el apartado siguiente). Puede ser problemático si está presente un participante del proyecto importante o poderoso, ya que puede inhibir al resto. Se trata de un análisis simple, para el que suele dedicarse del orden de 10 minutos o un cuarto de hora (Male et al., 1998b)

### **I.2.12. Análisis de coste/calidad/plazo (time/cost/quality analysis)**

La comparación Tiempo/Coste/Calidad usando un triángulo de aproximación se usa frecuentemente para establecer las prioridades del proyecto en su totalidad. Los tres elementos están en conflicto entre sí, y obligan al cliente a establecer prioridades entre ellos. En ocasiones se representa de forma gráfica mediante un punto situado en una región del área del triángulo (véase la figura I.1) que representa la cercanía de la preferencia a cada uno de los tres vértices considerados. Se trata de un buen esquema de análisis para recoger y sintetizar información sobre los requerimientos y preferencias del cliente. Suelen ser necesarios de 5 minutos a media hora para llevar a cabo este análisis (Male et al., 1998b). La técnica tiene varias ventajas entre las que destaca su simplicidad, su carácter visual, la capacidad de exponer las diferencias de percepción entre los participantes y estimular el intercambio de información.



**Figura I.1.** Triángulo de Calidad-Coste-Tiempo

### **I.2.13. Lluvia de ideas sobre los aspectos relevantes del proyecto (Brainstorm issues & group)**

Se trata de una técnica simple donde los participantes del equipo de trabajo realizan una lluvia de ideas de aspectos relevantes y los escriben en notas que entregarán al coordinador del equipo. Posteriormente se agrupan los aspectos resultado de la lluvia de ideas y se colocan en las paredes precedidos de títulos y encabezamientos y si es preciso se los estructura en una jerarquía. La técnica resalta de forma rápida las áreas críticas y ayuda al equipo a enfocar la cuestión a la vez que sirve de estimador del nivel de conocimiento que poseen los miembros del grupo sobre la cuestión considerada.

#### **I.2.14. El análisis “REDReSS”**

El análisis denominado “REDReSS” se dirige a enfocar el trabajo previo desde el punto de vista del cliente, según ciertos criterios preestablecidos. Sus siglas significan lo siguiente:

- R Reorganisation (reorganización). Marca la dirección hacia la que probablemente desea dirigirse el cliente al llevar a cabo el proyecto.
- E Expansion (expansión). La probabilidad de expansión de la organización del cliente a corto y medio plazo que puede incidir de forma inmediata en el diseño y a largo plazo en el espacio externo de la obra.
- D Disposal (venta). Hay que preguntarse si al final de la vida física o económica del edificio el cliente venderá o demolerá y reedificará.
- Re Refurbishment and Maintenance (renovación o rehabilitación y mantenimiento). Se consideran en este punto los aspectos relacionados con el mantenimiento y renovación/rehabilitación del edificio u obra civil.
- S Safety (seguridad). Se determina el modo de cumplir las normativas y regulaciones de seguridad de diferentes modos. Es un factor a tener en cuenta siempre

#### **I.2.15. Análisis SWOT**

Es un análisis de fuerzas, tendencias oportunidades y amenazas del diseño (la palabra “SWOT” es el acrónimo de “Strenghts, Weaknesses, Opportunities and Threats”). Puede ser utilizada en varios de los pasos del Programa de Trabajo. Se adjunta con los procedimientos de la fase inicial, pues normalmente este tipo de análisis tendrá un carácter más bien general.

#### **I.2.16. Confección de sumarios e informes (summaries)**

Cada cierto intervalo de tiempo durante el Plan de Trabajo de la metodología del valor se realizan sumarios e informes para dejar constancia del desarrollo del estudio. Su objeto es asegurar que todo el mundo está siguiendo el hilo y no se están omitiendo aspectos o cuestiones de importancia durante la marcha del trabajo. Un buen momento para realizarlo es una vez haya acabado la fase previa, pues constituye una síntesis de información para acometer la posterior etapa de análisis del proyecto.

### I.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE ANÁLISIS

#### I.3.1. El análisis funcional

El análisis funcional se considera uno de los puntos nucleares de la metodología del valor (Dell’Issola, 1997; Shillito & De Marle, 1992; Male et al., 1998b). El objetivo de esta técnica, desarrollada a partir del planteamiento del valor propio del Análisis del Valor (Miles, 1967) al que se hacía referencia en el apartado 2.3. de esta tesis, se basa en identificar las funciones de un producto, proceso o servicio, en orden a cuantificar las prestaciones a alcanzar y presentar las funciones de manera que constituyan un medio real de comunicación.

A grandes rasgos, esta técnica consiste en identificar las funciones del producto, proyecto o servicio analizado y relacionarlas mediante elementos lógicos (por ejemplo, un diagrama). Este análisis servirá posteriormente como base de comunicación en un contexto de trabajo en equipo como el del Análisis del Valor. El concepto de función, que ya ha sido explicado en otras partes de esta tesis (apartado 2.3.), es un modo de articular la conexión entre las necesidades del cliente y la forma en que el producto las satisface, y aporta un lenguaje común para el trabajo en equipo y para la medición del desempeño de las alternativas de diseño.

El análisis funcional es una técnica profundamente enraizada en la metodología del valor por haber nacido en el mismo contexto y estar ampliamente reconocida, hasta el punto de que algunos autores la califican como “corazón de la metodología del valor” (Dell’Issola, 1997). Sin embargo, excepto algunas excepciones (Green, 1994), cabe observar una cierta falta de debate sobre su valor teórico. La razón de ello es la falta de un tratamiento teórico riguroso y científico, al tratarse de una metodología generada y desarrollada en el ámbito estrictamente profesional y práctico, con esporádicos encuentros con el mundo académico, que la ha abordado sólo de forma parcial y somera.

El concepto de “función” suele definirse como “propósito” de algo (Tassinari, 1994), y en el ámbito anglosajón suele articularse en la práctica mediante un verbo y un sustantivo, como por ejemplo “provide access” (proveer de acceso al edificio). Si bien el tratamiento de su definición suele ser un tanto superficial desde el punto de vista teórico, quizá porque la práctica no lo ha exigido o porque es un término intuitivo fácil de entender. Sin embargo, sí que hay mucho escrito acerca de los tipos de funciones. Ejemplo de ello es que Dell’Issola (1997) llega a distinguir 24 tipos diferentes, agrupadas en tres grupos principales. Esta diferenciación en los tipos de funciones está muy extendida, y pueden encontrarse numerosos ejemplos (Tassinari, 1994; Comisión Europea, 1992).

Por otro lado, De Marle & Shillito (1992), describen el término de función como una “expresión genérica de lo que se requiere sin especificar los medios”, de manera que “cualquier cosa, producto, proceso, servicio, procedimiento etc. puede ser descrito mediante funciones. La expresión funcional intenta aportar, por lo tanto, un lenguaje común que facilite la comunicación entre diversas disciplinas, de manera que sirva de base para definir la utilidad o prestaciones de algo. Pretende, por tanto, desnudar el

concepto considerado y mostrar su estructura básica en orden a su fin, de manera que, al desproveerlo de toda idea preconcebida, sirva de base a la creatividad.

### **I.3.2. Técnicas e instrumentos auxiliares de análisis funcional**

#### **I.3.2.1. Búsqueda natural o intuitiva**

Con este nombre se denomina al proceso que busca la identificación y organización intuitiva de las funciones del producto (AFNOR, 1997). De este modo permite abordar directamente un problema complejo, de manera que constituye una primera aproximación al análisis, que posteriormente se completará.

#### **I.3.2.2. Método de integración con el entorno exterior**

Este método consta de un estudio de los efectos y reacciones del proyecto respecto al entorno exterior, es decir, la influencia del primero en el segundo y viceversa. Se suele llevar a cabo en cada paso significativo del ciclo de vida del proyecto. Cada elemento del entorno exterior considerado constituye lo que se llama un agente interactivo, denominado en ocasiones “elemento determinante” del sistema a desarrollar.

#### **I.3.2.3. El diagrama FAST**

El diagrama FAST (Function Analysis System Technique) fue diseñado por Charles W. Bytheway en 1965. En ocasiones se le aplican otras denominaciones como “diagrama lógico funcional”. A grandes trazos, este diagrama puede definirse como una representación de las funciones del producto considerado, agrupadas y jerarquizadas mediante una ley general de ordenación con base en el principio de causa-efecto. De este modo, la relación entre las funciones responde a la pregunta “¿Cómo?” de izquierda a derecha y “¿Por qué?” en el otro sentido. De este modo, la primera función respondería a la pregunta de por qué se hace el proyecto, y el resto serían un desarrollo de esta primera. En ocasiones a estas funciones identificadas se les añade pesos, costes y tiempos, según el caso. Por su simplicidad y carácter visual ha tenido una amplia aceptación, tanto en el sector industrial como en la construcción. En la figura H.1 recogida en el apéndice H de esta tesis puede observarse un ejemplo de diagrama FAST.

Dicha técnica supuso un importante paso adelante en la racionalización del análisis relativo al producto o proyecto estudiado, si bien cabe achacarle ciertas limitaciones, las cuales se identificarán y comentarán a continuación en orden a analizar el valor de la aportación de la estructuración presente en esta tesis como planteamiento alternativo. En este análisis crítico se incluyen aspectos relativos no sólo al diagrama FAST, sino al análisis funcional en general.

En primer lugar, el FAST mezcla aspectos referentes a la fase de uso con otros que pertenecen claramente a la de ejecución. Llegan a formularse funciones como “construir túnel” junto a otras como “alojar a los operarios” (Dell’Issola, 1997). Por otro lado, el utilizar una función como “construir algo” es una contradicción en sí mismo, ya que supone una solución, no la expresión de un requerimiento o propósito de algo.

Por otro lado, mezcla también elementos englobados en el concepto de requerimiento, como pueden ser objetivos o necesidades, con procesos, lo cual puede dar lugar a confusión.

Además, la formulación de las funciones con la estructura verbo+sustantivo es muy limitada y rígida, a la vez que muy propia del inglés y difícil de adaptar a otros idiomas, de manera que en ocasiones puede dar lugar a expresiones un tanto forzadas del tipo “conducir o alojar la competición” (Dell’Issola, 1997). Es una forma de expresión demasiado sintética para su uso en lenguas latinas.

Desde otro punto de vista, el FAST es una técnica un tanto anárquica, sólo un par de reglas básicas rigen su funcionamiento y el resultado es que puede dar lugar a resultados muy dispares aplicado a un mismo problema; lo cual no es un inconveniente si se parte de la hipótesis de que es una técnica de simple apoyo a la creatividad. Sin embargo, su mecánica conlleva una cierta falta de estandarización y consistencia, que lleva a pensar en plantear otras alternativas de análisis.

Por otro lado, el FAST parte siempre de una función principal relacionada con la etapa de uso, que se identifica con la misión del producto o proyecto. Ello conlleva cierto reduccionismo estratégico del proyecto, cuyo objetivo principal en muchas ocasiones no es el operativo, sino el económico.

Sin embargo, tal vez una de las críticas más importantes que podrían hacerse al FAST es que, al haber sido importado del sector industrial, su adaptación a la construcción es algo artificial, lo cual se trasluce en diversos puntos. Como ejemplo, baste decir que los componentes de un producto industrial son más limitados, y por tanto es más sencillo confeccionar un diagrama de este tipo que describa el funcionamiento del producto con base en una función principal. Sin embargo, en un proyecto constructivo los componentes son muy numerosos y los agentes que intervienen no pertenecen en la mayoría de los casos a la misma organización. Por tanto, el resultado es que los diagramas de este tipo generados en la construcción tienen una perspectiva muy limitada de lo que es el proyecto, mientras que en el campo industrial son capaces de describir el producto de forma muy exhaustiva.

Por otro lado, podría achacarse al FAST el mezclar funciones estratégicas con funciones de uso, de manera que puede conducir a cierta confusión en la jerarquización de las mismas, y, por tanto, en la evaluación de las diversas alternativas. Además, su poca estructuración produce la ya comentada mezcla de conceptos y no asegura una guía de pensamiento de manera que no queden aspectos de gran relevancia en el tintero.

Finalmente, las funciones de un proyecto constructivo son tan numerosas que es imposible recogerlas en su totalidad en un diagrama FAST, lo que conlleva que este tenga siempre un alcance parcial, lo que puede inducir a ignorar aspectos relevantes y a la pérdida de visión global del proyecto.

De este análisis se deduce que es conveniente el replanteamiento teórico de la técnica FAST en busca de otras alternativas de estructuración del discurso lógico que puedan guiar y potenciar la creatividad mediante una comprensión más amplia e integrada del alcance de un proyecto o producto. Esto es lo que pretende el análisis del

proyecto introducido en la fase de análisis del proceso ACE englobado en el sistema IDS. Mediante las matrices de procesos y requerimientos y el árbol de requerimientos se consigue un análisis más completo y ordenado del proyecto que el que proporciona el diagrama FAST y, en general, el análisis funcional.

Muestra del descontento que el FAST ha generado en algunos ámbitos es el hecho de que haya caído en desuso en algunos países donde la práctica de la metodología del valor está ampliamente extendida, como es el caso de Japón y en parte en Inglaterra.

#### **I.3.2.4. Métodos de análisis estructurado**

Este tipo de métodos, entre los que destacan el SA (Structured Analysis) y sus variantes SADT, IDEF 0, IDEF 1, IDEF 2, SA-RT (EC, 1992). Se aplican hacia el final del desarrollo del producto, en el caso de que este tenga flujos de funciones que han de ser procesadas, como por ejemplo flujo energía, flujo de información, etc. El método busca analizar y comprender a través de la construcción de un modelo sistémico que permita plantear las preguntas más relevantes entorno a su naturaleza y funcionamiento. Para ello, dicho modelo se lleva a cabo de forma jerárquica, modular y estructurada.

#### **I.3.2.5. Matrices funcionales**

Las matrices funcionales son otro modo alternativo al FAST de ordenación y representación de las funciones identificadas. Se trata de una hoja con estructura matricial donde los componentes del producto se ordenan respecto a las funciones que realizan. Se utilizan con frecuencia para distribuir y exponer los costes respecto a las funciones y componentes, así como para estimar la influencia de unos en otros, de modo que sirve también para identificar redundancias en el diseño.

#### **I.3.2.6. Análisis de disfunciones**

El análisis de disfunciones es una técnica para dejar constancia de cómo se han superado los problemas en el diseño de un producto. En términos generales, esta técnica busca identificar las posibles disfunciones de cada elemento para evitarlas y conseguir de este modo un diseño más robusto. Combina varias de las características del análisis funcional con los sistemas de análisis de red, para permitir a los diseñadores estimar el coste de las disfunciones.

#### **I.3.2.7. Diagramas de proximidad y diagramas de ensamblaje**

A grandes rasgos, esta técnica busca minimizar los costes de ensamblaje en fabricación, los cuales, en el sector industrial, rondan valores del 20 al 40 % del total de los costes del producto (Shillito & De Marle, 1992). Su objetivo es ayudar a identificar, mediante el estudio de proximidad de las diversas partes o componentes del producto, los modos de optimizar el modo de su ensamblaje o colocación, y en ocasiones puede redundar incluso en la eliminación de alguna de ellas. Cabe observar también que existe una diferencia entre los diagramas de proximidad y los diagramas de ensamblaje, ya que el primero no muestra una secuencia de operaciones, como es el caso del segundo, sino la situación del emplazamiento material de las partes y costes englobados al juntar las piezas. Estas consideraciones son aplicables también al sector de la construcción, ya que

un edificio u obra civil es también un producto compuesto por elementos ensamblados, especialmente en el caso de componentes prefabricados.

### **I.3.2.8. Árboles de relaciones y arborescencias funcionales**

Los diagramas tipo árbol constituyen otra alternativa de representación de las funciones y sus relaciones, desde el punto de vista de uso, fabricación o funcionamiento. De modo análogo a las técnicas anteriores, el análisis parte de un primer nivel del árbol, que se va desplegando hasta formar una estructura jerárquica de funciones de menor a mayor nivel de detalle.

### **I.3.2.9. Pliego de condiciones funcionales**

En ocasiones se lleva a cabo un pliego de condiciones para el diseño o fabricación de un producto con base en un análisis funcional previo, formando lo que se denomina “Pliego de condiciones funcionales” (Tassinari, 1994). Por tanto, su objetivo es expresar las necesidades de un usuario de manera funcional, con unos criterios para medir el desempeño a través de la especificación del nivel requerido en cada criterio y la flexibilidad o margen admitido.

### **I.3.2.10. Esquemas y cuadros funcionales**

Un esquema funcional busca precisar la posición física de los componentes del producto, sus funciones técnicas<sup>2</sup> y su participación, directa o no, en la realización de las funciones de servicio. Por su parte un cuadro funcional es una herramienta cuya finalidad es: asignar las funciones técnicas de los constituyentes a funciones de servicio del producto, permitir construir el coste de las funciones de servicio a partir del coste de los componentes o a la inversa, repartir el coste de las funciones de servicio entre las funciones técnicas de los componentes y de los componentes mismos, identificar los riesgos de fallo de los componentes del producto en sus funciones técnicas e indicar sus efectos sobre las funciones de servicio.

## **I.3.3. Otras técnicas de apoyo metodológico al análisis funcional**

### **I.3.3.1. Análisis de impacto transversal (cross impact analysis)**

Fue ideado y desarrollado por T.J. Gordon y Olaf Helmer. Es una técnica de simulación por ordenador que usa la matriz de impacto transversal (cross-impact) como entrada de datos (input). Los estimadores asignan a cada celda de la matriz:

- el modo (dirección de impacto, positiva, negativa o ningún efecto)
- la fuerza del impacto entre pares de elementos
- el tiempo de retraso, es decir, cuánto tiempo requiere hasta que el impacto se realiza.

---

<sup>2</sup> En el contexto del análisis funcional suele distinguirse entre dos tipos de funciones:

- Funciones de uso o servicio: hacen referencia al uso del producto o proyecto
- Funciones técnicas: hacen referencia al funcionamiento del producto o proyecto

Con base en esto se programa una ecuación cuadrática relativa a las tres variables anteriores en una aplicación informática de simulación que calcula las probabilidades resultantes de cada par de interacciones entre elementos, basada en la matriz anteriormente comentada. El resultado es una lista de elementos, las probabilidades iniciales, y los cambios de probabilidad que se dan fruto de la correlación entre los diversos elementos. Posteriormente el ordenador clasifica dichos elementos por probabilidad inicial o final, o por cambio de probabilidad. El resultado es que, en general, cada uno de ellos produce un escenario diferente. De este modo el proceso descrito permite un análisis elemental de las potenciales interacciones entre elementos.

### **I.3.3.2. Análisis de impactos (Impact Analysis)**

Shillito (1992), recomienda el uso del análisis de impacto para determinar las interrelaciones de datos. Define asimismo este método como una “técnica de cuantificación subjetiva para evaluar el impacto de factores externos (es decir, las influencias que afectan a una serie de elementos). Es un método de puntuación matricial y es similar a un análisis tipo campos de fuerzas (“force-field”), donde los estimadores usan signos +, - y ceros para cuantificar sus percepciones de los elementos en interacción. Es una técnica efectiva para visualizar influencias, identificar atributos, y localizar variables sensibles en un sistema. Puede utilizarse en cualquier situación donde es deseable medir tanto las fuerzas positivas como negativas que afectan al sistema o establecer alternativas.

### **I.3.3.3. Línea estratégica de plazos (Strategic Time Line)**

La denominada “Strategic Time Line” (que podríamos traducir como “línea estratégica de plazos”) es una técnica gráfica e interactiva que establece los elementos que es necesario considerar para cumplir los hitos previstos en la planificación temporal del proyecto.

### **I.3.3.4. Diagrama lógico funcional (Function Logic Diagram)**

Se trata de una técnica similar al diagrama FAST, mediante la cual se agrupan las funciones y se jerarquizan tras su identificación. Pueden añadirse pesos, costes y tiempos estimados al diagrama resultante. En ocasiones también puede ser ventajoso identificar las funciones críticas, aunque a costa de consumir más tiempo en el estudio.

Para su desarrollo, se define una primera función que representa por qué existe el proyecto. Las funciones anejas representan las necesidades y requerimientos del cliente. Los conceptos se toman y desarrollan de izquierda a derecha. Con frecuencia se utiliza para determinar las tareas del proyecto y, cuando éstas existan, tiene utilidad como técnica secundaria para centrar las cuestiones y describir el proyecto. Remarcando los elementos estratégicos en el citado diagrama puede determinarse una modelización del sistema de valor del cliente.

### **I.3.3.5. Diagramas de flujo de proceso (Process Flow Charting)**

Todo proyecto conlleva el desarrollo de un conjunto de procesos. En este sentido, el objetivo de esta herramienta es identificar los factores clave del proyecto mediante el

estudio de sus procesos, modelizados y representados mediante un diagrama de flujo, es decir una ordenación de las tareas de cada proceso según su relación secuencial y de dependencia. Esta modelización facilita la comprensión y el estudio de los procesos de cara a identificar posibles puntos de mejora.

En el ámbito de la construcción, existe una variante del diagrama de flujo de proceso llamada “diagrama de flujo del usuario” (“User Flow Diagramming”), la cual es una técnica simple donde los diagramas de flujo se usan para indicar cómo actúa un usuario fuera y dentro de un edificio. Establece cómo usan un edificio las distintas personas, en otras palabras, ayuda a comprender la distribución y las relaciones entre los diversos espacios del edificio. Esta técnica puede utilizarse como parte de la información previa realización del diseño o como herramienta de revisión del mismo. Es un método sencillo y rápido de llevar a cabo: la experiencia anglosajona dice que requiere de una hora a una hora y media para realizarse. Sin embargo, debe tenerse precaución para que no se convierta en algo demasiado complejo y se pierdan de vista los elementos importantes.

#### **I.3.3.6. Análisis de Coste vs Valor (Cost vs Value)**

Se trata de una herramienta dirigida a categorizar las funciones identificadas de acuerdo con su valor percibido y su coste estimado. Se consideran cuatro posibilidades o categorías de funciones:

- Gran valor/Alto coste
- Gran valor/Bajo coste
- Poco valor/Alto coste
- Poco valor/Bajo coste

#### **I.3.3.7. Análisis de Pareto e histogramas de coste**

Se usa generalmente donde el proyecto requiera costes ajustados para ser viable. El procedimiento consiste en estimar el coste de las diferentes partes del proyecto, utilizando la regla de Pareto para identificar dónde interesa centrar la atención durante la fase de creatividad.

#### **I.3.3.8. Otras técnicas e instrumentos aplicables**

Además de las descritas, existen otras técnicas aplicables, que no se tratarán aquí por brevedad. Entre ellas pueden citarse las siguientes:

- Diagramas causa-efecto (cause-effect diagrams)
- Análisis morfológico (Morphological analysis)
- Taxonomía numérica (Numerical taxonomy)
- Mapas conceptuales (Conceptual maps)
- Análisis de desarrollo de la misión o cometido (Mission flow analysis)
- Diagrama de afinidad (Affinity diagram)
- Diagramas de explosión (Explosion Diagrams)
- Análisis “Gozinto”

## I.4. TÉCNICAS DE CREATIVIDAD

La metodología de resolución de un problema comporta globalmente tres fases:

- definición y análisis del problema
- búsqueda de soluciones
- clasificación y evaluación de las soluciones

Las técnicas de creatividad pueden utilizarse en la segunda fase, para generar las alternativas de las que se escogerá posteriormente la solución a adoptar para el problema o cuestión planteada. Son muchas y variadas las técnicas de creatividad existentes, que pueden encontrarse en libros especializados. En este apéndice se recogen las que se han considerado en este estudio como las más representativas.

La aplicación de una o diversas de estas técnicas en la fase de creatividad de la metodología del valor depende, teóricamente, del conocimiento y la experiencia de los miembros del equipo en este terreno, así como de los condicionantes específicos del estudio. No obstante, por razones prácticas (disponibilidad de tiempo, costes de desarrollo, etc.), el uso de técnicas de creatividad a menudo se limita a la lluvia de ideas o “Brainstorming”.

Por otro lado, a pesar de que en la literatura existen varias clasificaciones de las técnicas de creatividad<sup>3</sup>, en este apartado no se adopta ninguna de ellas, sino que simplemente se recogen y exponen las diversas técnicas que se han considerado más relevantes.

### I.4.1. La tormenta de ideas (Brainstorming)

La tormenta o lluvia de ideas es tal vez la técnica de creatividad más extendida en la práctica. A grandes rasgos, consiste en la generación de ideas a través de la desinhibición de los miembros del grupo de trabajo, que van diciendo en voz alta todas las ideas (por muy disparatadas que parezcan) sobre aspectos específicos o áreas generales de la base conceptual del proyecto, producto, etc. Las normas para su uso correcto son las siguientes:

- El problema a estudiar debe ser descrito al equipo a priori. La descripción, normalmente tiene lugar mayormente durante el análisis funcional, en la fase de información.
- Antes de proceder a la generación de ideas, el coordinador del grupo debe establecer un ambiente positivo.
- El grupo debe ser relativamente pequeño y debe existir diversidad y multidisciplinariedad entre los miembros
- Se debe animar a expresar las ideas sin miedo, aunque parezcan descabelladas.

---

<sup>3</sup> Como ejemplo podría citarse la siguiente:

- Técnicas analíticas o lógicas, de aproximación sucesiva
- Técnicas de relación forzada entre dos objetos o ideas
- Técnicas de libre asociación de ideas

- En esta fase interesa más la cantidad que la calidad de las ideas ya que cuantas más ideas se generen mayor será la probabilidad de que surjan ideas buenas.
- Mientras dure la sesión se prohíbe terminantemente juzgar las ideas aportadas
- Se anima a la combinación y mejora de ideas. Para realizar este proceso, todos los miembros del equipo escriben sus ideas en papeletas para analizar cómo han sido generadas.

#### **I.4.2. Análisis morfológico**

La idea que subyace en esta técnica es dividir el problema en parámetros o elementos, desarrollando así un modelo que recoge todas las posibles combinaciones que pueden conducir a la solución. A continuación se van ensamblando las diferentes combinaciones y/o permutaciones de elementos para resolver el problema. Normalmente, se utiliza un eje para el proceso, otro para el diseño (normalmente el vertical) y un tercero para los parámetros técnicos.

#### **I.4.3. Sinéctica**

La sinéctica se utiliza para sacar a los miembros del equipo fuera de sus patrones normales de pensamiento, usando analogías y metáforas para describir un problema de una manera inusual.

1. Analogía personal: Consiste en que el que lo realiza se imagine a sí mismo como parte del elemento a considerar
2. Analogía directa: Se comparan las similitudes entre dos elementos, funciones, métodos o ideas. Las ideas de una aplicación pueden ser utilizadas para otra.
3. Analogía fantástica: Se busca la liberación de la fantasía para buscar otras alternativas inusuales pero prácticas.

#### **I.4.4. El método Delphi**

Fue desarrollado por la empresa Rand Corporation en los años cincuenta. Consiste en una evaluación de ideas por medio de expertos, partiendo de una base individual en una serie de ciclos hasta que se alcanza el consenso. El objetivo es obtener un verdadero consenso con el menor compromiso posible debido a la influencia del grupo.

Este método puede ser útil para un producto en desarrollo en tanto que el proceso de esta metodología es muy similar al del diseño iterativo, permitiendo identificar áreas de riesgo y optimización potencial de alternativas de una manera más controlada desde el punto de vista del tiempo para llevar a cabo todo el proceso de diseño. Sin embargo, debe ser usado en un número limitado de ideas y sólo cuando el problema a estudiar está bien definido, ya que de lo contrario puede suponer un gran consumo de tiempo.

#### **I.4.5. El método Gordon (The gordon technique)**

El método Gordon (1961) es similar a la tormenta de ideas, excepto en que los miembros del equipo no son informados del problema considerado, sino que el coordinador del grupo define únicamente un área general. Este problema general es discutido hasta que el líder considera que ha habido suficiente diálogo. Entonces se presenta el problema específico y se anima a referir todos los puntos surgidos durante la primera fase al problema considerado. Este procedimiento se usa para evitar la tendencia a derivar a las soluciones habituales si el problema o cuestión planteada se presenta con frecuencia. La falta de una dirección específica durante la discusión general puede ser frustrada por algunos miembros del equipo, pero si el coordinador dirige la cuestión adecuadamente se llegará a soluciones de gran innovación.

#### **I.4.6. El pensamiento lateral**

El Dr. De Bono ha desarrollado una serie de técnicas sistematizadas dirigidas a potenciar la creatividad, las cuales pueden ser utilizadas de forma individual o en grupo para cambiar la dirección del pensamiento e introducir así nuevas ideas. Entre estas técnicas podemos destacar:

##### *Challenge (El desafío)*

Consiste en poner en duda los factores que forman las decisiones para llegar a un diseño, tales como los conceptos dominantes, las presunciones o suposiciones, los límites y la factibilidad. Los factores que producen un impacto en el pensamiento deben ser separados y cuestionados, incluso si parecen justificados inicialmente. Este desafío puede darse a diferentes niveles, desde un nivel más general hasta los detalles de diseño.

##### *Provocation (La provocación)*

Según de Bono, las nuevas ideas pueden ser provocadas o bien por casualidad o mediante técnicas sistemáticas. Propone varios métodos para provocar ideas:

- i) El método de escape (o “escape method”), en el que se describen todos los aspectos (obvios o más ocultos) que se dan por sentados en relación con algo, y posteriormente se intenta escapar de ellos.
- ii) El método de la salida de los estereotipos (o “Stepping Stone”), que puede conseguir la provocación de ideas mediante cuatro vías:
  - Dando la vuelta al modo usual de hacer las cosas
  - Exageración intencionada de dimensiones y medidas
  - Distorsión de los medidas normales
  - Pensamiento intencionado
- iii) El método de las entradas aleatorias (o “Random Input”) es especialmente práctico cuando la generación de ideas está restringida. Sugiere la recopilación al azar de 60 palabras. Cuando las palabras se agotan, se mira el número del minutero del reloj y se toma la palabra con la numeración indicada, intentando idear una conexión entre esta palabra y el problema a considerar.

### *The concept fan (el abanico de conceptos)*

Es aplicable cuando pueden ser explorados los medios alternativos para lograr la función de un proyecto. Para construir un abanico de conceptos es imprescindible trasladar el objetivo de la sesión creativa a los conceptos generales o direcciones para poder lograr el objetivo. Estos conceptos más amplios son seguidos de otros más detallados los cuales a su vez son seguidos de ideas. La construcción sistemática del abanico de conceptos obliga a la consideración de un mayor número de alternativas que el que sería asequible buscando las alternativas directamente.

#### **I.4.7. Listado de atributos (Attribute listing technique)**

Mediante este método, los atributos de un elemento o función se listan y se detallan, de manera que cada uno de ellos se cuestiona y puede ser modificado para su mejora. Posteriormente se analiza el impacto que produciría la modificación de cada uno de ellos. De esta manera, permite nuevas combinaciones de características o atributos para resolver el problema.

#### **I.4.8. Phillips 66 buzz session**

Este método se utiliza para grandes grupos. El gran grupo se divide en un cierto número de subgrupos y se procede a realizar la tormenta de ideas. Con cierta frecuencia se pide al coordinador de cada subgrupo que presente las ideas que ha generado su equipo. El coordinador general puede entonces redefinir otro problema o seleccionar una de las ideas generadas y anima a los varios subgrupos a generar más ideas sobre esta base redefinida. El resultado es que las numerosas ideas son a menudo diversas y valiosas, a la vez que producidas en un período de tiempo pequeño.

#### **I.4.9. La metodología TRIZ**

La metodología TRIZ es una técnica de origen ruso cuyo nombre es un acrónimo en ruso de la expresión “teoría de invención de resolución de problemas”. Su origen se atribuye al ingeniero mecánico ruso Genrich Altshuller. Se trata de un proceso estructurado y sistemático que intenta aportar una visión del problema más allá de la resolución tradicional mediante el uso de analogías y métodos de prueba y error. De hecho, trata de superar la tendencia a pensar en soluciones del entorno de experiencia y conocimientos de la persona que intenta resolver el problema mediante la interconexión de diversas disciplinas o áreas del saber. En este sentido, pretende guiar a la persona que se enfrenta al problema al área más adecuada para encontrar la solución.

#### **I.4.10. El método de Crawford (Crawford slip writing technique)**

En el desarrollo de esta técnica se pide a los miembros del equipo de trabajo que escriban sus ideas relacionadas con el problema a considerar en un trozo de papel. Puede haber un número diferente de trozos de papel relacionados con los diferentes problemas considerados. Después de un tiempo conveniente, el coordinador del equipo recoge los trozos de papel y hace una lista con las ideas de manera que todos los miembros del grupo las puedan ver. Posteriormente se anima a proponer soluciones de

forma análoga a la técnica de la tormenta de ideas. Este método puede ser una buena manera de estimular a las personas en las que las sesiones de tormenta de ideas producen inhibición.

#### **I.4.11. Otras técnicas de creatividad**

Tal como se ha comentado anteriormente a lo largo de este apéndice, existen otras técnicas que con frecuencia se engloban dentro de los métodos de creatividad o generación de ideas. Entre ellos pueden citarse los siguientes:

- La analogía biónica
- La ingeniería del pensamiento
- La escritura cerebral
- La técnica de los listados (“Listing Technique”)
- La técnica del objeto enfocado (“Focused Object Technique”)
- La técnica de los catálogos (“Catalog Technique”)
- Los escenarios

## **I.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE MEDIDA Y EVALUACIÓN DEL VALOR**

Como apoyo metodológico para la toma de decisión en las diferentes fases del plan de trabajo de la metodología del valor, es útil la aplicación de diferentes métodos de evaluación. Con referencia a la complejidad de la decisión necesaria y el criterio de evaluación escogido, se han de utilizar métodos de evaluación sencillos o complejos. En la literatura existe una gran variedad de métodos de evaluación, de un grado de complejidad muy diverso.

La utilización del método adecuado de evaluación se ha de acordar con los miembros del equipo en función del problema planteado y de los condicionantes del estudio. En este sentido, es clave el conocimiento de estos métodos por parte de los miembros del equipo.

La evaluación proporcionada por los métodos de evaluación probablemente no dará nunca una respuesta incuestionable. No obstante, estas técnicas han demostrado su utilidad para que el grupo profundice en el estudio y llegue a determinar qué opción parece más adecuada, ya que el simple hecho de utilizar un método de evaluación obliga a los miembros del equipo a considerar a fondo los pros y los contras de sus decisiones. Cuando las decisiones corresponden al directivo sobre el que recaiga la decisión, pueden utilizarse la evaluación realizada por el equipo de trabajo utilizando uno de estos métodos para elaborar y justificar las propuestas que haga.

Los métodos de evaluación de alternativas en el contexto de la metodología del valor han tenido tradicionalmente un grado de simplicidad considerable. La razón de ello cabe encontrarla en el carácter práctico de la metodología, donde los condicionantes temporales y la variedad de las personas implicadas en el estudio imponían rapidez y transparencia, es decir, debían ser herramientas ágiles y comprensibles por todos.

Las técnicas de evaluación más relevantes han sido ya descritas en el apartado 2.3 al estudiar la formulación del valor en el ámbito de esta metodología. En cualquier caso, cabe distinguir dos grandes tipos: aquellas que articulan una medición cuantitativa, basada generalmente en puntuaciones o estimaciones subjetivas de importancia, y las que abordan el problema desde un punto de vista puramente cualitativo, sin la utilización de expresiones matemáticas de medida.

### **I.5.1. Los métodos cuantitativos de medida del valor**

#### **I.5.1.1. Métodos de clasificación**

##### *Clasificación simple (Simple Ranking)*

Es uno de los métodos más comunes para determinar la preferencia relativa de cada uno de los elementos de una serie comparándolos los unos con los otros. Una vez que los elementos son jerarquizados, se les asignan valores numéricos. La técnica es adecuada en casos en los que no sea necesaria una excesiva precisión o en los que no se requiera conocer la magnitud relativa entre los elementos considerados, ya que la finura

de la estimación es más bien baja. Se recomienda que el número máximo de elementos a considerados no sobrepase los 15, ya que si no el proceso no es operativo.

#### *Clasificación alterna (Alternate Ranking)*

Se trata de un método para desarrollar una lista de factores de cualquier tipo ponderados según su importancia relativa. Puede utilizarse en grupos de cualquier tamaño, pero preferiblemente de seis a nueve personas. Asimismo, es posible utilizarlo con grupos más grandes dividiéndolo en subgrupos del citado tamaño.

#### **I.5.1.2. Valoraciones sucesivas (Successive Rating)**

Esta técnica va más allá que las metodologías de jerarquización o “ranking”. En primer lugar los elementos son ordenados de mayor a menor valor. A continuación, se le asigna un número a cada uno comprendido entre 0 y 100. En una serie de evaluaciones sucesivas, se verifican los números por comparación con ambos extremos de la escala. Este proceso de jerarquización sucesiva convierte una lista ordenada mediante un procedimiento de clasificación (es decir, una enumeración de mejor a peor) en una lista de elementos con un intervalo dentro de una escala.

#### **I.5.1.3. Comparación por pares (Pair Comparison)**

La comparación por pares (Pair Comparison) es un método basado en las anteriores técnicas de clasificación y jerarquización. Se usa para fijar una prioridad en el orden y magnitud relativa en un cierto número de elementos a estudiar. El método se basa en la comparación por pares sucesiva de cada uno de ellos con los del resto de la lista. Se crea una escala, ya que cada uno de los elementos se pondera en relación con el resto, lo cual genera un cero relativo. La comparación por pares aporta una mayor precisión al establecer, además de un orden de prioridad, una magnitud relativa de un número de factores relacionados. El proceso puede ser utilizado para clasificar dos criterios positivos, como la calidad y la confianza u otros negativos como el coste y el mantenimiento.

#### *Comparación por pares regular (Regular Pair Comparison)*

Esta versión clásica de la técnica compara elementos por parejas trabajando a través de filas hasta que cada elemento ha sido comparado con el resto. El que realiza la medición debe decidir por cada par qué elemento es más satisfactorio en relación con la característica que se está midiendo. La comparación se realiza introduciendo en la celda apropiada la letra de código del elemento de mayor valor del par considerado en representación de la intersección de ambos elementos. Finalmente se suma el número de celdas en que ha tenido preferencia en la comparación en cada fila para cada elemento y ese número indicará la importancia del elemento respecto al total de la suma de los citados números de todas las filas.

#### *Comparación por pares escalada (Scaled Pair Comparison)*

En esta variante de la técnica, tras la preparación de la matriz de comparación, se establece una preferencia de pesos para reflejar diferentes grados de importancia. En

cada comparación por parejas debe decidirse la preferencia de un elemento sobre otro y se asigna una letra de código en la celda representando la comparación entre ambos elementos, junto a un peso numérico extraído de una cierta escala a considerar en cada caso. Finalmente se suman las filas de modo análogo al anterior con la diferencia de que también se suman los pesos numéricos. El proceso es útil para casos en que el grado de subjetividad sea elevado pero la necesidad de una comparación clara es esencial. También es útil para priorizar elementos que están muy próximos entre sí en un determinado aspecto y que, por tanto, son difíciles de clasificar y establecer una distinción en un ranking. Puede observarse un ejemplo de esta variante y de la versión original de la técnica en el apéndice C (apartado C.3.1) de esta tesis.

#### *Comparación por pares en términos de coste (Pair Cost Comparison)*

Este método es una variación y extensión de la comparación por pares escalada. La diferencia está en que, en vez de utilizar una simple escala de puntuación para expresar la diferencia de magnitud entre pares, se emplean cantidades de dinero reales. Aunque es complicado de usar, puede portar una información importante sobre precios. Se han desarrollado programas informáticos para facilitar su uso, pero aún así es difícil para más de 6 ó 7 elementos.

#### **I.5.1.4. Estimación directa de la magnitud (Direct Magnitude Estimation o DME)**

Se trata de un método que permite que los participantes asignen indicadores numéricos como una función de mérito relativo a una lista de elementos propuestos, normalmente generados en discusiones previas. El objetivo es obtener ratings de un grupo. Los ratings son entonces porcentuados y normalizados.

#### **I.5.1.5. Escala según categorías (Category Scaling)**

Así como el DME utiliza un escala abierta para permitir a los participantes asignar números para expresar su percepción de mérito de ideas u otros elementos, el método de categoring scaling emplea una escala cerrada, finita, con descriptores de categoría. Puede observarse la formulación de esta técnica en el apéndice C (apartado C.3.1) de esta tesis.

#### **I.5.1.6. Análisis de criterios o matriz de decisión (Criteria Analysis o Decision Matrix)**

Es un proceso de cuantificación subjetiva sistemática para la evaluación de alternativas de acuerdo con criterios determinados por la naturaleza del problema. La matriz contiene estimaciones numéricas de la contribución de cada alternativa a cada criterio. Es un método para combinar los juicios de individuales o grupos para obtener medidas cuantificadas de factores concretos e intangibles necesarios para evaluar alternativas. En el contexto de la metodología del valor, estas alternativas muchas veces son componentes de producto y los criterios funciones del sistema.

### **I.5.1.7. Modelos de puntuación o evaluación por puntos (Scoring Models)**

Un otro método sencillo de evaluación es el de evaluación por “puntos”. Según el número de soluciones posibles que se puedan escoger, cada miembro del equipo tiene la mitad de este número como a puntos para votar. Cada participante puede asignar estos puntos a una o más soluciones posibles. La solución con el número máximo de puntos será la escogida como solución final.

Esta técnica es muy similar al análisis de criterios, de modo que las alternativas son clasificadas también en orden a unos ciertos criterios. La diferencia es que se establece una escala de medida para cada criterio. En este caso se pesa el criterio y se puntúan las alternativas en función de la escala de medida en vez de una escala por categorías.

### **I.5.1.8. Índice de valor (Value Index)**

Una vez estimados el coste y la importancia para cada elemento, pueden utilizarse para calcular un índice de preferencia llamado índice de valor, el cual es una descripción numérica del valor mediante un número adimensional. El ratio de valor mayor que 1 representa buen valor, igual a 1 aceptable y menos de uno áreas de mejora potencial de valor. Se calcula mediante la expresión:

$$V = \frac{\%I}{\%C} \quad (I.1.)$$

donde :

- V: valor porcentual del elemento considerado (alternativa, componente, etc.)
- %I: porcentaje de importancia relativa
- %C: porcentaje de coste relativo

### **I.5.1.9. Preguntas SI/NO**

El método más sencillo de evaluación es la pregunta «Sí o No» para diferentes soluciones, contestada por los miembros del equipo. La elección final se hará de acuerdo con el número de respuestas Sí o No obtenidas por cada una de las opciones consideradas.

### **I.5.1.10. Método de Kepner-Tregoe**

El método de evaluación de Kepner Traego (1981) es útil para las decisiones complejas y altamente subjetivas. Este método divide cada solución en soluciones parciales, a las cuales se asigna un factor de acuerdo con su importancia relativa respecto a la solución total. Cada miembro del equipo recibe un número de puntos a asignar a las diferentes soluciones parciales dentro de las distintas soluciones generales. El número de puntos para la solución parcial se multiplica por el factor de peso y se hace la suma para cada solución. Finalmente se escoge la solución con el mayor número de puntos. Este método de evaluación se utiliza normalmente para transformar los juicios subjetivos de los miembros del equipo en una decisión más objetiva.

### **I.5.1.11. Clasificación cruzada y Matrices de comparación**

Aplicado principalmente dentro del cuadro de análisis funcional y análisis del valor, esta metodología proporciona un análisis de los pesos relativos a acordar en las funciones independientes de un producto, basándose en su importancia percibida por el cliente final (o por expertos). Este análisis también puede realizarse a través de los criterios definidos respecto a una misma función. Es particularmente útil hasta que estas funciones o criterios son numerosos y parecen, a priori, difíciles de discernir.

### **I.5.1.12. Los métodos de matrices de pesos (Weighted Matrix)**

Con este nombre se engloban un conjunto de métodos de evaluación complejos y de considerable consumo de tiempo. Son sofisticados, si bien pueden usarse con muchas variaciones. El que lo practica debe encontrar la variación óptima según sus necesidades específicas. Como ejemplos, destacan el método “COMBINEX” desarrollado por Fallon (1965), el “weighted evaluation” (Kirk, 1993) y el “Quality modelling” desarrollado por Smith, Hinchman & Grylls (SH&G, 1993) así como el método “evaluation” de Sandberg (1983). En todos ellos pueden distinguirse las siguientes fases:

- Seleccionar el criterio de evaluación
- Asignar pesos relativos a los diferentes criterios
- Evaluar cada alternativa frente a los criterios
- Comparar y seleccionar las alternativas que ofrecen el mejor valor

### **I.5.1.13. Análisis conjunto (Conjoint Analysis)**

Con este nombre se conoce a la aplicación del diseño de experimentos a la obtención de las preferencias del cliente. El resultado es la preferencia en términos cuantitativos de un individuo hacia un conjunto de atributos de una cierta entidad. El establecimiento de las preferencias puede usarse para simular un mercado (Clancy & Shulman, 1991), de modo que mediante esta técnica se intenta responder a la pregunta referente al número de individuos que escogerían el producto considerado, siendo aceptables otros.

## **I.5.2. Técnicas cualitativas de visualización del valor**

### **I.5.2.1. Votación simple**

Como su mismo nombre indica, la Votación simple (o “Simplex Democratic”) consiste en realizar un proceso de elección de ideas con base a la votación de los miembros del equipo. Según los criterios de esta votación existen diversas variantes. Es conveniente la utilización combinada de técnicas auxiliares de visualización del valor de cara a una preselección que centre el objeto de votación y aumente su eficacia.

### **I.5.2.2. Votación según la ley de Pareto**

#### *Votación simple según la ley de Pareto (Pareto Voting)*

Es una visualización formalizada preliminar para reducir una lista de alternativas a un tamaño más manejable. El principio que subyace en la técnica está basado en la ley de Pareto de maldistribución, la cual, cuando se aplica a la ingeniería del valor, establece que el 80% del valor se invierte en el 20% de los elementos. Utilizando este principio, es posible arrastrar una lista de elementos en orden a extraer aquellos que posean una mayor cantidad de atributos y factibilidad. Una vez la lista ha sido reducida por votación según el principio de Pareto, los elementos pueden ser evaluados posteriormente por técnicas de medida de valor con un poder discriminante mayor.

#### *Votación según la ley de Pareto clasificada (Ranked Pareto Voting)*

Se diferencia de la anterior en que después de que los participantes hayan escogido el 20% de los elementos más importantes, deben puntuar los elementos escogidos según un criterio donde el número más alto representa lo mejor. Entonces, además de la votación, se suman las puntuaciones y se clasifican los elementos.

### **I.5.2.3. Q-SORT**

Es una técnica de visualización muy útil para determinar diferencias cuantitativas en el valor de una serie de elementos. Puede ser útil como punto de partida desde el cual asignar valores cuantitativos a los diferentes elementos. El resultado de la aplicación del método es una clasificación cuantitativa de categorías de elementos en la cual quedan agrupados los elementos de valor similar. Suele representarse mediante una forma arbórea.

### **I.5.2.4. Lista de ventajas y desventajas**

Este método consiste en establecer las ventajas/desventajas de cada idea y compararlas unas con otras. Es muy efectivo al examinar alternativas de un producto o diseño existente, pero no tanto al aplicarla a un producto nuevo. Es también menos objetivo cuando se trata de clasificar funciones.

### **I.5.2.5. Silencio significa “no”**

Se trata de una técnica que descarta muy rápidamente las ideas menos factibles. El coordinador hace un recorrido a través de todas las ideas con el equipo y desecha aquellas sobre las que nadie presta atención o comenta.

### **I.5.2.6. Etiquetas coloreadas (Coloured Dots)**

Es una metodología no numérica y muy rápida donde a los miembros del equipo se les entrega una etiqueta coloreada donde enganchan o pegan las ideas que ellos creen dignas de desarrollo. Aquellas ideas que hayan atraído un mayor número de etiquetas son las que serán las mejores candidatas a desarrollarse. Una variante de esta técnica consiste en repartir entre los miembros del equipo una serie de puntos coloreados, lo

cual resaltarán las diferencias de prioridad entre los miembros del equipo. Por ejemplo, a los representantes del cliente se les repartirá puntos rojos (por poner un color), a los arquitectos azules y a los ingenieros verdes.

#### **I.5.2.7. Championing o liderazgo de ideas**

Se lleva a cabo mediante voluntarios o escogidos por la conveniencia de ser guías o líderes de una o varias ideas. Esto, en efecto, significa que son responsables de ver la idea a través de su implementación o justificar alternativamente por qué no pueden ser llevadas a cabo. El “championing” o “liderazgo de ideas” ha sido desarrollada para mejorar el porcentaje de implementación así como para fomentar que las personas se involucren en la generación y desarrollo de ideas.

#### **I.5.2.8. Factible técnicamente/ viable económicamente / aceptable funcionalmente / aceptable para el cliente**

Es la traducción del inglés del procedimiento denominado "Technically feasible / economically viable / functionally acceptable / acceptable to client". Es otro método no numérico donde las ideas son evaluadas mediante discusión acerca de si se acomodan o no a cada uno de los criterios establecidos en el título de la técnica. Es una técnica muy rápida que el equipo de trabajo normalmente desarrolla fácilmente.

#### **I.5.2.9. Selección de ideas según Pareto (big issues with Pareto rule as a guide)**

Las ideas con mayor impacto se seleccionan para su implementación. Puede utilizarse la regla de Pareto como guía al seleccionar las ideas a implementar. Puede usarse conjuntamente con el “championing” según el tiempo disponible.

#### **I.5.2.10. Otras técnicas y procedimientos de evaluación cualitativa:**

Además de las citadas, a lo largo de la literatura existen otras técnicas y procedimientos, como por ejemplo:

- El análisis de paradigma (Paradigm analysis)
- La evaluación evolutiva (Evolutionary evaluation)
- La visualización por simplicidad (Simplicity screening)
- El análisis de frecuencia (Frequency analysis)
- El análisis de impactos emocionales (Emotional impact analysis)
- La selección de conceptos (Concept selection)

### **I.5.3. Técnicas y procedimientos de apoyo metodológico**

#### **I.5.3.1. Análisis coste-beneficio**

El análisis “coste-beneficio” se utiliza para encontrar la mejor relación entre el coste y el beneficio cuantificado de cada solución, como base para la decisión final. El método de evaluación requiere costes, precios y previsiones de ventas detalladas.

### **I.5.3.2. Análisis de eficiencia**

El análisis de eficiencia requiere los mismos cálculos que el análisis coste-beneficio, pero, además, algunos criterios de tipo no monetario, como el tiempo de entrega, consideraciones de fabricar o comprar, capacidades internas y externas necesarias, aspectos sociales, etc., se tendrán que ponderar de acuerdo con la política de la organización.

### **I.5.3.3. Otras técnicas de apoyo metodológico**

También pueden englobarse aquí todas aquellas técnicas que ayuden al estudio y comparación de alternativas procedentes de cualquier ámbito o disciplina relacionado con el producto, proceso o servicio en estudio.

### **I.5.4. Otras técnicas de medida y evaluación**

Además de las citadas, pueden considerarse en este grupo otras técnicas de medida y evaluación, entre las que destacan:

- El análisis métrico de costes (Cost Metric Analysis)
- Técnica del grupo nominal (Nominal Group Technique)
- El “T Charting”

### **I.5.5. Escalas**

Para acabar este apartado se dedica una sección referente a los tipos de escalas utilizadas para la medida y evaluación de alternativas. Esta ordenación se ha recogido de la obra de Shillito & De Marle (1992).

#### **I.5.5.1. Escala nominal**

Es la forma más baja de medida. Básicamente clasifica los elementos por nombre o similitud. Por ejemplo, elementos de una habitación que sean grandes o pequeños. Las técnicas de Pareto Voting y Q-Sort producen escalas nominales.

#### **I.5.5.2. Escala ordinal**

Una escala ordinal lista los elementos por posición y orden. Permite colocar nombres en algún tipo de orden. A este grupo pertenecen, entre otros, la clasificación, que se usa con frecuencia para hacer una lista de los elementos en un orden creciente o decreciente y la votación según la ley de Pareto, que produce un orden similar al de Q-Sort. Los diagramas FAST y los diagramas de flujo ordenan los elementos por causalidad y/o tiempo.

#### **I.5.5.3. Escalas por intervalos**

Las escalas de intervalos muestran el nombre, orden y distancia entre elementos diferencia de las escalas ordinales en que la distancia entre los elementos no es uniforme, como por ejemplo en una jerarquización de elementos ordinal del tipo

1,2,3,4,...n. De hecho, una escala de intervalos indica la distancia entre elementos adyacentes. Siguiendo el ejemplo anterior, una jerarquización por intervalos sería la que asignara valores de 1,4,5,9... Este tipo de escalas contiene mucha más información sobre el valor relativo de los elementos, sin embargo, solo representan los atributos relativos de los elementos evaluados, porque no existen en ellas un punto de referencia. El análisis de criterios, el DME, la comparación por pares, las puntuaciones sucesivas y la clasificación por categorías producen escalas de intervalos.

#### **I.5.5.4. Escalas por ratios**

Este tipo de escalas dan el nombre, orden, distancia y estándar absoluto del elemento para su referencia y comparación. Precisamente porque contienen una referencia, los elementos en una escala de ratio pueden ser comparados con elementos originalmente no incluidos en la relación de elementos estudiados, ya que la escala de medida no es relativa, funciona como una regla de dibujo. Ejemplos de escalas por ratios son las de tipo geométrico, energético, etc. En lo referente a lo aquí tratado, la comparación por pares en términos de coste y los modelos de puntuación producen escalas por ratios.

Una comparación entre todos los tipos de escala estudiados podría ser la siguiente:

- E. Nominal= nombre
- E. Ordinal= nombre+ orden
- E. por Intervalos= nombre+ orden + intervalo
- E. por Ratios= nombre+ orden + intervalo + referencia

## **I.6. TÉCNICAS DE PLANIFICACIÓN DEL VALOR**

Finalmente, se recogen una serie de técnicas englobadas en la ya definida "planificación del valor". Como puede observarse, estas técnicas hacen clara referencia a la aplicación de la metodología en un nivel estratégico.

### **I.6.1. Análisis de tendencias (Trend Analysis)**

Esta técnica implica el uso de gráficos de datos históricos extrapolándolos al futuro por medios estadísticos, permitiendo así predecir parámetros futuros como los costes de los productos considerados. Esta extrapolación simple de predicción de tendencias podrá ser complementada con otras técnicas de predicción. El análisis de tendencias engloba análisis de series de tiempos y métodos matemáticos de regresión y aproximación de curvas, así como los métodos econométricos de predicción tradicionales. Una extrapolación de tendencias más elaborada podría incluir la yuxtaposición de diversas técnicas.

### **I.6.2. Análisis de sustitución (Substitution Analysis)**

El análisis de tendencias, relacionado con la variable tiempo, en la mayoría de los casos supone cuantificar la evolución basándose en información referente al pasado. Sin embargo, el análisis de sustitución implica cuantificar la medida en el que la nueva tecnología se expandirá en el mercado y desplazará a las existentes. Se utiliza sobre todo para predecir el ratio de sustitución de una tecnología por otra, en orden a estimar el crecimiento de mercado de nuevos productos y la retirada de los existentes. Finalmente, prepara el camino para predecir las sustituciones basadas en criterios funcionales.

### **I.6.3. Análisis del gap (Gap Analysis)**

A menudo una disminución del valor de un producto es consecuencia de un descuadre de un balance de oferta y demanda. Las proyecciones de la demanda del consumidor pueden poner de manifiesto una falta de habilidad para cubrir esa demanda en el futuro. Mediante esta técnica se intenta identificar las diferencias futuras entre oferta y demanda, el "gap" o salto, e intentar analizar los medios para resolver el problema, abriendo las puertas a la innovación.

### **I.6.4. Los escenarios (Scenario Writing Technique)**

Es una técnica cualitativa de predicción utilizada para proyectar condiciones futuras basadas en las presentes mediante unas suposiciones dadas. Son útiles cuando los modelos numéricos de análisis de tendencias no pueden llevarse a cabo porque los datos numéricos no existen. Coates (1989) dice de ella que es "una gran técnica para explorar implicaciones futuras". Los escenarios pueden ser descritos de diversas formas, amplitudes, formatos y combinaciones. Las formas narrativas son más populares que los esbozos, a los cuales les falta detalle y son a menudo muy criticables. Generalmente, el establecimiento de varios escenarios alternativos, como tres o cinco, se construye como opuesto al simple y más probable escenario. Estos escenarios deben ser creíbles y relevantes, y se basan normalmente en datos recogidos durante el estudio de

planificación del valor. Según Hart (1991), los escenarios pueden ser medios poderosos para forzar a los miembros del equipo a mirar a futuros alternativos, ya que suponen hechos, especialmente los negativos, por lo que ayuda a reducir prejuicios.

#### **I.6.5. Modelizaciones del valor futuro**

Son modelos matemáticos que pueden utilizarse para simular la operación de los nuevos productos y procesos. Entre ellos destacan los modelos de sistemas dinámicos, los cuales permiten a los encargados de la planificación revisar el efecto de varias políticas en un futuro.

## I.7. BIBLIOGRAFÍA

AFNOR (1997) "Qualité en conception: la rencontre: besoin-produit ressources". Ed. AFNOR

Bopp A.L. & Grant R.P. (1989). "Statistical Process Control Based on Function Analysis". TAPPI Journal pp 77-79, April 1989.

Bytheway, C. W. (1965) "Basic Function Determining Technique", SAVE Proceedings, Vol 2., Boston.

Clancy, K.J. & Shulman, R.S. (1991) "The marketing Revolution: A Radical Manifesto for Dominating the Marketplace". Ed. Harper Business.

Comisión Europea (European Commission), (1992) "Value Management Handbook". Ed. European Commission DG XIII L-2920. Luxemburgo. Traducción al catalán de la ACAV (Associació Catalana d'Anàlisi de Valor y el Col·legi d'Enginyers Industrials de Catalunya). 1996.

Dell'Isola, A. (1997). "Value engineering. Practical Applications for Design, Construction, Maintenance & Operations" Ed. RS Means.

Fallon, C., 1965. "Using the combinex method in the measurement and comparison of value". National Electronics Conference Proceedings XXI.

Gordon, W.J.J., 1961. "Synectics". Ed. Harper & Bros.

Green, S.D. (1994) "Beyond Value Engineering: SMART Value Management for building projects". International Journal of Project Management, 12 (1), 49-56.

Kepner, C.H. & Tregoe, B. B. (1981). "The New Rational Manager". Princeton Research Press.

Kirk, S.J., 1994. "Quality modeling: defining project expectations". SAVE proceedings 1994.

Male S., Kelly J., Fernie, S, Grönqvist, M., Bowles, G. (1997). "A VM Best Practice Manual for Construction". Versión en borrador. Diciembre de 1997.

Male S., Kelly J., Fernie, S, Grönqvist, M., Bowles, G. (1997). "A VM Best Practice Manual for Construction". Versión en borrador. Diciembre de 1997.

Male, S., Kelly, J., Fernie, S., Grönqvist, M., Bowles, G. (1998a) "The Value Management benchmark: Research Results on an International Study". Ed. Thomas Telford.

Male, S., Kelly, J., Fernie, S., Grönqvist, M., Bowles, G. (1998b) "The Value Management benchmark: A good practice framework for clients and practitioners". Ed. Thomas Telford.

Miles, L.D. (1967 y 1989) “Techniques of Value Analysis and Engineering”, Ed. McGraw-Hill. (1ª y 3ª edición).

Norton, B.R. & McElligot, W.I., 1995. “Value Management in Construction. A practical guide”.Ed. Macmillan Press LTD.

Shillito, M.L. & De Marle, D.J., 1992. “Value. Its measurement, Design & Management”. Ed. John Wiley & Sons, Inc.

Smith, Hinchman & Grylls Associates Inc.(SH&G), 1993. “Value Engineering application in the design & construction of facilities”. Module I, ACEC/American Institute of Architects Value Engineering Seminar/Workshop. Detroit.

Sandberg, H.R. (1983). “Evaluation”. SAVE Proceedings XVIII.

Tassinari, R. (1994). “Pratique de l’Analyse Fonctionnelle”. Ed. Dunod, París. (traducción española: “El producto adecuado: práctica del análisis funcional”, Ed. Marcombo. Barcelona).