

M M M M  
M M M M  
M M M M

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA**

---

**DEPARTAMENT D'ENGINYERIA DE LA CONSTRUCCIÓ**

**Doctorat d'Enginyeria de la Construcció**

**ESTUDIO DE LA APLICABILIDAD DE DISTINTAS  
TÉCNICAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD EN LA  
ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE  
CONSTRUCCIÓN**

**APLICACIÓN AL DISEÑO DE EDIFICIOS INDUSTRIALES**

**TESIS DOCTORAL**

Por

**MIQUEL CASALS CASANOVA**

Ingeniero Industrial

Director

**PERE ALAVEDRA RIBOT**

Doctor Ingeniero Industrial

Terrassa, Barcelona, España.

Diciembre de 1997







**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA**

---

**DEPARTAMENT D'ENGINYERIA DE LA CONSTRUCCIÓ**

**Doctorat d'Enginyeria de la Construcció**

**ESTUDIO DE LA APLICABILIDAD DE DISTINTAS  
TÉCNICAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD EN LA  
ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE  
CONSTRUCCIÓN**

**APLICACIÓN AL DISEÑO DE EDIFICIOS INDUSTRIALES**

**TESIS DOCTORAL**

Por

**MIQUEL CASALS CASANOVA**

Ingeniero Industrial

Director

**PERE ALAVEDRA RIBOT**

Doctor Ingeniero Industrial

**UPC**

BIBLIOTECA RECTOR GABRIEL FERRATE  
Campus Nord





**«Conducimos hacia el futuro con  
la mirada puesta en el retrovisor.»**

**Marshall McLuhan**



# Agradecimientos

La realización de una Tesis Doctoral no requiere sólo de un importante trabajo personal de formación e investigación, sino que también necesita de un entorno de vida y de trabajo propicio y adecuado.

En mi caso ambas condiciones se han dado en grado superlativo.

Por un lado, y de una forma muy especial, mi esposa M. Carme, que me ha apoyado y me ha sufrido en todo momento, y a toda mi familia por su respeto y comprensión a mi trabajo.

Por otro lado mi Director de Tesis, el Dr. Ing. Pere Alavedra Ribot, que con su guía, ayuda, interés y motivación ha sido fundamental para llevar a buen término esta Tesis.

Junto con él, quiero agradecer su ayuda y dedicación al resto de componentes del Departamento de Ingeniería de la Construcción de la Universitat Politècnica de Catalunya, y muy en especial al Dr. Ing. Dídac Giménez y a todos aquellos que han contribuido de una forma directa a que este trabajo se haya podido realizar exitosamente.

Así mismo también quiero recordar a todos mis compañeros de doctorado, por el soporte mutuo que nos hemos ido dando a lo largo de estos años y a todos mis amigos en general por su paciencia y comprensión.

Mi agradecimiento también a la empresa que ha prestado la información necesaria para la comprobación de la metodología desarrollada, que aún y preferir estar en el anonimato la tengo muy presente en estas líneas.

Por último destacar que esta Tesis ha sido posible merced a la beca de Formación de Personal Investigador del Ministerio de Educación y Cultura, así como a las ayudas económicas recibidas para el desarrollo de la misma de la Associació d'Enginyers Industrials de Catalunya y de la Universitat Politècnica de Catalunya.

**Muchas gracias a todos.**







## Indice

<b>Capítulo I. Introducción, objetivos y contenido de la tesis</b>	<b>5</b>
1.0. Introducción al capítulo	5
1.1. Breve análisis a la evolución de la teoría de proyectos	6
1.1.1. Definiciones formales y académicas sobre el proyecto	6
1.1.2. Definiciones profesionales acerca del proyecto	7
1.1.3. La teoría de proyectos clásica	7
1.1.4. Las fases, etapas y ciclo de vida de un proyecto	9
1.1.5. El proyecto como sistema	11
1.2. La Dirección Integrada de Construcción o “Construction Management”	12
1.3. El análisis previo al proyecto: los estudios de viabilidad	14
1.4. Algunas causas actuales de problemas en la gestión de proyectos	15
1.5. Objetivo, justificación y contenido de la tesis	16
1.6. Bibliografía del capítulo	18
<b>Capítulo II. Un análisis genérico de la gestión de la calidad</b>	<b>21</b>
2.0. Introducción al capítulo	22
2.1. Definiciones del concepto <i>calidad</i>	22
2.2. La evolución de los conceptos de calidad	23
2.3. La Gestión Total de la Calidad (TQM)	26
2.3.1. Los elementos esenciales de TQM	34
2.3.2. La implantación del TQM	36
2.3.3. Los frutos del TQM	38
2.3.4. La mejora continua de la calidad	39
2.4. Los Sistemas de Calidad	41
2.4.1. Normativa nacional e internacional	42

2.4.2. Concepto de aseguramiento de la calidad	43
2.4.3. Los principios del aseguramiento de la calidad (QA)	43
2.4.4. Modelos para el aseguramiento de la calidad	44
2.4.5. Las Normas ISO 9000 como modelo de aseguramiento de la calidad	45
2.4.6. Elementos del Sistema de Calidad según ISO 9001	46
2.4.7. El Manual de Calidad	47
2.4.8. El Manual de Procedimientos	47
2.4.9. La Certificación	48
2.4.10. Peligros y problemas de la certificación	49
2.5. Auditorías	50
2.5.1. Definiciones y conceptos fundamentales de las auditorías	50
2.5.2. Realización de las auditorías	50
2.5.3. Tipos de auditorías relacionadas con la calidad y propósitos de las mismas	50
2.6. La planificación de la calidad	53
2.6.1. El Plan a largo plazo	53
2.6.2. El Plan anual. Dirección por objetivos	53
2.7. La relación entre la gestión de la calidad y la gestión medioambiental	54
2.8. Bibliografía del capítulo	58
<b>Capítulo III. Análisis de la gestión de la calidad en la industria de la construcción</b>	<b>61</b>
3.0. Introducción al capítulo	62
3.1. Consideraciones previas generales	63
3.1.1. Significados de la calidad en la construcción	63
3.1.2. Necesidad de calidad en la construcción	64
3.1.3. Particularidades del sector con respecto la calidad	66
3.2. La influencia de las normas en este nuevo enfoque	67
3.2.1. Las Normas como ayuda a la efectiva transferencia de información	68
3.3. Aspectos básicos en la aplicación de los conceptos de calidad a la construcción	69
3.3.1. La importancia del informe del diseño	70
3.4. El Control de Calidad en construcción	71

3.4.1. El Control de Calidad de los materiales	72
3.4.2. El Control de Calidad de ejecución	72
3.4.3. El Control de Calidad en la fase de diseño	74
3.4.4. La evolución hacia el Control Total de Calidad (TQC) como parte del Sistema de Calidad de la empresa constructora	75
3.5. Los Sistemas de Gestión de la Calidad bajo el enfoque de ISO 9000 en la construcción	77
3.5.1. La introducción de Sistemas de Calidad basados en ISO 9000 en las empresas contratistas	80
3.6. Los Sistemas de Calidad bajo los enfoques de TQM	84
3.6.1. Los clientes internos y externos en el proceso de construcción	85
3.6.2. La mejora continua en la construcción	87
3.6.3. Aplicación general de Gestión Total de la Calidad (TQM) en los proyectos de construcción	88
3.7. El enfoque de EE.UU. para lograr un modelo de TQM en construcción	89
3.7.1. Los elementos del modelo americano de TQM en construcción	90
3.7.2. La implementación del modelo americano de TQM en la construcción	90
3.8. El sistema nórdico de Gestión Total de la Calidad (TQMNW)	91
3.8.1. La evolución del modelo	91
3.8.2. Los puntos clave en la implementación del modelo	99
3.9. Construcción, calidad y costes.	102
3.9.1. Los costes de la calidad y los costes de la no calidad.	102
3.9.2. Las causas de los costes de calidad en construcción.	104
3.10. Bibliografía del capítulo.	107
<b>Capítulo IV. La aplicación de los conceptos de TQM e ISO 9000 a los proyectos de construcción</b>	<b>111</b>
4.1. Introducción al capítulo	112
4.2. Las influencias de los “padres” de la Gestión de la Calidad en la empresa proyectista	112
4.2.1. La aplicación de la ISO 9000 y de sus elementos del sistema al diseño en construcción	114
4.3. La implementación de los Sistemas de Calidad basados en ISO 9000 y TQM a la	118

empresa proyectista	
4.4. Las herramientas y técnicas para manejar y gestionar la calidad y su aplicación a la empresa proyectista	120
4.5. Técnicas centradas en la Gestión de la Calidad en la empresa proyectista y la mejora de sus procesos de trabajo	126
4.5.1. El informe de diseño del proyecto	126
4.5.2. Los planes de calidad de proyecto	126
4.5.3. Las auditorías y los procesos de auditoría	128
4.5.4. Revisión de diseños	129
4.5.5. Las listas de chequeo (checklists)	130
4.5.6. Contratos de asociación (partnering)	131
4.5.7. Control de documentos	131
4.6. La importancia de los ciclos de realimentación en el logro de la calidad en el proceso de diseño constructivo	133
4.7. Los costes de la calidad en el proceso de diseño constructivo	136
4.8. Bibliografía del capítulo	138
<b>Capítulo V. Un enfoque a clientes y usuarios: <i>el Concepto de Performance en edificación</i></b>	141
5.0. Introducción al capítulo	142
5.1. Discusión lingüística del concepto	142
5.2. Reseña histórica del concepto	145
5.3. La idea y los enfoques del concepto	146
5.4. Aplicación del <i>Concepto de Performance</i> al diseño constructivo	149
5.4.1. Metodología de aplicación del <i>Concepto de Performance</i>	151
5.5. La aplicación del concepto al <i>performance</i> de los componentes	152
5.5.1. Especificaciones de <i>performance</i>	152
5.5.2. Innovación de nuevos componentes	155
5.5.3. Métodos para evaluar el <i>performance</i> de los productos y su aplicación en el Control de Calidad de éstos	156
5.5.4. Información de proyecto necesaria para el tratamiento del <i>performance</i> de componentes	157

5.5.5. Propuesta de RILEM de una metodología para la evaluación del <i>performance</i> de los componentes	157
5.6. La aplicación del <i>Concepto de Performance</i> a todo el edificio	160
5.6.1. Documentación del <i>Concepto de Performance</i> aplicado a los edificios	164
5.6.2. Las guías del International Council for Building Research, Studies and Documentation	165
5.7. La evaluación de edificios	166
5.7.1. La evaluación posocupacional	166
5.8. Los desarrollos más recientes en relación con el <i>Concepto de Performance</i>	171
5.8.1. La Directiva Europea de Productos de Construcción	171
5.8.2. CIB TG 11 - Códigos basados en el <i>performance</i> de los edificios	171
5.8.3. Desarrollo de normas	171
5.8.4. La formación de WFTAO (World Federation of Technical Assessment Organizations)	172
5.9. Bibliografía del capítulo	172
<b>Capítulo VI. Conclusiones al estado del conocimiento</b>	<b>177</b>
6.0. Introducción al capítulo	177
6.1. Conclusiones al estado del conocimiento	177
6.2. Revisión del objetivo y del alcance de la tesis	185
6.3. Bibliografía del capítulo	186
<b>Capítulo VII. Métodos existentes de enfocar la etapa inicial del proyecto de construcción</b>	<b>187</b>
7.0. Introducción al capítulo	187
7.1. El método propuesto por el Royal Institute of British Architects para la realización de los trabajos previos al diseño constructivo	188
7.1.1. Primera etapa: el comienzo de las actividades	189
7.1.2. Segunda etapa: estudios de viabilidad del proyecto y del emplazamiento	190
7.1.3. Tercera etapa: preparación del anteproyecto	192
7.1.4. Cuarta etapa: finalización del informe del diseño y preparación del	195

proyecto básico	
7.2. La metodología programática: partes del estudio de programación	197
7.2.1. Estudios previos	198
7.2.2. Programación general	203
7.2.3. Programación detallada	206
7.3. Valoración y comentarios a los métodos estudiados	210
7.4. Bibliografía del capítulo	215
<b>Capítulo VIII. Metodología para mejorar la etapa de definición del proyecto constructivo</b>	<b>217</b>
8.0. Introducción al capítulo	217
8.1. Justificación de la necesidad del modelo	218
8.2. Descripción general del modelo	219
8.3. Descripción de las etapas del modelo	222
8.3.1. Etapa 1: Información General de la Empresa.	222
8.3.2. Etapa 2: Descripción de la Parcela.	224
8.3.3. Etapa 3: Descripción del Proceso Industrial.	225
8.3.4. Etapa 4: Tratamiento Global de los Edificios.	233
8.3.5. Etapa 5: Tratamiento Individual de las Zonas.	236
8.4. Bibliografía del capítulo.	242
<b>Anejo al Capítulo VIII. Estructuración formal de los Procedimientos de la Metodología propuesta para mejorar la etapa de definición del proyecto constructivo</b>	<b>245</b>
<b>Capítulo IX. Informatización del método propuesto</b>	<b>305</b>
9.0. Introducción al capítulo	305
9.1. Justificación y propósitos de la informatización	306
9.2. Características y organización global del programa	307
9.3. Descripción del módulo de introducción a programa	310

9.4. Descripción de los módulos de información referente al proceso industrial	314
9.5. Descripción de los módulos del tratamiento global de los edificios	323
9.6. Descripción de los módulos del tratamiento individual de las zonas	327
9.7. Bibliografía del capítulo	330
<b>Anejo al Capítulo IX. Documentación formal creada por la aplicación informática desarrollada</b>	<b>331</b>
<b>Capítulo X. Ejemplo de aplicación de la metodología</b>	<b>361</b>
10.0. Introducción al capítulo	361
10.1. Documentación originada en la aplicación del método al proyecto ejemplo	362
10.2. Resultados obtenidos	387
10.3. Valoración y comentarios	390
<b>Capítulo XI. Conclusiones y desarrollo futuro</b>	<b>393</b>
11.0. Introducción al capítulo	393
11.1. Conclusiones de la Tesis Doctoral	393
11.2. Desarrollo futuro previsible a partir de esta Tesis Doctoral	399







# Capítulo I. Introducción, objetivos y contenido de la tesis

## Estructura del capítulo

- 1.0. Introducción al capítulo
  - 1.1. Breve análisis a la evolución de la teoría de proyectos
    - 1.1.1. Definiciones formales y académicas sobre el proyecto
    - 1.1.2. Definiciones profesionales acerca del proyecto
    - 1.1.3. La teoría de proyectos clásica
    - 1.1.4. Las fases, etapas y ciclo de vida de un proyecto
    - 1.1.5. El proyecto como sistema
  - 1.2. La Dirección Integrada de Construcción o “Construction Management”
  - 1.3. El análisis previo al proyecto: los estudios de viabilidad
  - 1.4. Algunas causas actuales de problemas en la gestión de proyectos
  - 1.5. Objetivo, justificación y contenido de la tesis
  - 1.6. Bibliografía del capítulo
- 

## 1.0. Introducción al capítulo

En este primer capítulo de la Tesis Doctoral se van a introducir los aspectos fundamentales respecto al propósito general y alcance del trabajo y también se introducirán los objetivos, desde los más generales a los más particulares del mismo.

Asimismo, y en una etapa previa a esta definición de intenciones se realizará un breve estudio introductorio al entorno general de este trabajo, esto es, la teoría de proyectos de construcción y en particular los aspectos relativos a la dirección de proyectos (especialmente referentes a edificios industriales) con objeto de centrar desde un buen principio en su desarrollo cuáles son las intenciones asociadas a la elaboración de esta Tesis Doctoral, las cuáles no deben ser olvidadas en ningún momento de la elaboración de la misma, y además cuál podría ser su campo de aplicación en la práctica real, un aspecto muy importante a tener presente en la elaboración de una Tesis Doctoral por parte de un Ingeniero Industrial.

## 1.1. Breve repaso a la evolución de la teoría de proyectos

### 1.1.1. Definiciones formales y académicas sobre el proyecto

Como ya es sabido, porqué de esta forma suelen empezar los libros existentes sobre la temática proyectual, existen varias definiciones de lo que es proyecto. Así, el Diccionario de la Real Academia de la Lengua propone las siguientes acepciones:

1. *Geom. Representado en perspectiva*
2. *V. Ortografía proyecta*
3. *M. Planta y disposición que se forma para un tratado o para la ejecución de una cosa de importancia, anotando y extendiendo todas las circunstancias principales que deben concurrir para su logro.*
4. *Designio o pensamiento de ejecutar algo.*
5. *Conjunto de escritos, cálculos y dibujos que se hacen para dar idea de cómo ha de ser y lo que ha de constar una obra de arquitectura o ingeniería.*

Este quinto punto puede considerarse, como primera aproximación, la definición más tradicional y aún asumida por muchos proyectistas o diseñadores para los que el proyecto es simplemente este conjunto de escritos, cálculos y dibujos [...].

Frente a este concepto tan limitado, el Profesor Rafael de Heredia en su libro *Dirección Integrada de Proyectos* (Heredia, 1986) ya proponía que aunque ninguna de las definiciones sea exacta, la definición más acertada es la tercera de la lista anterior.

Una definición en esta línea de pensamiento con un enfoque más global y universal, es la ahora muy conocida y ya clásica definición en la que ya se introducían los aspectos que ahora se coincide que son los más importantes: "*Proyecto es la combinación de recursos humanos y no humanos, reunidos en una organización temporal para conseguir un propósito determinado*" (Cleland & King, 1975). Cómo se puede observar, en esta definición ya se incluyeron conceptos como la combinación de recursos, el carácter temporal y la necesidad de obtener algo (que evidentemente alguien demanda).

Actualmente la mayoría de autores consideran ya aquella primera idea muy restrictiva y prefieren utilizar como base conceptual esta segunda idea, donde un proyecto es el resultado, la materialización del hecho de proyectar. Así el Prof. R de Heredia (1995) reproduce la siguiente definición dada por el *Project Management Institute de EE.UU.*: "*proyecto es cualquier realización con punto de comienzo definido y con objetivos definidos mediante los que se identifican, entre otras cosas, la fecha de terminación*". A su vez el Prof. M. de Cos (1995) define *proyectar* como "*idear, trazar, disponer o proponer el plan y los medios para la ejecución de una cosa*".

Del conjunto de ideas transmitidas por estos autores en sus respectivas obras, se desprende como primer concepto básico y general sobre el tema, el espíritu de globalidad y nunca de restricción

que debe emanar de cualquier intento de definición del significado de *proyectar* o de sus derivados, en este caso la palabra *proyecto*.

### 1.1.2. Definiciones profesionales acerca del proyecto

El Decreto titulado “*Ingenieros. Tarifas de honorarios*” de fecha 19 de octubre de 1961, publicado en la aún Gaceta de Madrid el 25 de octubre de ese mismo año, y por todos los profesionales de la ingeniería muy conocido, dice “*Se entiende por proyecto la serie de documentos que definen la obra, en forma tal que un facultativo distinto del autor pueda dirigir con arreglo al mismo las obras y trabajos correspondientes*”, que como se puede apreciar en estas palabras se debe encuadrar en lo que se podría llamar la corriente tradicional.

La Ley 13/1995, de 18 de mayo del 1995, de Contratos de las Administraciones Públicas, en su artículo 124 dice “*Los proyectos de obras deberán comprender, al menos:*

- a) *Una memoria que, en las condiciones reglamentarias que se determinen, tendrá carácter contractual y recogerá las necesidades a satisfacer y los factores de todo orden a tener en cuenta.*
- b) *Los planos de conjunto y de detalle necesarios para que la obra quede perfectamente definida.*
- c) *El pliego de condiciones técnicas particulares donde se hará la descripción de las obras y se regulará su descripción.*
- d) *Un presupuesto integrado o no por varios parciales, con expresión de los precios unitarios y de los descompuestos, estados de mediciones y los detalles precisos para su valoración.*
- e) *Un programa de desarrollo de los trabajos en tiempo y coste óptimo, de carácter indicativo.*
- f) *Cuanta documentación venga prevista en normas de carácter legal o reglamentario. [...]*”

Las dos novedades que incluye esta Ley respecto de la legislación anterior son el dotar de carácter contractual a la memoria y la inclusión de un documento llamado programa de desarrollo. A pesar de estos cambios sigue siendo una aproximación bastante tradicional y poco imaginativa, y evidentemente no es precisamente una muestra de innovación reglamentaria aunque incluya ya el programa de desarrollo (además rebaja la importancia de éste introduciéndole el carácter indicativo).

Según M. de Cos (1995), los enfoques limitativos deben considerarse al menos como incompletos y anticuados. Para este mismo autor los enfoques limitativos se refieren a aquellos que se centran en la pura descripción técnica (como ha de ser) y en el aspecto económico (lo que ha de costar), desconociendo aspectos tan importantes como el origen de la obra (porqué hacerla), su finalidad (para que servirá), el modo en que se va a desarrollar (como hacerla), o el entorno en el que ha de realizarse.

### 1.1.3. La teoría de proyectos clásica.

El proyecto tradicional está orientado exclusivamente a la obra como resultado y además desvincula totalmente a ésta del proyecto como tal. Según M. de Cos (1995) “*el proyecto*

*tradicional es fruto de una época menos compleja, donde la figura del ingeniero tenía gran representatividad y su trabajo como profesional era suficiente para resolver áiosamente la mayoría de los problemas técnicos de diseño, cálculo e incluso dibujo, sin que fuese necesario un equipo humano multidisciplinar importante ni una organización eficaz que mantenga costes y plazos a la vez que proporcione la calidad deseada”.*

En la teoría clásica, la primera etapa del proyecto se denomina comúnmente anteproyecto. En él se recogen los planteamientos generales y se justifican las soluciones globales adoptadas para los distintos problemas que conlleva el proyecto en cuestión. En este sentido está la definición del conocido Decreto de 1961 de la cuál se deduce que el anteproyecto contempla globalmente el objeto del proyecto pero lo estudia con menos profundidad, así los documentos fundamentales que lo constituyen tendrán un menor alcance que los equivalentes del proyecto.

El resto de documentos exigidos según el Decreto de 1961 son memoria, planos, pliego de condiciones y presupuesto. Hasta hace poco sólo el pliego y los planos tenían carácter vinculante. Según la nueva Ley de Contratos de las Administraciones Publicas, como ya se ha visto, la memoria adquiere carácter contractual y se prevé la elaboración de un nuevo documento independiente: la programación.

MEMORIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memoria descriptiva.</li> <li>• Cálculos justificativos.</li> <li>• Planificación y programación.</li> <li>• Anejos (según cada proyecto)</li> </ul>
PLANOS	
PLIEGO DE CONDICIONES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condiciones generales (legales y administrativas).</li> <li>• Condiciones de materiales y equipos.</li> <li>• Condiciones de ejecución.</li> <li>• Condiciones económicas.</li> </ul>
PRESUPUESTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mediciones parciales y totales.</li> <li>• Precios unitarios y descompuestos.</li> <li>• Presupuestos parciales.</li> <li>• Presupuesto general.</li> </ul>

**Figura 1.1. Documentos formales del proyecto y contenido de los mismos.**

Desde el punto de vista legal, en España, el visado por el Colegio Oficial correspondiente del proyecto firmado por el autor finaliza la fase propiamente proyectual.

La obra objeto de ese proyecto, puede ser realizada después bajo la dirección del propio autor o de otro facultativo distinto. En este segundo caso, este último proyectista debería hacer una

revisión del mismo, ya que desde el momento en que acepta la dirección facultativa se responsabiliza de la calidad del proyecto recibido y es el principal responsable de la obra.

#### 1.1.4. Las fases, etapas y ciclo de vida de un proyecto.

La descomposición del proyecto en etapas o fases es una norma general en la mayoría de los textos sobre teoría de proyectos y merece algún comentario especial.

Al igual que ocurría con las definiciones, aquí también los autores expresan ciertas diferencias entre ellos con relación al número de etapas y al alcance temporal de éstas, aunque en general coincidan a grandes rasgos en lo que comprende cada una de ellas.

Así se encuentran autores que definen tres etapas (Pereña, 1991; Pereña, 1996), y autores que contemplan cuatro e incluso cinco etapas (Heredia, 1995). La mayor diferencia entre ellos es debida propiamente al enfoque conceptual de los proyectos, más de tipo tecnológico y de proceso industrial en el primer autor y más de construcción y edificación en el segundo.

A continuación, adoptando la clasificación dada por el Prof. R. de Heredia (1995) por parecer más adecuada, se introducen unos breves comentarios sobre cada una de estas etapas:

##### 1. *Fase conceptual de planificación y definición o, periodo de estudios de viabilidad en los proyectos de construcción.*

Las características del proyecto implican la necesidad de una fase o una serie de etapas previas destinadas a la planificación o preparación del mismo y que permitan concretar o formular las ideas iniciales, definiendo el alcance, circunstancias y aspectos condicionantes del posible proyecto. Esta fase previa tiene una gran trascendencia para la buena marcha del proyecto y deberá ser especialmente cuidada.

Todo proyecto surge a partir de una idea o necesidad, frecuentemente inconcreta e indefinida, que alguien ha concebido y que va a ir tomando forma poco a poco hasta llegar a la decisión firme de ejecutarlo y convertirse en un verdadero proyecto con todos sus elementos. La finalidad de esta etapa es evaluar si esta idea principal es factible, si debe abandonarse, si puede resurgir después de un periodo de letargo o si debe modificarse radicalmente en el transcurso de este proceso previo.

Todos los autores coinciden en la enorme importancia de esta etapa, señalándola como la mas importante de todo el proceso proyectual y que en ningun caso debe ser menospreciada bajo la inquietud habitual de ver resultados excesivamente pronto. (Heredia, 1986 y 1995; Pereña, 1991 y 1996).

##### 2. *Fase de diseño.*

Representa el conjunto de tareas y actividades que suponen la realización propiamente dicha del diseño detallado del sistema. Responde, ante todo, a las características técnicas específicas e hipótesis básicas definidas en la fase anterior.

##### 3. *Fase de ejecución o realización.*

Como ya se ha dicho, todo proyecto está destinado a finalizarse en un plazo predeterminado, culminando en la entrega de la obra al cliente, comprobando que funciona adecuadamente y

responde a las especificaciones en su momento aprobadas. Esta fase es también importante no sólo por representar la culminación de la operación, sino por las dificultades que suele presentar en la práctica y los retrasos y costes imprevistos que suele conllevar.

En muchos proyectos constructivos, las fases segunda y tercera se suelen solapar en gran medida con objeto de reducir plazos de ejecución. Este es el principio que se esconde bajo las ideas de ingeniería concurrente o las más recientes conocidas bajo el nombre de “lean construction” y las cuáles están empezando a surgir con fuerza en el panorama internacional (Alarcón, 1997).

Aunque el proyecto constructivo puede entenderse ya finalizado, se debe considerar la aparición de unas etapas posteriores que cada vez son más importantes. Estas etapas si bien quedan fuera del proceso “normal” de proyecto son fundamentales en relación con la recogida de información e ideas para la realimentación y la mejora de nuevos proyectos futuros:

#### 4. *Fase de operación normal o de vida de la construcción.*

El proyecto propiamente no existe y el edificio funciona, se podría decir, en régimen normal.

Aquí conviene considerar que la transición del proyecto a la fase de uso o explotación resulta ser especialmente delicada. La experiencia demuestra que la finalización del proyecto tiende a alargarse excesivamente y los remates finales suelen requerir tiempos excesivamente dilatados, es decir, el proyecto está “casi” terminado pero no se acaba del todo (Pereña, 1996).

Además de esto, una vez ya en régimen normal y aunque aquí el proyecto como tal ya no exista, las experiencias más recientes indican que esta fase debe haber sido muy bien planificada y tenida muy en cuenta anteriormente, por ejemplo, con los temas relacionados con el mantenimiento y los gastos de explotación del edificio, el tiempo de vida y la respuesta y el comportamiento esperados de la construcción, etc.

Es muy recomendable, una vez acabado el proyecto y con el resultado ya definitivamente aceptado, efectuar un balance de los resultados obtenidos en relación con los objetivos propuestos.

#### 5. *Fase de desactivación o de desconstrucción.*

Siguiendo con las tendencias más actuales, y aunque en muchos casos esta fase es objeto de un proyecto posterior específico, no debe olvidarse que en el fondo estará completamente influida por las decisiones tomadas en el momento de la construcción, por lo tanto las implicaciones que puedan surgir en esta última fase de la vida del proyecto deben haber sido ya tenidas en cuenta desde las primeras etapas del proyecto constructivo.

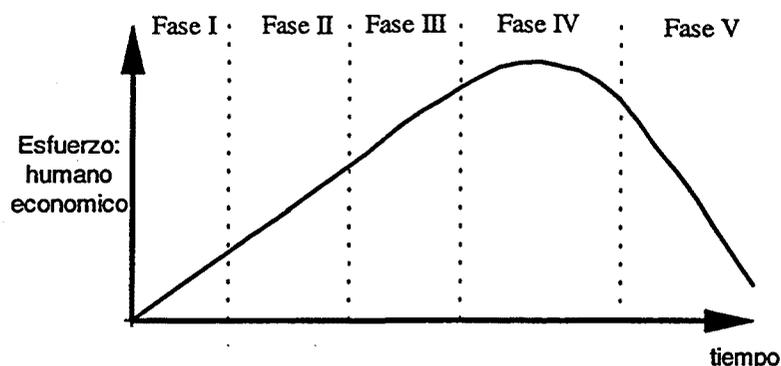


Figura 1.2: Ciclo de vida de un proyecto

### 1.1.5. El proyecto como sistema.

En los proyectos, como en otras muchas actividades, deben definirse sus objetivos, al menos en términos de calidad, coste y tiempo.

Estos objetivos están interrelacionados entre sí y son indisolubles. La modificación de uno altera los otros. Por todo esto, forman lo que en teoría de proyectos recibe el nombre de *sistema*.

El momento inicial es cuando más conveniente es definir estos objetivos, con lo cuál la fase de definición toma una importancia vital en todo el proceso de proyecto. Definir estos objetivos con claridad es fundamental, ya que a través de esta definición se tendrá el patrón para comparar el futuro cumplimiento de éstos. Es por esto que *los objetivos deben ser concretos, medibles y definidos por especificaciones* (Heredia, 1985 y 1995).

La posterior introducción de algún cambio en el proyecto, probablemente afectará a uno o varios de estos objetivos, con lo cuál si no se corrigen estos adecuadamente, difícil será poderlos seguir cumpliendo. Es evidente que cuanto más tarde se introduzca el cambio en el proyecto, más costoso será redefinir los objetivos y más negativamente afectará al desarrollo proyectual.

De la consecución de todos estos objetivos, junto con la interrelación de todos los factores que aquellos implican en las distintas fases del proyecto, nace lo que se conoce como Dirección Integrada del Proyecto -DIP- (Project Management -PM-) que no debe confundirse con el término Construction Management -CM- (Dirección Integrada de Construcción -DIC-), también muy oído actualmente. Este último es sólo un subsistema, una aplicación "parcial" (si es que se puede imaginar parcialidad en el vocablo inglés "Management") del anterior a los Proyectos de Construcción, y no abarca el ciclo de vida completo de un proyecto a diferencia del término Project Management que sí lo abarca.

En este punto se debe advertir sobre las diferencias lingüísticas existentes entre el inglés y el español respecto de la palabra "*construction*". Así en el entorno inglés esta palabra abarca *toda* la vida del edificio, desde el inicio de la idea hasta su derribo. Para la lengua inglesa al simple acto o arte de construir se le llama "*building*" pero no "*construction*". Esto puede provocar algún que otro problema de interpretación a lo largo del desarrollo de esta Tesis Doctoral, en

función de la interpretación que se le dé a dicha palabra. Vale la pena advertir que, en general, se ha usado la palabra *construcción* en su sentido más amplio y general.

Por otro lado, la teoría de sistemas y sus aplicaciones proporcionaron nuevos conceptos y nuevas formas de enfocar el problema del desarrollo completo de los proyectos sean constructivos o no.

## 1.2. La Dirección Integrada de Construcción o “Construction Management”

Centrándonos ya en el entorno de la construcción, se desarrollarán aquí unas ideas básicas de lo que actualmente se entiende por Dirección Integrada de Construcción (DIC) o “*Construction Management*” (CM).

La construcción, a su vez, también puede ser vista de forma sistémica ya que forma parte del “sistema empresa” que a su vez forma parte del “sistema económico-social” (Heredia, 1981, 1985 y 1995).

Esta forma de abordar un proyecto reconociendo que la Construcción es un sistema, dentro del cual se da un proceso que se encuentra determinado desde el principio a fin por el entorno, los elementos que la componen y los agentes que intervienen constituye uno de los elementos conceptuales más importantes que incorpora el CM.

El objetivo central, pero no único, tanto del “Project Management” en general como del “Construction Management” en particular es satisfacer de la forma más eficiente las necesidades e intereses del cliente propietario (Santana, 1990).

Detrás de los conceptos del Construction Management conviene destacar las siguientes ideas que posteriormente irán apareciendo a lo largo de toda esta tesis:

- Las definiciones de los términos coinciden en unos aspectos claramente globalizadores e integradores.
- Los servicios de los profesionales en CM se suelen asimilar a los de una consultoría que participe en todo el proceso constructivo, que ejerza el seguimiento y control de todo éste para conseguir los objetivos de coste, plazo, calidad/desempeño/funcionalidad, etc.
- Estos servicios profesionales en CM deben ser ofrecidos por una persona (o mejor por un equipo pluridisciplinar) experta y al día en todo lo relativo al proceso constructivo y el management, y además con suficiente poder de decisión dentro de todo el proceso.

Según Heredia (1993) la mayor ventaja de la DIP/DIC es que se está verificando un control continuo de todo lo que pasa; se conoce el efecto de cualquier cambio y así se puede calibrar su importancia en plazo, coste y otros aspectos del proyecto. Con todo ello se tienen elementos de decisión suficientes para decidir si el cambio es imprescindible o no.

Otra ventaja asociada a la anterior es que al emplear un sistema DIP en la ejecución de una obra, la propiedad tiene el control en todo momento de todos los aspectos de la inversión, incluso desde los estudios iniciales y el proyecto constructivo, y como al final todo se traduce en dinero, se puede realizar un control férreo y efectivo sobre las desviaciones económicas del proyecto, que suelen ser causa y origen de muchos conflictos y problemas posteriores.

A continuación, en la figura 1.3, se mostrarán dos esquemas extraídos de Heredia (1995) donde se puede comparar esquemáticamente las diferencias organizativas básicas y conceptuales que la aplicación de la DIC introduce en el proceso constructivo habitual.

En ellos se podrá observar además, que se pasa de tener un sistema de responsabilidades muy diluido y esparcido a un sistema concentrado, aspecto a todas luces interesante para el cliente. Otro punto en el cuál incide la DIP es que se pasa de tener un sistema formado por equipos aislados sin Management, a un sistema integral con la consiguiente optimización más eficiente de todos los recursos empleados.

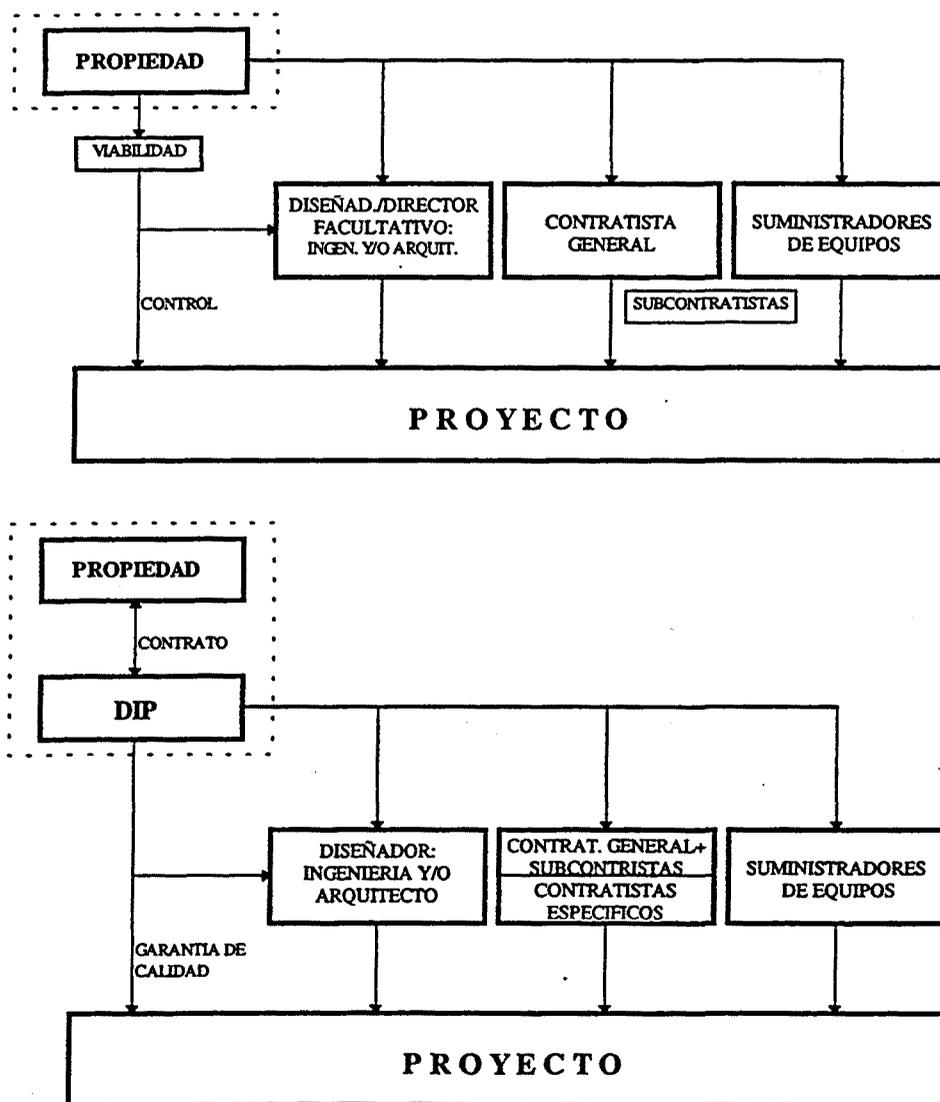


Figura 1.3: Diferencias organizativas en un proyecto constructivo usando una estructura DIP o sin ella. Fuente: Heredia (1995)

Quizás el único punto de discusión que introduce el concepto, es saber si el uso de un sistema DIP puede coartar la libertad de decisión de las partes implicadas en un proyecto previamente planificado. El profesor Heredia (1993) indica al respecto *“realmente la DIP no impide introducir cambios durante la vida del proyecto, pero para que estos no incidan y dañen de una manera importante un Proyecto, deben introducirse en las etapas iniciales, cuando sólo lo que se está generando es papel”*.

En la misma obra, más adelante afirma *“el objetivo calidad se ha considerado como algo ajeno y casi separado del sistema DIP, no prestándole la misma atención que al management del coste y del plazo de ejecución; por definición, la calidad es uno de los objetivos a establecer, controlar y dirigir previsionalmente, para así ser capaces de obtenerlo al final de la ejecución del proyecto”* (Heredia, 1993). En la figura 1.4, extraída del mismo libro del Prof. Heredia se explica de una forma intuitiva esta interdependencia entre los distintos objetivos, poniéndolos todos ellos al mismo nivel de importancia.

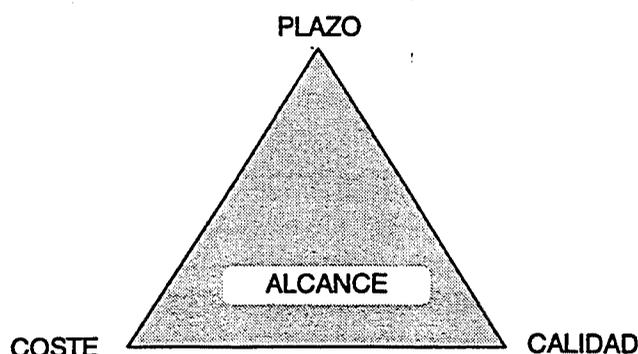


Figura 1.4: Objetivos de un proyecto. Fuente: Heredia (1993)

### 1.3. El análisis previo al proyecto: los estudios de viabilidad.

En muchas ocasiones será necesario realizar en estos momentos diversos análisis o estudios con carácter previo a la adopción de la decisión definitiva sobre si acometer el proyecto o no. Sin estos estudios es posible que subsistan muchas dudas e incertidumbres de diversa naturaleza: sobre viabilidad, rentabilidad, financiación, adecuación a la demanda, consumidores/usuarios potenciales, etc...

Para ayudar a despejar éstas, y sin ánimo de exhaustividad, habitualmente se clasifican los estudios previos que pueden preceder a la decisión de ejecutar el proyecto en cuatro grandes grupos:

#### 1. Estudios técnicos

Tienen que ver con las características técnicas del proyecto y dependen del tipo de éste.  
Por ejemplo:

- estudios de viabilidad técnica
- estudios geológicos

- estudios sobre materiales
- estudios sobre el clima
- estudios de seguridad o impacto ambiental
- estudios urbanísticos
- etcétera

## 2. Estudios de mercado y comerciales

## 3. Estudios financieros

Será necesario estudiar el presupuesto de la obra, su distribución en el tiempo y qué recursos van a utilizarse para financiar la inversión.

## 4. Estudios de rentabilidad y de coste/eficacia

Será necesario que la inversión del proyecto a acometer sea rentable, tanto en valores absolutos como comparativamente.

Finalizados estos estudios se deben documentar formalmente los resultados y conclusiones obtenidas. Además, se debe tener presente que los estudios de viabilidad, tal como se ha dicho son algo más que estudios técnicos o económicos y en la práctica habitual en este país esto se olvida muy a menudo.

## **1.4. Algunas causas actuales de problemas en la gestión de proyectos**

En muchos casos, mientras se ejecuta la obra prevista, surgen nuevas circunstancias o necesidades del cliente que aconsejan la reconsideración más o menos profunda de los objetivos inicialmente establecidos y, tal vez, la modificación parcial de éstos para ajustarlos a la nueva situación. Esta modificación de los objetivos, bastante frecuente por el carácter inusual de los proyectos, es una de las causas más importantes de conflictos e insatisfacciones, tanto para el cliente como para el equipo de proyecto, usándose además en muchos casos como justificación frente a fallos de gestión e incumplimientos de los objetivos de coste y plazo.

A su vez, los proyectistas padecen a menudo a clientes que están pidiendo constantemente cosas que no habían sido previstas con anterioridad, o que están cambiando sus ideas sobre ciertos aspectos del proyecto, lo cual es causa de retrasos y suplementos de coste que justifican el incumplimiento de los objetivos, además de perturbar la labor del equipo proyectista. Por su parte el cliente suele creer que si pide alguna modificación, esta es sin importancia y que no debería repercutir sobre los objetivos generales, y que si el proyectista adopta una postura rígida es para poder imputar al cliente incumplimientos de una mala gestión.

Para evitar estas tensiones, ante todo, es necesario tener una excelente definición de los objetivos del proyecto: estos deben ser claros, compartidos y asumidos por ambas partes para evitar conflictos e interpretaciones divergentes. Así mismo los posibles cambios deben ser tratados como una alteración contractual y como tal deben volver a definirse.

Otra práctica muy extendida en las empresas contratistas es, dada la importancia que tienen los aspectos comerciales y la preparación de las ofertas, la de separar las tareas de negociar y realizar la oferta de la labor de dirigir y ejecutar el proyecto. Esta separación es la causa de muchos problemas en la gestión de los proyectos, tanto en el intercambio de información como en el del cumplimiento de los objetivos. A menudo, por parte de los comerciales, se consiguen contratos con problemas técnicos pensando en que ya se solucionarían y a su vez el técnico piensa que las desviaciones en el cumplimiento de los objetivos se debe a una mala oferta comercial en el inicio. Este antagonismo viene provocado por el propio carácter de la oferta, donde un buen planteamiento técnico que no obtenga el contrato, evidentemente es una mala oferta y la obtención de un contrato mediante el ofrecimiento de condiciones que luego no podrán ser respetadas, además de censurable éticamente, será un hervidero de conflictos, costes y tal vez pérdidas en la fase de ejecución. Este escenario es habitual, por ejemplo, en concursos promovidos por la Administración con adjudicaciones a empresas que ofrecen bajas importantes y que es evidente que no se podrán respetar posteriormente.

## **1.5. Objetivo, justificación y contenido de la tesis.**

Se acaban de introducir varias ideas sobre algunos orígenes de problemas en la práctica de la profesión, todos ellos son muestras de lo que se podría llamar la no calidad del sistema construcción. A pesar de estas evidencias, frecuentemente los aspectos relacionados con la calidad en la edificación suelen limitarse a parcelas relativamente estrechas y especializadas. Esto origina que los términos adquieran unas connotaciones muy precisas de calidad constructiva, referida principalmente al control de materiales y su proceso de ejecución. Por esta razón suelen valorarse puntos de vista relacionados con la seguridad y el confort en detrimento de otros más globales e integradores del problema, ya que en una obra mal concebida el control de materiales solamente evitará una pequeña parte de los problemas que puedan surgir.

Multitud de estudios ponen de manifiesto que es en la fase de proyecto donde tienen origen la mayor parte de problemas posteriores que suponen alrededor de la mitad de todos los costes asociados a errores y a la no calidad, frente a un 30% en ejecución y un 15% producidos por los materiales empleados (Heredia, 1993; UNTEC, 1995).

**El Propósito final de la presente Tesis Doctoral será el de desarrollar una metodología de trabajo para contribuir a la mejora de la calidad en el proceso constructivo, concretamente en la fase más importante de la elaboración del proyecto constructivo: la fase inicial de definición del mismo.**

Para ello se plantean los siguientes **Objetivos**:

- Realizar una exhaustiva Recopilación Bibliográfica para definir el entorno global del trabajo. La principal dificultad en esta primera parte de la Tesis es la gran cantidad de información que han generado los temas relacionados con la calidad, tanto desde un punto de vista general como particular del sector de la construcción.
- A la vista de esta recopilación y dentro del Estado del Conocimiento de la Tesis se extraerán conclusiones acerca de la situación de este entorno global para plantear de una forma concreta y justificada el posterior Desarrollo Experimental, parte fundamental de la aportación personal de este autor al entorno de la ciencia.

En concreto, el **Capítulo II** se destinará a realizar, de una forma breve, el análisis global de los conceptos generales relacionados con la gestión de la calidad.

El **Capítulo III** servirá para realizar el análisis de la aplicación de los conceptos relacionados con la gestión de la calidad en la industria de la construcción.

El **Capítulo IV** será destinado a realizar el estudio de la aplicación de los conceptos de la Gestión Total de la Calidad y de los conceptos introducidos por las normas de la serie ISO 9000 a los proyectos de construcción, tanto desde el punto de vista de procesos de trabajo como de los propios resultados del trabajo de los proyectistas.

En el **Capítulo V** se realizará el análisis general de las teorías introducidas por lo que se denominará *el concepto de performance en construcción*, con la focalización de las mismas en la satisfacción de los clientes y usuarios de los proyectos de construcción.

Como se puede observar el método de trabajo seguido es empezando desde las teorías más generales, ir avanzando en el estudio del Estado del Conocimiento a medida que se va centrando éste, cada vez de una forma más concreta, en el objetivo final que se pretende obtener.

Así, en el **Capítulo VI** y para finalizar la parte de Tesis dedicada al Estado del Conocimiento se desarrollarán unas conclusiones a esta primera parte del trabajo, que a su vez servirán para centrar de una forma razonable y justificada los objetivos de la segunda parte de la Tesis dedicada al Desarrollo Experimental.

- En la parte experimental, se pretende desarrollar una metodología que asegure que la información recopilada en la etapa inicial del proyecto es correcta y suficiente, y que la propia etapa de definición del proyecto se realiza de forma correcta, contribuyendo con ello a mejorar la calidad global del proyecto constructivo, centrando éste en la satisfacción del cliente y usuario, y por lo tanto mejorando de forma global la calidad de todo el proceso constructivo.

El **Capítulo VII** se destinará a estudiar métodos que puedan ser en algún aspecto coincidentes o al menos tener enfoques parecidos a la metodología que se pretende desarrollar.

El **Capítulo VIII** se dedicará a la justificación, elaboración, desarrollo y descripción de la metodología propuesta.

En el **Anejo al Capítulo VIII** se mostrará la metodología descrita y ya colocada en un formato concreto, utilizable y manejable.

- Una vez desarrollada esta metodología se realizará su adecuación al uso, esto es, se dispondrá de la misma en un entorno de trabajo fácil y asequible para cualquier usuario potencial. Para ello se realizará una aplicación informática que permita el uso de la metodología de una forma ágil y eficaz, a la vez que asegure que ésta se puede usar por cualquier tipo de usuario.

El **Capítulo IX** será destinado a describir la aplicación informática desarrollada para facilitar el uso de dicha metodología.

En el **Anejo al Capítulo IX** se adjuntan los documentos elaborados de forma automática que resultan del uso del programa descrito.

- Para acabar este Desarrollo Experimental se realizará la aplicación de la metodología y del programa a un caso concreto, a modo de validación y ejemplo, para poder evaluar la utilidad de dicha metodología.

En el **Capítulo X** se desarrolla una aplicación de la metodología a un caso de estudio concreto con objeto de poder valorar la utilidad de ésta y poder extraer conclusiones de la misma.

- Finalmente y para terminar esta Tesis Doctoral se extraerán todas las conclusiones más importantes y las aportaciones más relevantes de esta Tesis así como se establecerán las recomendaciones sobre futuras líneas de investigación que puedan completar este trabajo y que ayuden a la mejora de la calidad en el entorno de la construcción.

En el **Capítulo XI** se extraen y exponen las conclusiones y aportaciones más relevantes de esta Tesis junto con las posibilidades de desarrollos futuros.

## 1.6. Bibliografía del capítulo

Alarcón, L. (1997). *Lean Construction*. Rotterdam: A.A.Balkema.

Cos, M. de. (1995). *Teoría general del proyecto. Dirección de proyectos/Project management*. Madrid: Síntesis SA.

Cleland, F.; King, J. (1975). *Systems Analysis and Project Management*. New York: McGraw-Hill.

España. (1995). *Ley 13/1995, de 18 de mayo, de contratos de las Administraciones Públicas*. Boletín Oficial del Estado, núm. 119 (19 de mayo de 1995).

España. (1961). *Decreto de 19 de octubre, de Ingenieros.Tarifas de honorarios*. Gaceta de Madrid, núm. 255 (25 de octubre de 1961).

Heredia, R. de. (1995). *Dirección Integrada de Proyecto DIP: Project Management*. Madrid: ETS Ingenieros Industriales. Servicio de Publicaciones.

Heredia, R. de. (1993). Heredia, R. de. (1993). *Calidad Total. Conceptos generales y aplicación a Proyectos de Construcción*. Madrid: Ed. Alción.

Heredia, R. de. (1985). *Dirección Integrada de proyecto "Project Management"*. Madrid: Alianza Editorial S.A.

Heredia, R. de. (1981). *Arquitectura y urbanismo industrial: diseño y construcción de plantas, edificios y polígonos industriales (2ª edición)*. Madrid: ETS Ingenieros Industriales, Sección de Publicaciones.

Merchán, F. (1996). *Manual de control de calidad total en la construcción. 2ª edición revisada y aumentada*. Madrid: Dossat 2000.

- Pereña, J. (1996). *Dirección y Gestión de proyectos. 2a edición revisada y ampliada*. Madrid: Ed. Díaz de Santos S.A.
- Pereña, J. (1991). *Dirección y Gestión de proyectos*. Madrid: Ed. Díaz de Santos S.A.
- Santana, G. (1990) *Dirección Integrada de proyectos de construcción (Construction management)*. Madrid: Colegio de Ingenieros de caminos, canales y puertos (Monografía).
- Universitat Tècnica d'Estiu de Catalunya. (1995). *Responsabilidad, siniestralidad y garantías en la construcción*. Sitges: UNTEC (Curso de verano).



# Capítulo II. Un análisis genérico de la gestión de la calidad

## Estructura del capítulo

2.0. Introducción al capítulo

2.1. Definiciones del concepto *calidad*

2.2. La evolución de los conceptos de calidad

2.3. La Gestión Total de la Calidad (TQM)

2.3.1. Los elementos esenciales de TQM

2.3.2. La implantación del TQM

2.3.3. Los frutos del TQM

2.3.4. La mejora continua de la calidad

2.4. Los Sistemas de Calidad

2.4.1. Normativa nacional e internacional

2.4.2. Concepto de aseguramiento de la calidad

2.4.3. Los principios del aseguramiento de la calidad (QA)

2.4.4. Modelos para el aseguramiento de la calidad

2.4.5. Las Normas ISO 9000 como modelo de aseguramiento de la calidad

2.4.6. Elementos del Sistema de Calidad según ISO 9001

2.4.7. El Manual de Calidad

2.4.8. El Manual de Procedimientos

2.4.9. La Certificación

2.4.10. Peligros y problemas de la certificación

2.5. Auditorías

2.5.1. Definiciones y conceptos fundamentales de las auditorías

2.5.2. Realización de las auditorías

2.5.3. Tipos de auditorías de calidad

## 2.6. La planificación de la calidad

### 2.6.1. El Plan a largo plazo

### 2.6.2. El Plan anual. Dirección por objetivos

## 2.7. La relación entre la gestión de la calidad y la gestión medioambiental

## 2.8. Bibliografía al capítulo

---

## 2.0. Introducción al capítulo

En el presente capítulo se pretende realizar un análisis de todos los conceptos generales relacionados con la introducción y el logro de la calidad en las empresas. Desde las propias definiciones conceptuales, pasando por la evolución histórica de estos mismos conceptos, hasta llegar al análisis más profundo de lo que son los sistemas de calidad basados en la conocida serie de normas ISO 9000 junto con los más amplios conceptos conocidos por Gestión Total de la Calidad, para terminar con los nuevos enfoques que propugnan la integración de la gestión de los distintos aspectos globales de la empresa.

A pesar de la abundante información (y ciertamente, en demasía, la información puede llegar a ser un gran inconveniente) que se puede encontrar sobre estos temas, se ha pretendido elaborar un análisis completo pero a la vez lo más ágil y manejable posible. También se debe tener presente que se han dejado las implicaciones de todos estos conceptos en relación con la construcción en general y los proyectos constructivos en particular para próximos capítulos.

## 2.1. Definiciones del concepto *calidad*

Aunque en la abundante bibliografía existente aparecen docenas de definiciones, a continuación se darán las que bajo el punto de vista de este autor son más relevantes ya sea porque han sido dadas por algún autor de especial relevancia en el tema, o porque se han considerado como fundamentales:

1. Conjunto de cualidades que constituyen la manera de ser de una persona o cosa. (Real Academia de la Lengua)
2. Conjunto de propiedades y características de un producto, proceso o servicio, que le confieren su aptitud para satisfacer necesidades establecidas o implícitas (ISO 8402 y UNE 66001).
3. Cumplimiento con los requisitos (Crosby, 1979).
4. La idoneidad o aptitud para el uso (Juran, 1981).
5. Pérdidas mínimas para la sociedad en la vida del producto (Taguchi, 1986).

6. Satisfacción de las expectativas del cliente (Feigenbaum, 1986).
7. Un grado predecible de uniformidad y fiabilidad a bajo coste y adecuado a las necesidades del mercado (Deming, 1989).
8. Aquello que el cliente está dispuesto a pagar en función de lo que obtiene y valora (Drucker, 1989).
9. Es el nivel de excelencia que la empresa ha escogido para alcanzar la satisfacción de clientela clave (Horovitz, 1990).

Todas estas definiciones pueden ser agrupadas dentro de dos grandes corrientes de pensamiento (Grima y Tort-Martorell, 1995):

- las que opinan que calidad es cumplir con las especificaciones, especialmente desde un punto de vista interno de la empresa y eminentemente operativas,
- las que promulgan un enfoque externo más global, esto es, satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes (producto, servicio, precios y normas), llegando a sacrificar si es necesario la operatividad.

Las dos son útiles y en ningún caso excluyentes ni contradictorias ya que la segunda establece un enfoque de la organización orientado al cliente, mientras la primera introduce que, una vez conocidos los requerimientos del mercado, éstos deben traducirse a especificaciones útiles para definir las actividades en el seno de la organización.

El problema está en saber qué tipo de actividades deben llevarse a cabo en la empresa para mantenerla en el mercado y para que los productos y servicios sean acordes a lo especificado.

## 2.2. La evolución de los conceptos de calidad

Antes de la revolución industrial, sólo se hablaría de calidad en la intención del artesano por satisfacer a su cliente individual y por hacer las cosas bien hechas.

A comienzos del presente siglo, en época de creciente desarrollo industrial, Frederick Taylor desarrolló la denominada “Organización Científica del Trabajo”, consistente en la aplicación de la racionalidad a los métodos de trabajo buscando la optimización del rendimiento de máquinas y personas (Taylor, 1970). Muchas de éstas, provenientes del campo, carecían de formación y estaban acostumbradas a unas condiciones de vida realmente duras. Los empresarios las consideraban “dos brazos y dos piernas para trabajar y un cerebro para captar órdenes sencillas”. De aquellos tiempos nos han quedado expresiones como “mano de obra” aún habitual en nuestros días. Los estudios de Taylor y de Gilbreth (teoría de los micromovimientos y tiempos de trabajo, medición de tiempos, etc...) provocaron un avance de la productividad en la industria puesto que con menos gente y mejor preparada para hacer sus sencillos trabajos, se obtenían resultados cada vez mejores.

En 1928, Elton Mayo y sus ayudantes se hallaban realizando unos estudios para optimizar el nivel de intensidad luminosa en los laboratorios Bell, en Hawthorne, EEUU. Con gran sorpresa por su parte descubrieron que los operarios con los que trataban al realizar su investigación

incrementaban de manera inusitada su productividad. Sorpresa que se transformó en estupor cuando al preguntar a los operarios el por qué de este incremento la respuesta fue que “él y sus ayudantes les trataban como a personas, a diferencia de sus capataces” y, además, participar en los estudios “les hacía sentirse importantes”. A partir de estos hechos, Elton Mayo dedicó su vida al estudio de las relaciones entre la persona y el trabajo. Se le considera uno de los padres de la Sociología Industrial.

Otros estudios sobre *management* centrados en este plano más social fueron los trabajos de Drucker (1991, 1992), Herzberg (1977), McGregor (1969; 1982) y otros, en los cuáles la motivación humana era añadida como un importante elemento en la conducta satisfactoria de las organizaciones. Estas ideas, como se verá, serán posteriormente reutilizadas en los conceptos de Calidad Total.

La incorporación de las primeras ideas sobre calidad a esta evolución conceptual empezó en las grandes organizaciones manufactureras. El primer movimiento fue la inspección de productos acabados antes de que fueran enviados desde la planta manufacturera al mercado para prevenir, siempre que fuera posible, la distribución de productos imperfectos o insatisfactorios. Este proceso de inspección recibió una atención especial en las factorías armamentísticas durante la Primera Guerra Mundial, cuando gente no especializada en trabajo de fábrica se veía envuelta en la producción de armas y explosivos de dudoso resultado.

Más tarde, se reconoció que el proceso de inspección y corrección aplicado al final de la producción llegaba tarde, y además con un coste asociado demasiado elevado.

Así se desarrollaron las ideas primeras sobre el Control de Calidad, esto es, la aplicación de los procedimientos de control al principio y durante el proceso de producción.

En los años cincuenta, paralelamente con la preocupación por la creciente necesidad de Normalización, se desarrollaron las primeras técnicas de fiabilidad apareciendo el concepto de Aseguramiento de la Calidad junto con las normas UNE, DIN, NF, BS, UNI... Durante muchos años el concepto de calidad que se usará en el mundo occidental será este enfoque de normalización y control.

También, después de la Segunda Guerra Mundial, el trabajo y la influencia de Deming, Crosby, Juran y otros en el renacimiento de la industria japonesa y su rápido desarrollo en estos años, han contribuido ampliamente al desarrollo de los conceptos sobre la Gestión de la Calidad y serán estudiados a lo largo de este capítulo.

En este momento es cuando, en cierta forma, nacieron las dos líneas de actuación más conocidas por las empresas para intentar conseguir la calidad:

- La primera de ellas, más “occidental”, consistió en evolucionar los conceptos de control de calidad hasta llegar al no muy lejano y conocido Control Total de la Calidad (TQC). Estos conceptos por sí solos pronto aparecieron como insuficientes viéndose que la calidad era mucho más que controlar y debía impregnar todos los ámbitos y niveles de la empresa. Estas ideas derivaron en los Sistemas de Gestión de la Calidad, un concepto mucho más globalizador tanto respecto al binomio producto-proceso como respecto a la propia forma de gestionar el negocio.

- La segunda, más “oriental” (aunque de padres americanos), de forma más acorde con las filosofías y formas de entender la vida orientales, huyó de las ideas de control de calidad centrándose en las ideas que “las cosas se debían hacer bien” por autosatisfacción (y evidentemente menos costes), nunca se debía estar conforme con lo conseguido sino que siempre se debía querer mejorar más, el personal era el activo más valioso y se debía cuidar, la empresa era lo más importante para el trabajador y este debía cuidarla a su vez, etc..., conceptos más en sintonía con la conocida Gestión Total de la Calidad (TQM).

Hacia los años ochenta, y a la vista de los resultados exitosos de las empresas japonesas, hubo una convergencia de ambas líneas hacia los postulados “orientales” pero, evidentemente, con muchos conflictos culturales claros en las empresas occidentales.

Paralelamente en Japón se evolucionaba hacia un nuevo concepto mucho más globalizador: es el llamado CWQC o Company Wide Quality Control, que en español se puede traducir como “Control de Calidad a lo largo de toda la Compañía”.

Para los japoneses, el TQC se refiere a un concepto más limitado. Ishikawa (1985) define TQC como “*el sistema que integra tecnologías de calidad dentro de varios departamentos funcionales, para asegurar la satisfacción del cliente*” y en contraste, el mismo Ishikawa (1990) define el CWQC como “*el medio para proveer productos buenos a bajo costo, beneficios a los clientes y empleados y dividendos a los accionistas, mientras se incrementa la calidad de vida de la sociedad*”. La diferencia entre ambas es abismal y la importancia conceptual del CWQC es enorme al incluir también a los accionistas y la sociedad en general.

En un sentido más amplio, CWQC es un concepto casi espiritual puesto que se refiere a la calidad de la Dirección, la calidad del desarrollo humano, la calidad del trabajo que se realiza, la calidad del ambiente de trabajo, la calidad del producto y la calidad hacia la sociedad y hacia la industria, la calidad de la economía nacional y la calidad y enriquecimiento de la humanidad.

Si se divide el CWQC en 7 etapas, se puede ver que el estilo occidental de TQC llegaba sólo hasta la etapa 3 según se muestra en la figura 2.1.

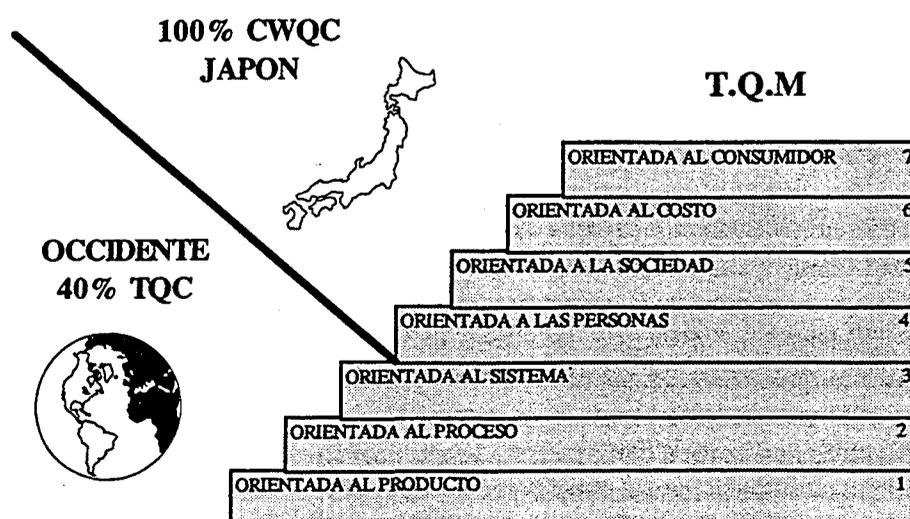


Figura 2.1. CWQC versus TQC

Es evidente que los conceptos occidentales no eran suficientemente sólidos para hacer frente a todo este enfoque arraigado en la propia cultura oriental y debía seguirse evolucionando hasta niveles superiores o hacia lo que se define como Total Quality Management, TQM, o en español Gestión Total de la Calidad.

Ya en la década de los noventa, aparecieron las normas ISO sobre Sistemas de Gestión de la Calidad como una herramienta para ayudar a las empresas a dar un paso más en busca de esta tan ansiada calidad. Realmente la existencia de estas normas significó un gran avance en la aplicación de muchos conceptos filosóficos sobre la calidad siendo usadas en la actualidad por miles y miles de empresas de todo el mundo.

A pesar de esto debe entenderse a las ISO son “sólo” una potente herramienta para implantar sistemas de gestión de la calidad en las empresas (y eminentemente empresas de proceso y aunque en la actualidad se hable de la aplicación de estas ISO a servicios, construcción, productos bancarios, etc... su interpretación en estos campos no es nada fácil ni está nada clara). Así debe quedar claro desde el inicio que las normas ISO no constituyen un modelo de TQM. Son “sólo” normas de aseguramiento de la calidad donde lo que preocupa fundamentalmente son todas aquellas actividades a desarrollar por la organización que permitan evitar que se produzcan no conformidades con las reglas establecidas. En el apartado 2.4 se introducirán y desarrollarán todos estos aspectos.

En ningún caso puede considerarse que los requisitos de las ISO son suficientes para el TQM, en todo caso son condición necesaria y aún con reservas, fundamentalmente porque no contemplan las ideas de mejora continua y de satisfacción del personal. En ciertos casos el tener por objetivo conseguir la certificación conlleva a esconder desórdenes, crear organizaciones más burocráticas, con escasas mejoras tangibles y una oportunidad perdida de iniciar una reforma seria de la organización que sienta las bases TQM (Griera y Tort-Martorell, 1995).

A continuación, en este capítulo se realizará un repaso a estos conceptos expuestos finalmente para dejar el contexto centrado para enfocar en el siguiente capítulo la situación actual de la calidad en el mundo de la construcción.

### **2.3. La gestión total de la calidad (TQM)**

Se ha visto que básicamente hay dos niveles de calidad: el de Aseguramiento de la calidad (que en el fondo es estructurar y sistematizar los procesos de la empresa) y el de la Calidad Total, que es un modo de enfocar la gestión de la empresa sobre la base de la mejora continua. Según palabras de Jesús Larrañaga, Presidente de AENOR (Larrañaga, 1995), la expresión Calidad Total es algo equívoca puesto que significa dos cosas: una, que se *extiende a todas* las variables de la empresa y otra que se sustenta en el principio de *mejora continua*. De ahí que sea un concepto más exacto el de Gestión Total de la Calidad. Él mismo recomienda y aconseja iniciar el proceso por el Aseguramiento de la calidad y continuar con la Calidad Total. Es la forma más inteligente, dice, de iniciar por el alfabeto y doctorarse posteriormente.

La Gestión Total de la Calidad debe ser vista actualmente como un medio de sobrevivir para las empresas, un medio de aumentar el beneficio para los accionistas, un modo de asegurar a largo plazo el trabajo para los empleados y además de una forma más gratificante para éstos.

Este concepto se puede definir de una forma superficial como *“el modo de gestión de una organización, centrada en la calidad, basada en la participación de todos sus miembros y dirigida a conseguir el éxito a largo plazo para la satisfacción del cliente y de las ventajas para todos los miembros de la organización y para la sociedad”* (Ishikawa, 1994).

Como se desprende del análisis de esta definición la Gestión Total de la Calidad va más allá de las simples técnicas de gestión de la calidad, pues está enfocado al personal y a su conducta, más que al producto directamente.

A lo largo de todos estos años, han sido muchos los estudiosos (quizás debería decirse los “prácticos” puesto que muchas de las teorías han nacido de fórmulas de gestión exitosas en empresas mayoritariamente japonesas) que han trabajado estos conceptos. Sin pretender realizar un estudio detallado, se destacarán las teorías de los “maestros” más prestigiosos, así como los “Modelos” actuales que se usan en los tres bloques económicos más importantes de nuestro mundo y que, ordenados por el criterio de antigüedad son: Japón, EE.UU. y Europa. Estos “Modelos”, que tienen su traducción en sendos premios a las empresas que se destacan en su aplicación, están basados en las teorías citadas y son tres visiones ligeramente distintas entre ellas y con diferente grado de aportación de cada teoría.

#### ◊ Los 14 puntos de Deming

El Dr. Deming resume sus recomendaciones en 14 puntos y siete enfermedades mortales (Deming, 1989). Sus teorías, nacidas en los años 50 en Japón se mostraron revolucionarias en su momento y aún hoy tienen escuela.

Estos puntos son:

1. Crear constancia en el propósito de mejora de un producto y servicio.
2. Adoptar las nuevas filosofías introducidas.
3. Cesar la dependencia de la inspección en masa.
4. Acabar con la práctica de buscar negocios basados solo en los precios.
5. Mejorar constantemente y permanentemente el sistema de producción y servicio.
6. Instituir la formación continua.
7. Instituir el liderazgo.
8. Expulsar y olvidar los temores.
9. Derribar las barreras entre el personal de distintas áreas.
10. Eliminar frases y exhortaciones impuestas.
11. Eliminar cuotas numéricas.
12. Eliminar las barreras de orgullo a las destrezas.
13. Instituir un vigoroso programa de formación.

#### 14. Escoger las acciones donde realizar las transformaciones.

mientras que las enfermedades mortales de las empresas occidentales según Deming (1989) son:

1. Carencia de constancia en los propósitos.
2. Énfasis en los beneficios a corto plazo (norma común en construcción).
3. Evaluación por méritos anuales.
4. La movilidad de los directivos.
5. No tener figuras visibles en la empresa.
6. Excesivos costes médicos.
7. Excesivos costes de garantías (habitual en construcción).

El Dr. Deming también argumenta que es responsabilidad de la dirección proporcionar formación continuada en los propios métodos de realización del trabajo y asegura que la calidad beneficia al trabajador: si aumenta la calidad descende el coste y aumenta la productividad. A mejor calidad y precios más bajos en el mercado el negocio crece y se crean más empleos.

#### ◊ La trilogía de Juran

En un enorme esfuerzo de síntesis se puede afirmar que Juran considera que la Gestión Total de la Calidad, consiste en tres procesos interrelacionados:

- la Planificación de la calidad
- el Control de calidad
- y la Mejora de la calidad

Estas tres actividades son lo que se conoce como la trilogía de Juran (1990a, 1990b, 1993).

Asume que antes del inicio de las actividades se desarrolla la etapa planificadora. Esta tendrá sus deficiencias que serán adoptadas sin más, con lo cual al iniciar las actividades se producen problemas de calidad que se pueden cuantificar en costes. El control establece el nivel habitual a esperar como resultado de la planificación. La mejora se interpreta como una actividad correctora de estos niveles y que además suministra información adquirida a las futuras etapas planificadoras para lograr niveles de deficiencias menores.

#### ◊ Philip Crosby

Si Deming y Juran son los fundadores, padres y guías espirituales del movimiento de la calidad, Crosby es sin duda el promotor más entusiasta. Primero como director de calidad y vicepresidente de ITT Corporation y después como consultor sobre calidad. Su mayor contribución ha sido la idea de cero defectos que aquí sólo se menciona pero que puede ser ampliada en Crosby (1979, 1995).

Crosby cree que los problemas de baja calidad han sido debidos a una pobre dirección, y particularmente culpa a los "profesionales de la calidad". Promulga que la calidad comienza en el compromiso de la dirección y su liderazgo, y con el concepto de que todo trabajo es un

proceso. Cada proceso puede ser particularmente mejorado cuando se enfoca siguiendo sus *cuatro claves de la Gestión de la Calidad*:

- ⇒ Calidad es un cumplimiento de los requerimientos y no sólo una buena voluntad.
- ⇒ El sistema de calidad es la prevención y no la valoración.
- ⇒ El resultado habitual debe ser el de cero defectos y no el casi.
- ⇒ La medida de la calidad es el reflejo del no conformismo.

#### ◊ El triángulo de Joiner

Joiner (Juran, 1996) representa la calidad total -**Q**- (*big Q*) como una superación del control de calidad tradicional -**q**- (*small q*) en producción.

Esta Q se sustenta en tres grandes cimientos:

- ⇒ Filosofía de calidad y liderazgo de la dirección: determinar las necesidades y expectativas del cliente, perfeccionar los procesos, y por encima de todo esto una dirección involucrada y convencida.
- ⇒ Un solo equipo con todo el personal involucrado, educado y entrenado, sin departamentalismos.
- ⇒ La utilización masiva del método científico, esto es, usar datos convertidos a información como base de todas las acciones.

#### ◊ Otras contribuciones a la Gestión Total de la Calidad

*Feigenbaum* (1986) enfatizó en teorías matemáticas de patrones de control de procesos y definió los *costes de calidad* como la suma de los costes de los procesos de prevención, los costes de valoración y los costes de fracaso externo e interno.

*Genichi Taguchi* (1986) puso énfasis en la reducción de la variabilidad de los resultados de un proceso y en la creación de diseños robustos. Sus contribuciones incluyen los métodos de mejora para diseños estadísticos de experimentos (DEE) para determinar las causas de las variaciones.

*Robert Townsend* (1970, 1985) escribió el libro *Up the organisation*, publicado en 1970. En él ya apuesta por la importancia del liderato, la necesidad de que el director sea un entrenador, y el peligro de infrutilización del personal en la organización.

*Kaoru Ishikawa* (1985; 1990), contribuyente japonés a la filosofía de la Gestión Total de la Calidad, desarrolló el tema de manera revolucionaria. Esencialmente trata el tema como un concepto moral de honestidad e integridad en términos de proporcionar calidad a los clientes, textualmente dice: "*Cuando el Control de Calidad es aplicado la falsedad desaparece de la empresa*" (Ishikawa, 1985) y destaca "*El modo japonés*":

- liderazgo de la dirección general
- educación desde arriba hasta abajo
- acción basada en datos y conocimientos
- trabajo en grupo; eliminación del seccionalismo

- visión del cliente
- prevención de defectos mediante la eliminación de raíz de las causas
- eliminación de la inspección
- uso de métodos estadísticos
- entrega a largo plazo

Ishikawa (1990) afirma que el 95% de los problemas de la empresa pueden ser salvados usando siete útiles básicos: la hoja de comprobación, el diagrama de Pareto, el diagrama causa-efecto de Ishikawa o de espina de pez, la estratificación de datos, el histograma, el diagrama de control estadístico de Shewhart (1997) y el diagrama de correlación.

Como ya se ha escrito al empezar el apartado 2.3 además de las teorías expuestas existen otras teorías que desarrollan modelos propios y que se pueden entender nacidas de las anteriores y que como reconocimiento a los logros de las empresas que las siguen, otorgan unos premios. A continuación se enumeran y desarrollan los tres más importantes.

#### ◊ El modelo Deming (Japón).

En 1951, la Union of Japanese Scientists and Engineers (JUSE) estableció el Premio Deming en honor a W. Edwards Deming. El premio está dividido en tres categorías: a personas, a aplicaciones concretas y a empresas u organizaciones públicas o privadas.

El modelo para empresas parte de un principio: los resultados son fruto de los hechos realizados en el pasado y, por tanto, por mucho que se controlen, nada se puede hacer para cambiarlos. Sin embargo, con una gestión adecuada de los procesos se pueden modificar los resultados futuros.

Las empresas que optan al premio son evaluadas por expertos de la JUSE en dos grandes ámbitos: la aplicación de los principios de la Calidad Total en la empresa y el compromiso del Comité ejecutivo.

#### ◊ El modelo de EE.UU.: las Bases del Premio Malcom Baldrige.

En 1987, fue creado por el gobierno americano el Malcom Baldrige National Quality Award. Tiene por objetivos promover la concienciación sobre la calidad y estimular a las empresas americanas a mejorar la calidad, premiar los logros en calidad de estas empresas, establecer líneas para la autoevaluación, y dar a conocer y tener accesible información sobre empresas y estrategias de éxito en el campo de la calidad.

Los objetivos del modelo son:

- la satisfacción del cliente
- la satisfacción del cliente comparativamente con los competidores
- la fidelización de clientes
- el incremento de cuota de mercado

El modelo tiene siete criterios básicos, que se subdividen en 28 subcriterios y éstos a su vez en 91 aspectos donde actuar y mejorar. Los siete criterios básicos de evaluación tienen mucho en común con los del EQA que se desarrollan en el punto siguiente.

Se ha escogido desarrollar brevemente los criterios europeos por motivos de proximidad e influencia en nuestro entorno, y sólo enumerar los criterios americanos con su peso relativo dentro de la evaluación:

- Liderazgo 10%
- Información y análisis 7%
- Plan de calidad estratégico 6%
- Utilización de recursos humanos 15%
- Aseguramiento de la calidad en productos y servicios 14%
- Resultados 18%
- Satisfacción de los clientes 30%

Además, las empresas ganadoras se comprometen a explicar y enseñar sus mejoras.

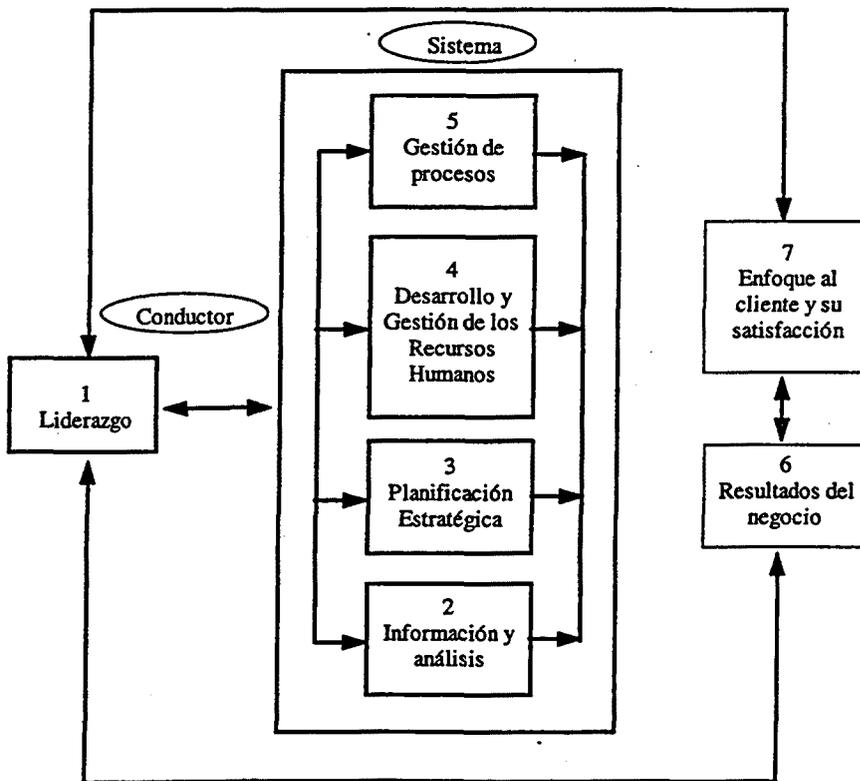


Figura 2.2. El modelo Baldrige (EEUU).

Los indicadores que muestran y miden el éxito y el progreso del modelo en las empresas son:

- la calidad del producto y servicio

- la mejora de la productividad
- la reducción/eliminación del desperdicio
- el desempeño de proveedores
- los resultados financieros

El efecto positivo mayor de este premio está en que sus bases se habían difundido hasta 1995 en más de 600.000 empresas, no para optar al premio, sino para usarlas como guía de actuación para la mejora de la calidad.

#### ◊ El modelo europeo: el European Quality Award.

El Premio Europeo a la Calidad (EQA), creado en 1988 y patrocinado por la “European Foundation for Quality Management” (EFQM) es un premio que intenta difundir el TQM entre las empresas de este ámbito económico y geográfico. Su objetivo era el de compensar la pérdida de competitividad de Europa frente a Japón y EE.UU.

La calidad en la gestión presupone la revisión periódica de cómo se está llevando a cabo la gestión de la organización y qué resultados se están obteniendo. Como fruto de esta revisión, tanto de indicadores establecidos como de las prácticas de gestión, se puede en todo momento cambiar o adaptar éstas a las necesidades que se pongan de manifiesto durante el proceso de revisión. Este proceso se conoce como autodiagnóstico y proporciona una visión objetiva del estado actual de todas las actividades y sistemas de gestión de una empresa, la visión que sus clientes y la sociedad en general tienen de sus actividades, y los resultados que se están obteniendo.

EFQM define al autodiagnóstico como “el seguimiento cíclico, exhaustivo, sistemático y regular de las actividades y resultados de una organización, utilizando el Modelo Europeo de Calidad como marco de referencia, que culmina con el desarrollo y puesta en marcha de un plan de mejora” (Roure, 1996).

Este modelo está dividido en dos partes: *resultados* y *agentes*. Los resultados hacen referencia a lo que se debe conseguir y a lo que ya se ha conseguido. Los agentes hacen referencia a cómo enfoca la organización cada uno de sus criterios.

Los agentes que especifica el Premio Europeo son:

- Liderazgo (10%): se trata no sólo de que la dirección esté convencida de que mejorar constantemente todas las actividades de la organización es la única manera de ser competitivo, y por tanto la única manera razonable de gestionar la empresa, sino que además lo practique en primera persona. La dirección debe tomar siempre las decisiones basándose en datos debidamente analizados, y nunca actuar de forma que pueda parecer contraria a la cultura que debemos establecer.
- Política y estrategia (8%): la política y estrategia de la organización deben estar basadas en: la satisfacción de los clientes, de los empleados y del entorno de la empresa; la mejora continua; el ser reconocidos como líderes de determinados aspectos, etc. Estas políticas y estrategias deben basarse en informaciones provenientes de los clientes, empleados, competidores y organizaciones líderes. No hay que basarlas en percepciones y opiniones personales. Deben establecerse métodos para que estas políticas se comuniquen de forma

sistemática a todo el personal y para evaluar el grado de asunción de las mismas por toda la empresa.

- **Gestión del personal (9%):** las personas son el elemento crítico de cualquier organización. Deben sentirse satisfechas de pertenecer y estar integradas a ella y deben entender y compartir sus fines y objetivos. La organización debe valorar a las personas y su capacidad intelectual como el elemento más importante. Por lo tanto, ya no sirve la empresa basada en los modelos de taylorismo, sino que ha de estar basada en una comunicación de doble sentido.
- **Gestión de recursos (9%):** aquí se engloban los recursos financieros, materiales y tecnológicos, incluyendo como tecnología fundamental la de la información. Se trata de establecer planes de acuerdo con la política y estrategia, con la participación de todos, de manera que la utilización de los recursos de la empresa sea óptima, de seguir esos planes en vista de su contribución a los objetivos globales y de mejorarlos constantemente.
- **Procesos (14%):** en todo proceso debe aplicarse el ciclo de Deming: Planificar, Efectuar, Controlar y Actuar (este se describe en el apartado 2.3.4). Los procesos son una serie de actividades relacionadas entre sí, que reciben entradas de otras actividades externas al mismo y proporcionan una serie de salidas que pueden ser a su vez entradas para procesos subsiguientes.

Los resultados que la correcta utilización de estos agentes deben proporcionar son:

- Satisfacción del cliente (20%).
- Satisfacción del personal (9%).
- Impacto social favorable (6%).
- Resultados económicos (15%).

En conclusión, el EQA es una herramienta de diagnóstico y autoevaluación empresarial que sirve para que una empresa detecte sus puntos fuertes y sus puntos débiles en su gestión empresarial. Le ayudará además a impulsar los planes de mejora para resolver deficiencias en las áreas que lo necesiten en relación con los objetivos que se haya marcado la compañía.

En la figura 2.3 se muestran todos los criterios incluyendo los agentes y resultados con su correspondiente ponderación.

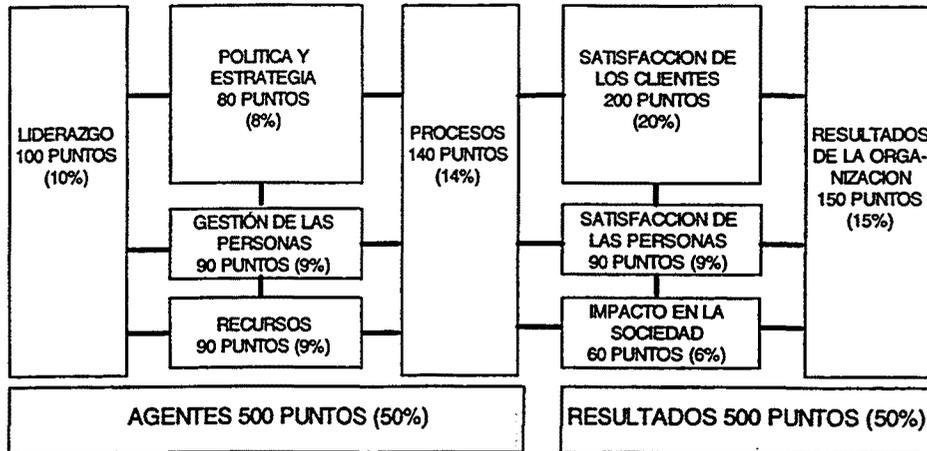


Figura 2.3. El modelo europeo de la calidad.

Este afán motivador por parte de las instituciones ha provocado el nacimiento de otros premios de ámbitos más reducidos. Entre ellos se destacaron por su relevancia territorial con relación a este trabajo de investigación el Premio Príncipe Felipe a la Excelencia Empresarial y el Premi Català de la Qualitat. Ambos incorporan los criterios del modelo europeo y premian las empresas de cada ámbito que se destacan en los logros de calidad conseguidos. También incluyen la obligación de que estas empresas muestren sus logros a otras empresas interesadas, con el único objetivo de extender estas ideas y conceptos.

### 2.3.1. Los elementos esenciales de TQM

ISO 8402, define al TQM como “Un camino de gestión de una organización que apunta a la continua participación y cooperación de todos sus miembros en la mejora de

- la calidad de sus productos y servicios
- la calidad de sus actividades
- la calidad de sus metas

para conseguir la satisfacción de los clientes, el beneficio de sus miembros, y su propio provecho, todo en concordancia con los requerimientos de la sociedad.

Envuelve cada departamento, función y proceso y parte del compromiso activo de todos los empleados para alcanzar las necesidades del cliente. En este aspecto los ‘clientes’ de cada empleado están separados e individualmente identificados.”

Así, en esencia, la Gestión Total de la Calidad es una filosofía donde todos ganan: la compañía, los accionistas, el trabajador y el cliente. Esto puede ser ampliado y puede decirse que la Gestión Total de Calidad es una aproximación a la dirección de trabajo basada en:

- la evaluación analítica de los procesos de trabajo
- el desarrollo de una cultura de calidad

- la confianza y motivación de los empleados

todo ello con el propósito de una mejora continua del producto o servicio.

Ishikawa (1985; 1990) resume la Gestión Total de la Calidad como una preocupación por:

⇒ *Primero la calidad.*

Existen varios elementos importantes en la TQM, como la mejora continua. Los avances bruscos se producen con poca frecuencia, pero entre ellos es necesario introducir mejoras incrementales en todos los procesos.

Cuando en una empresa se trata la calidad como algo aparte o separado del proceso y de la gestión, significa que la organización no está realizando TQM. Los directivos de cualquier área han de evitar la creación de un plan de calidad separado y en paralelo con el plan de actividades de la compañía.

⇒ *El cliente ante todo.*

El objetivo de la empresa es satisfacer al cliente, cualquiera que sea su procedencia: externa o interna. Se entiende como cliente el más próximo destinatario de nuestro producto.

⇒ *La importancia del proceso.*

La obtención de buenos resultados es la consecuencia de utilizar un buen proceso, lo que permitirá asegurar resultados repetibles y predecibles, es decir con variación reducida.

⇒ *La organización que aprende y crece.*

Es crucial la voluntad de tomar riesgos para aprender de los errores y éxitos, así como adiestrarse continuamente y propiciar el cambio. El aprendizaje organizacional es extremadamente importante; el medio de practicarlo es con la ayuda de grupos multifuncionales que resuelven los problemas de los límites entre departamentos. El dominio de la esencia del TQM permite trabajar con una organización y un personal altamente eficientes.

En resumen la calidad total consiste en hacer lo que se debería haber hecho como actividad rutinaria aunque, en realidad, actúa como una conciencia que recuerda cómo hay que hacer realmente las cosas.

El intento de introducir esta filosofía en Occidente en cierto modo ha sido un fracaso debido a que la traducción directa de los modos japoneses no ha arraigado ni en los gestores ni en los trabajadores de la mayoría de las empresas, aunque sí que se han podido introducir en parte y con ciertas modificaciones.

Para reflejar este extremo, la figura siguiente muestra los resultados de un estudio realizado en compañías europeas para valorar el concepto de calidad total en Europa y en el cuál, la satisfacción del cliente aparecía como primer punto, y destacaba significativamente respecto a los demás puntos (Van der Miele, 1993).

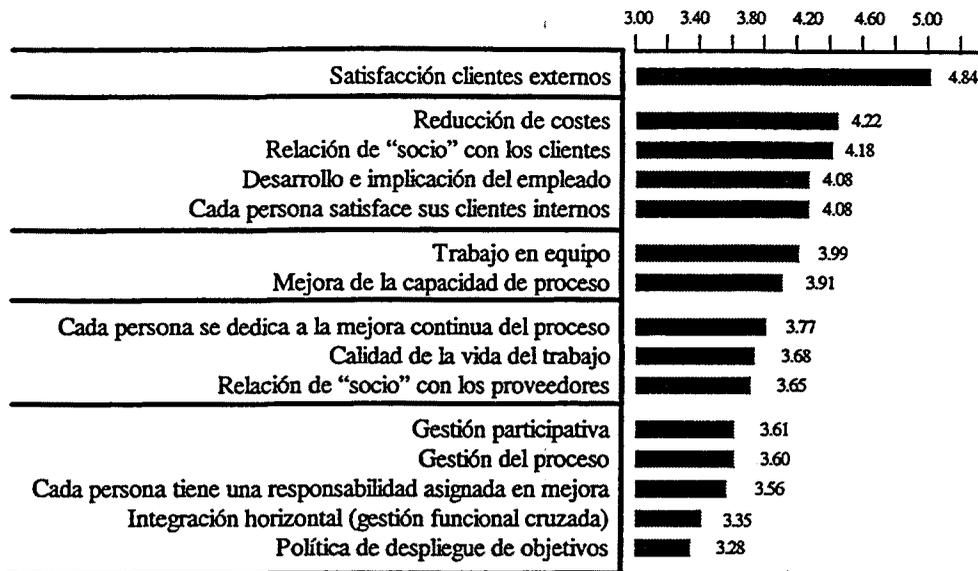


Figura 2.4. Estudio sobre el concepto de calidad total en Europa.

En este ya se intuía la creencia de que el TQM ayudará de una manera paulatina a reducir costes y se vislumbraba una visión optimista con respecto a las posibilidades del TQM.

Es de resaltar la necesidad que en una organización se reconozca la importancia de la implicación de sus empleados en el desarrollo y la promoción de la cultura que conduce al TQM ya que si se asume que todo el mundo es cliente (interno) y proveedor a la vez, el resultado de esto tendrá una fuerte repercusión en la satisfacción del cliente externo.

El hecho de que en el estudio se vea la baja valoración que se le ofrecía a la gestión participativa expresa que las organizaciones europeas no reconocían todavía esta importancia.

### 2.3.2. La implantación del TQM

Cuando una empresa decide realizar un esfuerzo de TQM, lo hace en general por alguna de las razones siguientes:

- ⇒ la primera puede ser la visión de la alta dirección para conducir la empresa hacia una mejor posición;
- ⇒ la segunda puede ser para aumentar los beneficios, reduciendo las recuperaciones y aumentando la productividad y la satisfacción del cliente;
- ⇒ la tercera es la situación de crisis de la empresa, ya que el producto no se vende o existe una fuerte amenaza competitiva.

La condición necesaria previa para que una compañía actúe como una sola unidad en la promoción de la calidad consiste en la mejora de las relaciones humanas o, lo que es lo mismo, en construir un sistema de cooperación que cubra a la compañía en su totalidad.

La dificultad real más importante con la que se enfrenta la implantación de un sistema TQM es el poder conciliar y equilibrar, dentro de una misma actividad, los principios con predominio de

base científica como el control estadístico de procesos, el diseño estadístico de experimentos, el despliegue funcional de la calidad, etc., con los principios basados en las experiencias de otros, como la gestión participativa, la conducta de las personas, las técnicas de aprendizaje, etc. Es evidente que ambos principios son igualmente útiles.

Normalmente el resultado óptimo se consigue cuando se unen en síntesis ambos tipos de conocimientos, permitiendo la puesta en marcha a la vez de ambos sin tensiones y en armonía, en beneficio de la propia empresa y de sus clientes.

La *primera fase* de un esfuerzo de implantación del TQM consistirá en introducir este sistema, como un nuevo modo de ver y entender la gestión, seguido de un fuerte compromiso de la dirección y un adecuado programa de formación. Seguidamente es necesario identificar áreas y procesos de mejora, con lo que se abre el camino para iniciar actividades en grupos de mejora concentrados en los aspectos concretos a mejorar.

En una *segunda fase* se realizará el *plan Hoshin* incluyendo el despliegue de estrategias y el plan de gestión diaria, llevando a cabo un seguimiento de ambos. Se puede también introducir el sistema de sugerencias del empleado y establecer el sistema de reclamaciones, así como el examen de la satisfacción del cliente.

Una *tercera fase*, después de varios años, consiste en consolidar las dos anteriores, ya que a estas alturas del plan puede ser normal tener la sensación de agotamiento, y existe el peligro de malograr parte de lo conseguido.

Más tarde hay que entrar en una segunda época en la que se repiten las primeras fases pero acentuando más la creación de la calidad que las mejoras. Se está realmente en la prevención de problemas. En la tabla 2.1 se establece una comparación entre el enfoque del Control de Calidad tradicional y la Gestión Total de la Calidad (Saderra 1994).

ASPECTOS	CONTROL DE CALIDAD	GESTIÓN TOTAL DE LA CALIDAD
Definición	Orientación al producto	Orientación al cliente
Prioridades	El coste y los resultados	En la calidad del proceso
Decisiones	Énfasis a corto plazo	Equilibrio entre corto y largo plazo
Objetivo	Detección de errores	Prevención de errores
Costes	La calidad aumenta el coste	La calidad reduce los costes y aumenta la productividad
Errores debidos a	Causas especiales, producidas por los trabajadores	Causas comunes, originadas por la dirección
Responsabilidad de la calidad	Inspección y departamento de control de calidad	Implica a todos los miembros de la organización
Cultura organización	Metas de cantidad, los trabajadores pueden ser incentivados por errores	Mejora continua y trabajo en equipo
Estructura organizativa y flujo de información	Burocrática, rígida, flujo restringido	Enfoque horizontal, información en tiempo real, flexible
Toma de decisiones	Enfoque arriba-abajo	Enfoque en equipo

Tabla 2.1. Comparación entre el enfoque tradicional y el TQM (Saderra, 1994)

### 2.3.3. Los frutos del TQM

Los atributos de éxito de una compañía normalmente se identifican con los siguientes:

- 1.- Mantenerse cerca del cliente.
- 2.- Disponer de buenos procesos.
- 3.- Buenas estrategias en producto y/o servicio.
- 4.- Organización estable.
- 5.- Liderazgo fuerte.

Las metodologías de la calidad total aportan un buen sistema base para los tres primeros atributos. Los dos últimos dependen muy directamente del comportamiento de la dirección.

Ishikawa (1990) propone varias ventajas debidas a la implantación de la del TQM:

- ⇒ La calidad y la fiabilidad aumentan y se uniformizan, el número de productos defectuosos disminuye y por tanto el número de reclamaciones. La confianza en los productos y las ventas aumentan. Los productos pueden venderse a precios más altos.
- ⇒ El trabajo malgastado desaparece, los costes de inspección y ensayos bajan, por lo que los costes unitarios se reducen aumentando la productividad del valor añadido.
- ⇒ Se establece un sistema de aseguramiento de la calidad, ganando la confianza de consumidores y clientes. Las quejas se atienden con rapidez, se toman acciones efectivas para prevenir su repetición. La buena información del mercado se recibe más rápidamente.
- ⇒ El volumen de producción aumenta y llega a ser posible preparar planes de producción racionalizados. La compañía y sus fábricas cesan de emitir datos falsos.
- ⇒ La forma de emplear al personal se convierte en más racional. La totalidad de la organización de la compañía puede ser racionalizada y los directivos y empleados pueden trabajar más eficazmente, estableciéndose un sistema de cooperación entre niveles.
- ⇒ Los contratos con proveedores, subcontratistas y consumidores se pueden racionalizar.
- ⇒ Las relaciones y el flujo de información dentro de la propia organización se agilizan.
- ⇒ Las relaciones humanas mejoran y las barreras entre departamentos caen. El valor humano de los empleados es respetado, el desarrollo personal es posible y los puestos de trabajo son más agradables. Todos empiezan a hablar un lenguaje común y a entenderse mejor.
- ⇒ La I+D se acelera y se convierte en más efectiva y las inversiones en I+D en más racionales.
- ⇒ Las personas aprenden a hablar con franqueza y abiertamente, las reuniones son más ágiles.
- ⇒ La toma de decisiones se acelera y la política de despliegue y dirección por objetivos mejora. La cultura corporativa mejora y la compañía llega a ser más fiable y previsible.
- ⇒ Todos los departamentos comprenden y se capacitan para emplear las técnicas de calidad.

### 2.3.4. La mejora continua de la calidad

Como ya se ha visto repetidamente uno de los principios básicos de la calidad total es la mejora continua. Por su importancia conceptual se ha creído oportuno dedicarle una especial atención, sin ánimo de ser demasiado extensos en el tratamiento de estas definiciones y conceptos.

Los motivos por los cuáles una empresa que ha conseguido un buen nivel de calidad desea acometer una mejora de esta calidad suelen ser alguno de los siguientes:

- Desarrollo de nuevos productos para sustituir a otros más antiguos.
- Adopción de nueva tecnología.
- Revisión de los procesos para reducir los índices de error.

Esta mejora puede ser de dos tipos:

- *Mejora natural* o del entorno inmediato. Esta es la realizada por individuos que encuentran problemas en cada puesto de trabajo y luego se tratan de uno en uno. Este es el tipo de mejora promovida mediante las actividades de los círculos de calidad, sistemas de sugerencias y otras formas de promover la creatividad en el puesto de trabajo. Este concepto es el término japonés *Kaizen*.
- *Mejora de avance brusco o radical*. Son mejoras a gran escala o de avance brusco introducidas mediante innovación tecnológica, por lo que se precisa inversión en I+D y equipos.

Es vital para todo el personal de la empresa tomar conciencia del reto de mantenerse en la mejora continua, y pensar constantemente en posibles avances bruscos y en la mejora del entorno inmediato.

En Japón, el control tiende a potenciar al máximo el uso de las capacidades existentes, así como a producir una mejora gradual con la introducción de diversas medidas de prevención de la repetición de defectos. En Japón, cuando se intenta ejercer el control, la mejora ocurre naturalmente; cuando se trata de introducir mejoras de manera natural, se comprende mejor la necesidad del control.

En Occidente, en cambio, se tiende a pensar que control y mejora son funciones separadas, con distintos responsables. Con respecto a la mejora continua, la sensibilización es inferior a lo que se podía esperar, lo que demuestra que estamos alejados de Japón, para los que el *Kaizen* constituye la pieza fundamental.

En la figura 2.5 se muestra gráficamente la diferencia entre los dos tipos de mejora:

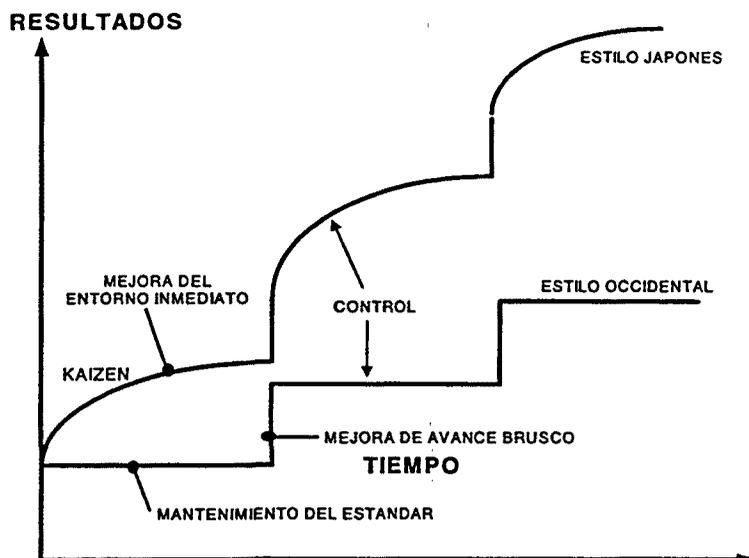


Figura 2.5. Diferencia entre tipos de mejora continua

La técnica de mejora continua más conocida y que conceptualmente es la más sencilla y a la vez más potente es *el ciclo de mejora o ciclo Deming*, que de hecho es debido a Shewhart (1997), pero que su uso fué generalizado en Japón por el Dr. Deming.

Este ciclo se basa en los siguientes cuatro puntos, y por ello también se denomina ciclo PECA (PDCA -plan, do, check, act- en inglés):

- Planificar:
  1. Seleccionar la oportunidad, planificar las actividades y marcarse objetivos.
  2. Captar y documentar la situación actual, recogiendo y seleccionando los datos.
  3. Analizar las causas y determinar acciones correctivas a corto y largo plazo, empleando la técnica más adecuada para tratar los problemas detectados.
  4. Visualizar el proceso mejorado, definiendo el alcance de la mejora, preveniendo los posibles problemas potenciales y determinando los métodos para alcanzar los objetivos.
- Efectuar:
  5. Llevar a cabo la acción correctiva a pequeña escala y adiestrar al personal.
- Comprobar:
  6. Comprobar los efectos, observar qué aprendemos del proceso y comparar los resultados con el objetivo. Si no se consigue éste, volver a la fase de planear.
- Actuar:
  7. Establecer, normalizar y documentar la acción apropiada. Formar y adiestrar.
  8. ¿Proseguir proceso de mejora? Asegurar que la acción correctiva es efectiva. Continuar con el mismo tema o seleccionar uno nuevo. Si se decide no proseguir, es conveniente

como mínimo mantener el nuevo estándar bajo control estadístico del proceso. De no ser así, el sistema puede degenerar y volver a la situación inicial.

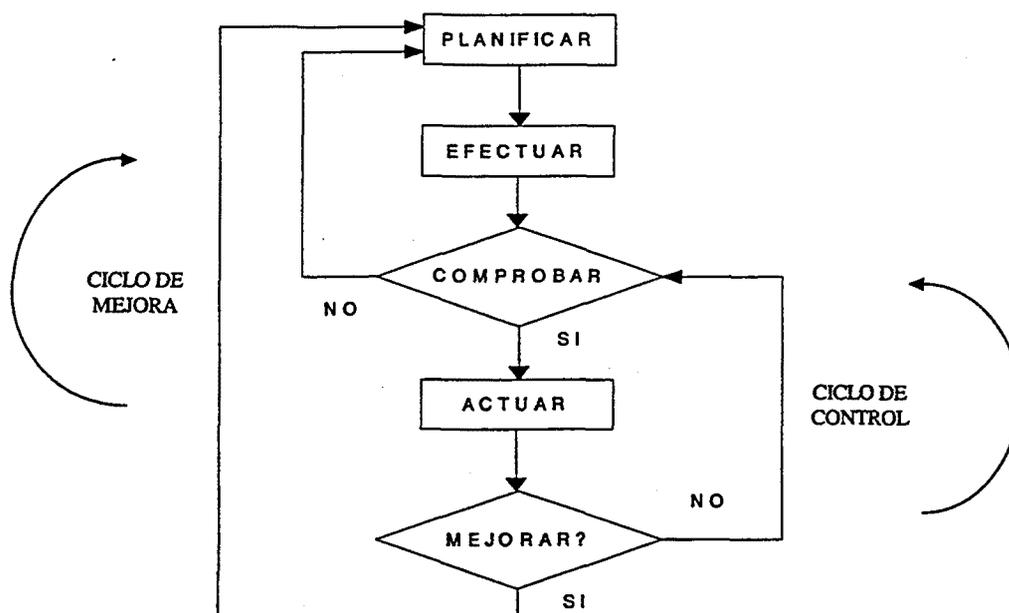


Figura 2.6. Proceso general del ciclo de mejora (PECA).

El ciclo de mejora o PECA es una forma sistemática de resolver problemas que ofrece un camino dirigido a la solución efectiva. Asegura el control del objetivo, el análisis detallado, las acciones correctoras, y previene la repetición del problema.

## 2.4. Los Sistemas de Calidad

Las estructuras organizativas y de responsabilidades con respecto a la calidad han evolucionado rápidamente con el transcurso del tiempo. Igualmente ha sucedido en la aplicación del control de la calidad a productos y procesos. En la actualidad, los distintos tipos de entidades y empresas suelen integrar tales cuestiones en el denominado Sistema de Calidad.

El *Sistema de Calidad* se define como el “conjunto de estructura organizativa, las responsabilidades, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para llevar a cabo la gestión de la calidad”.

Este se engloba dentro del concepto más general de *gestión de la calidad*, que se define como “aspecto de la función general de la gestión que determina y aplica la política de calidad”. Y, este último concepto, la *política de calidad* se define a su vez como “directrices y objetivos generales de una empresa, relativos a la calidad, expresados formalmente por la dirección general”.

En definitiva, se trata de dejar claro que la política de calidad son los objetivos de una empresa en materia de calidad. Para alcanzar estos objetivos hace falta mover un aparato administrativo que a su vez pueda “mover” la calidad. Esto es la gestión de la calidad.

Pues bien, el conjunto de los aspectos organizativos, el reparto de responsabilidades, la elaboración y puesta en práctica de procedimientos, el conjunto de procesos y el conjunto de recursos que se dedican por parte de una empresa a la gestión de la calidad forman lo que se llaman los elementos del sistema de calidad.

El Sistema de calidad incluye y se sustenta sobre diversos documentos. Entre ellos se encuentran los Planes de Calidad, los Registros de Calidad y el más importante de todos por su generalización y aceptación, el Manual de Calidad.

Las principales características y objetivos de estos documentos son:

- **Manual de Calidad:** Es el documento guía para la implantación, seguimiento y ulterior mejora de un Sistema de Calidad. Su objetivo fundamental es el de facilitar una descripción adecuada del sistema de gestión de la calidad que sirva como referencia permanente durante la implantación y posterior aplicación de dicho sistema. El Manual de Calidad deberá contener métodos para la incorporación de cambios, modificaciones, revisiones o adiciones. En las grandes organizaciones, en lugar de disponer de un Manual de Calidad único, podrán tenerse manuales a nivel de división o por funciones específicas.
- **Planes de Calidad:** Para proyectos relativos a nuevos productos, servicios o procesos, podrán elaborarse planes escritos de calidad. Estos planes deberán ser coherentes con el Manual de Calidad global de la empresa. Los planes de calidad deberán contener aquellas cuestiones relacionadas con el sistema de gestión de la calidad que afecten al producto, servicio o proceso considerado.
- **Registros de Calidad:** Son los registros y gráficos pertenecientes al proyecto, inspección, ensayo, auditoría, acciones correctivas, revisión, descripción de resultados, etc. de cuestiones relacionadas con el Manual de Calidad, que se comentará más adelante, o un Plan de Calidad, y cuya incorporación al sistema de calidad es de gran importancia.

#### **2.4.1. Normativa nacional e internacional**

En relación con los sistemas de calidad y los manuales de calidad, han existido y existen normas que abordan de forma directa todos estos conceptos.

El primer punto de origen de esta normativa es militar, y puede situarse en EE.UU. después de la Primera Guerra Mundial. El Departamento de Defensa, en su afán de normalizar la gestión de suministros, intentó crear un modus operandi que obligara a los proveedores a documentar al máximo su trabajo. Esta sistematización fue evolucionando, en parte acuciada por la internalización de las estructuras militares, hasta situarse en la normativa actual recogida en las AQAP de la OTAN.

Este afán de documentación pronto empezó a dar buenos resultados y, en los años cincuenta, cuando apareció la industria nuclear se trasladaron estas ideas al entorno civil. La construcción

de centrales nucleares exigía afinar todo lo posible en la calidad, y la forma de empezar fue a través de la documentación de control. En estas primeras normas, se dio una enorme importancia al manual de calidad, diferenciando entre manual de control de calidad y manual de aseguramiento de la calidad. El sistema de calidad sencillamente era la aplicación de este manual a la empresa.

Poco a poco las exigencias de calidad fueron alcanzando todos los estamentos de la sociedad y fue en esta situación que el organismo internacional de normalización ISO lanzó en 1987 las normas ISO 9001 a ISO 9004. Estas a diferencia de las normas existentes hasta ese momento, definen desde un principio lo que es un sistema de calidad, dejando en un segundo plano el manual de calidad. Por primera vez, se promulga que la calidad se consigue en el día a día y a través del sistema productivo, y no a través de manuales y se acepta que puedan existir sistemas de calidad sin estar documentados en un único manual (Barroso, 1992).

La normativa ISO, de ámbito internacional, sirvió de documento de partida para la generación en España de las UNE 66 900 y siguientes, así como las EN 29000 y siguientes en el ámbito comunitario europeo.

#### **2.4.2. Concepto de aseguramiento de la calidad (QA: quality assurance)**

*Asegurar la calidad* consiste en: “Garantizar que el consumidor pueda adquirir un producto o servicio con la confianza y seguridad de que este le será de uso satisfactorio por un largo periodo”, es decir, representa un tipo de compromiso o contrato entre la empresa y el consumidor con atención a la calidad del producto o servicio proporcionado (Ishikawa, 1990).

Juran (1990a; 1996) extiende esta garantía a los altos ejecutivos y demás interesados cuando nos define aseguramiento de la calidad como “la actividad que da a todos los interesados la evidencia necesaria para tener confianza de que la función de calidad se está realizando adecuadamente”.

El aseguramiento de la calidad, según ISO 9000, se basa en una serie de acciones preestablecidas, sistemáticas, repetitivas, de demostrable realización y necesarias para garantizar que un producto o servicio satisficará una serie de objetivos de calidad previamente marcados.

El aseguramiento de la calidad se establece a partir del sistema de calidad.

#### **2.4.3. Los principios del aseguramiento de la calidad**

*“Una compañía debe practicar el aseguramiento de la calidad para garantizar a los clientes y usuarios que los productos o servicios satisfacen los objetivos antes de comprarlos, en el tiempo de compra e incluso durante un cierto periodo de tiempo después de la adquisición”* (Ishikawa, 1990).

Se puede decir que el aseguramiento de la calidad se logra si se consigue la confianza de los clientes en los productos o servicios de la compañía, o mejor, si se puede conseguir la confianza en la calidad de la propia compañía.

Para lograr este aseguramiento, los principales pasos a seguir son cinco :

- 1.- Garantizar, mediante el enfoque a los clientes, que la empresa sepa cuales son los requerimientos del cliente. Identificar el tipo de clientes y el tipo de garantías requeridas dependiendo de las diferentes situaciones.
- 2.- Asegurar que todos en la empresa tengan en cuenta los requerimientos que se buscan bajo el concepto de calidad y estén involucrados en la filosofía e ideas de equipo en lo que respecta a los objetivos de calidad.
- 3.- Tener un control cíclico y constante en todos los aspectos de la calidad según el proceso PECA que ya se ha visto. Este control queda reflejado en el conocido ciclo de Deming. Este representa a la calidad como algo no estático y muy cambiante en todos los niveles que la conciernen.

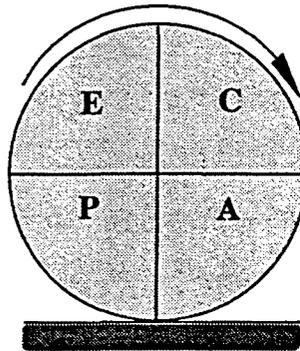


Figura 2.7: Ciclo de Deming.

- 4.- Productores y vendedores son responsables del aseguramiento de la calidad. La responsabilidad del aseguramiento de la calidad surge con el producto y la compañía que hace el producto. Si un proveedor practica el Control de Calidad Total y tiene un correcto funcionamiento del sistema de aseguramiento de la calidad, un comprador puede confiar en comprar estos productos sin necesidad de inspeccionarlos.
- 5.- El más importante principio del aseguramiento de la calidad es internalizar los puntos de vista del consumidor, esto es, introducir éstos en el interior de la compañía: *“Tu siguiente proceso es tu cliente”* (Ishikawa, 1990).

#### 2.4.4. Modelos para el aseguramiento de la calidad

*“Un modelo es una serie de elementos del Sistema de Calidad combinados para satisfacer las necesidades del aseguramiento de la calidad en una situación dada”* (Rotger, 1995).

Uno de los modelos más universales de los utilizados en la actualidad son las Normas ISO 9000, aunque existen otros modelos también muy establecidos, como por ejemplo en el sector del automóvil, donde a causa del grado de especificación entre proveedor y cliente se han originado una serie de modelos propios.

También existen los llamados modelos “ad-hoc” que surgen cuando el número de proveedores por cliente y viceversa no son muy elevados. Estos modelos tan particulares tienen la ventaja de

poderse centrar en los procesos que las partes interesadas consideren críticos, y no dar importancia a los que no interesen. Como desventaja es que requieren más trabajo concreto y son más laboriosos debido a la negociación concreta con cada cliente y con cada proveedor.

Debido a estas desventajas de los métodos muy particulares ha tomado consciencia el establecer modelos más genéricos, como son las normas ISO 9000, aunque éstas, en muchos casos tampoco sean garantía de fácil adaptación y aplicación.

#### 2.4.5. Las Normas ISO 9000 como modelo de aseguramiento de la calidad

Las Normas ISO 9000 son un conjunto de normas editadas por el Comité ISO/TC176 “Gestión de la calidad y aseguramiento de la calidad” perteneciente a la Organización Internacional de Estandarización (ISO):

- ISO 8402 (95) : Gestión de la calidad y aseguramiento de la calidad. Vocabulario.
- ISO 9000: Normas para la gestión de la calidad y el aseguramiento de la calidad.
  - Parte 1 : Directrices para su selección y utilización.
  - Parte 2 : Directrices genéricas para la aplicación de las normas ISO 9001, ISO 9002 e ISO 9003.
  - Parte 3 : Guía para la aplicación de la norma ISO 9001 al desarrollo, suministro y mantenimiento del soporte lógico.
  - Parte 4 : Guía para la gestión de un programa de seguridad de funcionamiento.
- ISO 9001 : Sistemas de la calidad. Modelo para el aseguramiento de la calidad en el diseño, el desarrollo, la producción, la instalación y el servicio posventa.
- ISO 9002 : Sistemas de la calidad. Modelo para el aseguramiento de la calidad en la producción, la instalación y el servicio posventa.
- ISO 9003 : Sistemas de la calidad. Modelo para el aseguramiento de la calidad en la inspección y los ensayos finales.
- ISO 9004 : Gestión de la calidad y elementos del sistema de la calidad.
  - Parte 1 : Directrices.
  - Parte 2 : Guía para los servicios.
  - Parte 3 : Directrices para materiales procesados.
  - Parte 4 : Directrices para la mejora de la calidad.

Las Normas ISO 9000 se centran en la calidad del producto o de los servicios que la empresa ofrece a sus clientes.

Las Normas ISO 9001, 9002 y 9003 tienen un problema importante de interpretación práctica, ya que en un principio fueron elaboradas básicamente para usarlas como un medio contractual de

suministro de bienes de equipo, por lo que su aplicación en determinados productos, servicios o actividades es más conflictiva.

#### **2.4.6. Elementos del Sistema de Calidad según ISO 9001**

Son elementos del Sistema de Calidad según ISO:

- La organización.
- Los procesos.
- Los procedimientos.
- Los recursos.
- Las responsabilidades.

En realidad, el número de aspectos de un sistema de calidad es variable y depende de la situación concreta. Concretamente la revisión de 1994 de la ISO 9001 habla de 20 aspectos:

1. La organización y las responsabilidades.
2. Los procesos primarios:
  - Revisión de los contratos.
  - Control del diseño.
  - Compras.
  - Control de los procesos de producción o de servicio.
  - Manipulación, almacenaje, embalaje, conservación y entrega.
3. Procesos de soporte a los primarios, destinados a su control, su verificación y a la adopción de medidas pertinentes en caso de no conformidad. Estos son:
  - Control de equipos de inspección, medida y ensayo.
  - Inspecciones y pruebas.
  - Control de los productos no conformes.
  - Control de documentos y datos.
  - Registros de calidad.
4. Otros procesos complementarios a los procesos primarios y de soporte son:
  - Productos suministrados por el cliente.
  - Identificación y facilidad de seguimiento.
  - Estados de inspección.
  - Técnicas estadísticas.

## 5. Otros:

- La planificación de calidad.
- La formación del personal.
- La auditoria interna del sistema.
- La adopción de acciones preventivas y correctivas para evitar la repetición de errores.

### 2.4.7. El Manual de Calidad

La redacción del Manual va ligada a una adaptación del Sistema de Calidad a la norma ISO para tener en cuenta nuevas consideraciones o cambios de la organización en la empresa.

Como ya se ha visto en la introducción general del apartado 2.4, el Manual de Calidad es un documento que, debidamente autorizado, formaliza la política de la empresa relativa a la Gestión de la Calidad, definiendo las normas y los procedimientos operativos de referencia, los objetivos de calidad, el sistema de responsabilidad y las normas internas. Se trata de *una recopilación estructurada de todas las normas, los criterios, las instrucciones y las recomendaciones que aseguran la calidad del bien o servicio, teniendo como fin los objetivos fijados por la Dirección.*

Debido a que no todas las actividades de una organización están contempladas en las Normas de aseguramiento de la calidad, el alcance del Manual será:

- Precisar los productos o servicios a los que se refiere.
- Definir las actividades referidas a tales productos o servicios que se tendrán en consideración. Esta definición dependerá de la norma de referencia y de la división de responsabilidades con otras empresas o centros de trabajo de un grupo de empresas.
- Concretar el centro o centros de producción afectados.

y contendrá o hará referencia como mínimo a:

- La Política de Calidad.
- Las Responsabilidades.
- Los Procedimientos y las instrucciones del Sistema de Calidad.
- Las disposiciones para revisar, actualizar y controlar el manual.

### 2.4.8. El Manual de Procedimientos.

Los procedimientos operativos que desarrollan todos los requisitos de las Normas ISO 9000 son agrupados dentro del llamado Manual de Procedimientos.

Un procedimiento es una descripción documental de un tipo de actividad propia de la dinámica de la empresa o de alguna de sus secciones, realizado de forma concisa y de un modo tal, que

permita su realización sin ambigüedades y repetitivamente siguiendo las instrucciones indicadas. Estos procedimientos se definen en función de las características propias de cada empresa.

*Por tanto, el Manual de Procedimientos es un conjunto amplio de documentos que incumbe a todas las funciones de la empresa y en los que se define cómo debe funcionar cada actividad relacionada con la calidad, esto es, describir las operaciones que hay que realizar en cada proceso o en cada puesto de trabajo.*

Este conjunto amplio de documentos del que está formado el Manual de Procedimientos debe ser revisado cada vez que se modifica un proceso o método de trabajo.

Normalmente un procedimiento contiene: el objeto de la actividad; el campo de aplicación de la misma; qué debe hacerse; quién debe hacerlo; cuándo, dónde y cómo se debe llevar a cabo; qué materiales, equipos e instrumentos deben utilizarse; cómo debe controlarse y registrarse,...

Todo procedimiento estará estructurado en una serie de apartados, obligatorios u opcionales :

- **Objeto:** recoge de forma concisa y sin ambigüedades cuál es la finalidad del procedimiento.
- **Alcance:** especifica y acota el alcance del procedimiento en cuanto a su aplicación.
- **Desarrollo:** Incluye las definiciones necesarias para la comprensión del procedimiento, la descripción de todas las operaciones a realizar para completar la actividad a la que se refiere el procedimiento.
- **Responsabilidades:** Se indican todas las responsabilidades necesarias para cumplir la actividad descrita.
- **Documentación de referencia:** Se incluyen todos los documentos y formularios de los que se hace referencia en el procedimiento.
- **Anexos:** Se incluyen los documentos, formularios o diagramas útiles para la comprensión del procedimiento.
- **Gestión del procedimiento:** Se incluye el nombre, función, fecha, firma de las personas que realizan, revisan y aprueban el procedimiento.

#### **2.4.9. La Certificación**

Según ISO, la certificación es la forma en que una empresa asegura por escrito que un producto o servicio cumple con los requisitos de calidad especificados en él.

La razón de ser de la certificación es debida a que las empresas cada vez tienden más a comprar productos o componentes realizados por otras empresas para hacer su propio producto, y por tanto requiere tener la confianza de que éstos sean los que realmente se desean. Como sea que estos intercambios se dan cada vez más a escala mundial, se hace necesario alguna forma de justificación de que un producto cumple con unos requisitos específicos de calidad y, así, se pueda garantizar la confianza de que el sistema de calidad implantado por el vendedor es bueno. Además de las empresas clientes, también las administraciones públicas exigen, en muchos casos, la certificación a los proveedores de los equipos sometidos a exigencias reglamentarias.

Todas estas premisas expuestas ilustran la enorme importancia que ha supuesto la certificación para garantizar el aseguramiento de la calidad en los intercambios de productos o servicios tanto para la economía general de toda la Europa comunitaria como para la economía mundial debido a la cada vez mayor globalización.

#### 2.4.10. Peligros y problemas de la certificación

La certificación pide la aplicación de las normas ISO 9000 para el aseguramiento de la calidad, que son muy precisas y prevén unos mecanismos de certificación complejos.

Esto conlleva aspectos positivos y negativos. Los positivos son la imposición de una sistemática rigurosa a seguir. Los negativos son que pueden llegar a desvincularse de los objetivos reales de gestión de calidad de la empresa, con lo que pueda llegar a ser percibido como una cosa extraña a mantener para satisfacer el capricho de unos clientes (Rotger, 1995; 1996).

Hay muchas actividades o partes de actividades que no son susceptibles de certificación aunque esto no implique que no sea necesario tenerlas en cuenta y hacer la pertinente gestión de calidad en ellas. Esto suele causar dos errores clásicos:

- Menospreciar todo lo que conlleva a la certificación (normas ISO, aseguramiento de la calidad, etc.).
- Confundir calidad con certificación, encaminando los esfuerzos a conseguir la certificación más que el incremento de calidad. Esto conduce a las siguientes consecuencias :
  - Dejar fuera todas las empresas a las que el mercado no pida la certificación.
  - No contemplar muchos aspectos de la gestión de la calidad.
  - Mezclar calidad con márketing.
  - No tener presente la calidad en el diseño (si la certificación sólo se refiere a la ISO 9002).
  - No mejorar la calidad.
  - Descuidar la calidad de los servicios ofrecidos al cliente, cuando sólo se certifica la capacidad de diseñar y fabricar un producto.
  - No considerar la calidad de los servicios internos, que no afectan directamente al cliente, pero que si afectan al rendimiento de la empresa a través del coste del producto o servicio vendido y el ambiente de trabajo.
  - Olvidar aspectos estratégicos sobre futuros requisitos del mercado y cómo prepararse para ellos.
  - Dar una visión de la calidad como una cosa de técnicos o juristas, desligada de la problemática real de la empresa con la que conecta nada más como una exigencia comercial a satisfacer.

## 2.5. Las auditorías

### 2.5.1. Definiciones y conceptos fundamentales de las auditorías

Las normas ISO 9000 establecen que las empresas han de realizar auditorías para asegurar que su sistema de calidad es correcto y que se aplica de forma adecuada. Los conceptos generales envueltos dentro de estas ideas, según ISO 10011, son:

- *Auditoría de la calidad*: es un examen metódico e independiente que se realiza para determinar si las actividades y los resultados relativos a la calidad satisfacen las disposiciones previamente establecidas, y para comprobar que estas disposiciones se llevan realmente a cabo y que son adecuadas para alcanzar los objetivos previstos. Las auditorías se deben basar en evidencias objetivas demostrables y nunca en impresiones subjetivas
- *Evidencia objetiva*: son las informaciones, comprobantes o constataciones de hechos, de naturaleza cualitativa o cuantitativa, relativos a la calidad de un bien o de un servicio o a la existencia y la implantación de un elemento del sistema de la calidad, que se basan en observaciones medidas o ensayos, y que pueden ser verificadas.
- *No conformidad*: falta de cumplimiento de los requisitos especificados.

### 2.5.2. Realización de las auditorías

Las auditorías se pueden realizar de tres formas diferentes :

- Auditorías por primera parte: se hacen internamente en la empresa por un equipo de auditores independientes de la actividad auditada.
- Auditorías por segunda parte: se realizan por los clientes antes de la firma de un pedido o contrato, y su objetivo es comprobar que el proveedor dispone de un Sistema de Calidad que le proporcione suficiente confianza y sea apto para conseguir las especificaciones de calidad establecidas. También puede ser objeto de evaluación la elección de los proveedores.
- Auditorías por tercera parte: se realizan por entidades externas a la empresa auditada o cliente. Si las entidades que las realizan están debidamente acreditadas, el resultado de la auditoría tiene en la Certificación el reconocimiento oficial.

### 2.5.3. Tipos de auditorías relacionadas con la calidad y propósitos de las mismas

Básicamente las auditorías pueden ser de cuatro tipos distintos:

#### 1.- Auditorías del Sistema de Calidad:

Son las que se realizan al conjunto del Sistema de Calidad de la empresa, es decir, a todas las actividades de Planificación, Garantía del Producto y Evaluación, además de la Estructura y Política de Calidad.

La Norma ISO 10011/UNE-EN 30011 define las directrices para la realización de las auditorías del Sistema de Calidad. Las áreas implicadas en las auditorías internas son especialmente la dirección y el departamento de calidad pero también todos los demás departamentos.

La empresa debe establecer procedimientos para planificar auditorías internas de calidad para:

- Que las actividades relativas a la calidad sean las adecuadas.
- El cumplimiento de las previsiones en los resultados obtenidos.
- Determinar la eficacia del Sistema de Calidad.

Las auditorías internas deben:

- Programarse en función de la naturaleza e importancia de las actividades.
- Ser realizadas por personal independiente de la actividad auditada.
- Registrar los resultados obtenidos.
- Informar sobre el resultado a los responsables de las áreas auditadas.
- Definir las acciones correctoras a implantar, por parte del responsable del área auditada.
- Realizar actividades de seguimiento para comprobar la eficacia de las acciones correctoras implantadas.

Las auditorías deben probar que el Sistema de Calidad está definido, es operativo y es eficaz. Los resultados de las auditorías internas forman parte de la revisión por la dirección.

Las guías prácticas para auditorías de Sistemas de Gestión de la Calidad, están basadas en experiencias generales de certificación y se dan en la serie de normas ISO 1011. Estas normas para auditorías de Sistemas de Calidad son :

- ISO 10011. Guía para auditorías de Sistemas de Calidad.
- ISO 10011-1. Auditorías.
- ISO 10011-2 . Criterios de calificación para las auditorías de los Sistemas de Calidad.
- ISO 10011-3. Gestión de programas auditores.
- ISO 10012-1. Gestión de equipamiento de medidas.
- ISO 10013. Desarrollo de manuales de calidad.

## *2.- Auditoría de procesos.*

Revisa todos los factores de un proceso y sus correspondientes elementos del Sistema de Calidad, evaluando los elementos del sistema en relación con la norma de calidad aplicable, así como su efectividad.

Las actividades de una auditoría de proceso evalúan las condiciones controladas en relación con:

- Las materias primas, los componentes, la maquinaria y las instalaciones.
- Los procedimientos operativos, los métodos de inspección y ensayo.

- El personal adscrito al proceso.
- Las condiciones ambientales.

La auditoría también evalúa la adecuación y la eficacia de:

- Las técnicas de control del proceso y los métodos de control.
- El personal que realiza los controles.
- Los instrumentos de medición y ensayo.
- La documentación de apoyo, los gráficos y los registros.
- Los flujos, áreas y transportes internos, el orden y la limpieza.

También se efectúa un examen en profundidad respecto a la detección de no conformidades, su resolución y la adopción de acciones correctivas, en relación con las no conformidades detectadas.

### *3.- Auditoría de producto.*

Es un examen en profundidad y evaluación de un producto y sus correspondientes elementos del Sistema de Calidad. Asegura que los procedimientos y los procesos conducen a un producto que responde a la Documentación técnica establecida y que esta situación permanece en el tiempo.

También incluye la evaluación de la capacidad para tomar decisiones adecuadas por parte de aquellas personas que tienen esa responsabilidad, abarcando el análisis de las decisiones tanto de aceptación como de rechazo. Puede incluir determinaciones de la fiabilidad de los datos obtenidos como resultado de los controles a que se somete habitualmente el producto.

Pueden ser de dos tipos:

- Internas. Se realizan al producto cuando está dentro de la empresa independientemente de su estado de fabricación. Pueden nutrirse de datos procedentes del producto terminado, como de datos obtenidos durante el proceso.
- Externas. Son las que se realizan cuando el producto ha salido de la empresa, y se encuentra en casa del cliente, distribuidor, etc.

### *4.- Auditoría a proveedores.*

Ésta tiene por objeto valorar la capacidad de un proveedor para suministrar productos o servicios cumpliendo con los requisitos especificados. Se realiza con ayuda de cuestionarios tipo, en los que aparecen las preguntas y sistemas de puntuación para valorar los proveedores. Suelen ser realizadas directamente por el cliente al proveedor o por un tercero que actúa como figura neutral.

## 2.6. La planificación de la calidad

La planificación para el futuro es básica puesto que aporta una mejor coordinación, objetivos más concretos, mayores rendimientos y una implicación de la dirección. Pero dicha planificación debe estar normalizada y debe ser de dominio general dentro de su ámbito.

Una planificación consta del plan a largo plazo y el plan a corto plazo, que define el día a día.

El plan a largo plazo analiza la situación actual y posteriormente describe a grandes rasgos las líneas maestras a seguir, estableciendo lo que se conoce como planificación estratégica.

El plan a corto plazo, normalmente anual, está basado en el plan a largo plazo pero centrado y definido para el año en curso y en él se concretan los objetivos inmediatos a cumplir.

Un buen uso combinado de ambos planes permite conseguir el éxito en el mercado que no deja de ser el objetivo último de todo el concepto de calidad.

### 2.6.1. El plan a largo plazo

Dentro del plan a largo plazo, normalmente a varios años vista (p.ej. cinco), se definen varios puntos clave:

- 1.- Visión y propósito de la empresa. Es bueno incluir la satisfacción del cliente.
- 2.- Analizar las Necesidades del cliente de una forma rigurosa.
- 3.- Situación respecto la competencia: sus estrategias, puntos fuertes y débiles, etc.
- 4.- Productos y servicios presentes, proponer la nueva oferta de productos y su evolución.
- 5.- Desarrollo del plan de proveedores, ya sean suministradores o distribuidores.
- 6.- Análisis financiero, previsión de todos los gastos e ingresos durante el plazo considerado.
- 7.- Análisis de problemas potenciales para estar preparado frente a ellos.
- 8.- Plan a varios años, incluyendo los objetivos a cumplir con nombre propio y concreto.

### 2.6.2. El plan anual. Dirección por objetivos

Independientemente de la definición de los pasos a seguir, es obvio que es necesario actualizarlos cada año ya que las condiciones del entorno son cambiantes.

El método más usado es el llamado *Plan Hoshin* originario de Japón y que traducido significa *Dirección por Objetivos*. Su éxito se debe a que:

- Los objetivos se cumplen porque el nivel siguiente se ha comprometido en ellos.

- Hay una prioridad de objetivos para cada nivel.
- Los planes se revisan periódicamente y se hacen las correcciones pertinentes.

Sus puntos débiles son la poca relación entre la estrategia y su implantación debida por ejemplo a que la dirección por objetivos no dispone de un plan de acción detallado.

Consta de:

- 1.- Una revisión del propósito de la organización e información sobre: el cliente, el entorno económico-competitivo y del plan anual del año anterior con sus aciertos y fallos.
- 2.- Escoger los objetivos a cumplir para así saber qué dirección seguir. Posibles objetivos pueden ser la calidad, el coste, la entrega del producto, el servicio o la formación, aunque es importante no tener más de dos objetivos a cumplir simultáneamente y además estos deben ser del tipo de avance brusco.
- 3.- Determinar la estrategia a seguir con la ayuda de diagramas causa-efecto y así, mediante acciones y correcciones, alcanzar el objetivo propuesto. Para saber si la estrategia escogida es la buena y si se está progresando como se esperaba se emplean las llamadas metas de rendimiento que se expresa con un valor numérico tanto si estan orientadas a resultados finales o hacia el proceso en sí.
- 4.- La estrategia a seguir, mediante una cascada de objetivos implica directamente a los niveles inferiores, formándose sucesivamente cadenas del tipo objetivo-estrategia.
- 5.- Para completar la planificación es básico hacer el seguimiento del plan para rectificar las posibles desviaciones ya sean positivas o negativas puesto que sólo así sabremos la razón del éxito o fracaso.

## **2.7. La relación entre la gestión de la calidad y la gestión medioambiental.**

Una ventaja que nadie puede refutar a una aplicación de un sistema de gestión de la calidad según ISO 9000 y a pesar de los inconvenientes y peligros que un uso indiscriminado puede acarrear, es el efecto sistematizador que tiene este sistema.

Aprovechando esta gran ventaja y la experiencia que las empresas ya puedan haber adquirido en la aplicación y el uso de las ISO 9000, son muchas las facetas de la gestión de la empresa que se pretende asimilar a los sistemas de gestión basados en ISO 9000, por ejemplo en la gestión de la prevención de riesgos (Alves Dias, 1996).

En otra faceta donde también se toman las ISO 9000 como referencia es en la gestión medioambiental. El International Standard Organization empezó a publicar en 1996, después de varios años de estudio y desarrollo, la familia de normas conocidas como las ISO 14000, las cuales es de prever que en un futuro no muy lejano sean tan conocidas y aplicadas, por lo menos, como lo son las ISO 9000 (Lampretch, 1997). Toda la familia de normas ISO 14000 giran alrededor de la temática medioambiental, concretamente sistemas de gestión medioambiental y auditorías medioambientales:

- ISO 14001: 1996. Sistemas de gestión medioambiental. Especificaciones y directrices para su utilización.
- ISO 14004: 1996. Sistemas de gestión medioambiental. Directrices generales de principios, sistemas y técnicas de apoyo.
- ISO 14010: 1996. Directrices para las auditorías medioambientales. principios generales.
- ISO 14011: 1996. Directrices para las auditorías medioambientales. Procedimientos de auditoría. Auditorías de sistemas de gestión medioambiental.
- ISO 14012: 1996. Directrices para las auditorías medioambientales. Criterios para calificación de auditores medioambientales.

En las siguientes páginas y solamente a modo de cuadro resumen se reproducirán dos cuadros extraídos de la UNE-EN 14001 en las que se establece y demuestra esta correspondencia entre ISO 9001 y ISO 14001. El objetivo de estos no es en absoluto desarrollar la problemática de la gestión medioambiental en la empresa (y en la empresa de construcción) sino sólo introducir esta correspondencia y relación entre calidad y medioambiente, con ánimo de demostrar que los conceptos ISO 9001 bien aplicados son útiles y positivos para la empresa y que el futuro más inmediato pasa por ellos, incluso desde el punto de vista medioambiental.

**Tabla 2.2: Correspondencia entre la Norma ISO 14001 y la Norma ISO 9001**

ISO 14001:1996		ISO 9001:1994	
<b>Requisitos generales</b>	4.1	2.2.1 1ª frase	Generalidades
<b>Política medioambiental</b>	4.2	4.1.1	Política de la calidad
<b>Planificación</b>			
Aspectos medioambientales	4.3.1	-	
Requisitos legales y otros requisitos	4.3.2	4.4.4	Requisitos legales
Objetivos y metas	4.3.3	4.1.1	Objetivos
Programas de gestión medioambiental	4.3.4	-	
	-	4.2.3	Planificación de la calidad
<b>Implantación y funcionamiento</b>			
Estructura y responsabilidades	4.4.1	4.1.2	Organización
Formación, sensibilización y competencia profesional	4.4.2	4.18	Formación
Comunicación	4.4.3	-	
Documentación del sistema de gestión medioambiental	4.4.4	4.2.1 sin la 1ª frase	Generalidades
Control de la documentación	4.4.5	4.5	Control de la documentación y de los datos
Control operacional	4.4.6	4.2.2	Procedimientos del sistema de calidad
	4.4.6	4.3	Revisión del contrato
	4.4.6	4.4	Control del diseño
	4.4.6	4.6	Compras
	4.4.6	4.7	Control de los productos suministrados por los clientes
	4.4.6	4.9	Control de los procesos
	4.4.6	4.15	Manipulación, almacenamiento, embalaje, conservación y entrega
Planes de emergencia y capacidad de respuesta	4.4.6	4.19	Servicio posventa
	-	4.8	Identificación y trazabilidad de los productos
	4.4.7	-	
<b>Comprobación y acción correctora</b>			
Seguimiento y medición	4.5.1 párrafo 1º y 3º	4.10	Inspección y ensayos
	-	4.12	Estado de inspección y ensayos
	-	4.20	Técnicas estadísticas
Seguimiento y medición	4.5.1 párr. 2º	4.11	Control de los equipos de inspección, medición y ensayo
No conformidad, acción correctora y acción preventiva	4.5.2 1ª parte de la 1ª frase	4.13	Control de los productos no conformes
No conformidad, acción correctora y acción preventiva	4.5.2 sin la 1ª parte de la 1ª frase	4.14	Acciones correctoras y preventivas
Registros	4.5.3	4.16	Control de registros de la calidad
Auditorías del sistema de gestión medioambiental	4.5.4	4.17	Auditorías internas de la calidad
<b>Revisión por la dirección</b>	4.6	4.1.3	Revisión por la dirección

**Tabla 2.3: Correspondencia entre la Norma ISO 9001 y la Norma ISO 14001**

ISO 9001:1994		ISO 14001:1996	
<b>Responsabilidades de la dirección</b>			
Política de la calidad	4.1.1	4.2	Política medioambiental
	-	4.3.1	Aspectos medioambientales
	4.4.4	4.3.2	Requisitos legales y otros requisitos
	4.1.1	4.3.3	Objetivos y metas
	-	4.3.4	Programas de gestión medioambiental
Organización	4.1.2	4.4.1	Estructura y responsabilidades
Revisión por la dirección	4.1.3	4.6	Revisión por la dirección
<b>Sistema de la calidad</b>			
Generalidades	4.2.1 1ª frase	4.1	Requisitos legales
	4.2.1 sin la 1ª frase	4.4.4	Documentación del sistema de gestión medioambiental
Procedimientos del sistema de calidad	4.2.2	4.4.6	Control operacional
Planificación de la calidad	4.2.3	-	
Revisión del contrato	4.3	4.4.6	Control operacional
Control del diseño	4.4	4.4.6	Control operacional
Control de documentación y de datos	4.5	4.4.5	Control de la documentación
Compras	4.6	4.4.6	Control operacional
Control de los productos suministrados por los clientes	4.7	4.4.6	Control operacional
Identificación y trazabilidad de los productos	4.8	-	
Control de los procesos	4.9	4.4.6	Control operacional
Inspección y ensayos	4.10	4.5.1 párrafo 1º y 3º	Seguimiento y medición
Control de los equipos de inspección, medición y ensayo	4.11	4.5.1 párr. 2º	Seguimiento y medición
Estado de inspección y ensayos	4.12	-	
Control de los productos no conformes	4.13	4.5.2 1ª parte de la 1ª frase	No conformidad, acción correctora y acción preventiva
Acciones correctoras y preventivas	4.14	4.5.2 sin la 1ª parte 1ª frase	No conformidad, acción correctora y acción preventiva
	-	4.4.7	Planes de emergencia y capacidad de respuesta
Manipulación, almacenamiento, embalaje, conservación y entrega	4.15	4.4.6	Control operacional
Control de registros de la calidad	4.16	4.5.3	Registros
Auditorías internas de la calidad	4.17	4.5.4	Auditorías del sistema de gestión medioambiental
Formación	4.18	4.4.2	Formación, sensibilización y competencia profesional
Servicio posventa	4.19	4.4.6	Control operacional
Técnicas estadísticas	4.20	-	
	-	4.4.3	Comunicación

## 2.8. Bibliografía del capítulo

- Alves Dias, L. (1996). Integration of safety and quality in construction. En: Alves, L.M & Coble, R.J. (eds). *Implementation of safety and health on construction sites*. Rotterdam: A.A. Balkema.
- Asociación Española de Normalización y Certificación. (1994). *Normas para la gestión de la calidad y el aseguramiento de la calidad, parte 1: directrices para su selección y utilización ISO-9000-1:1994. Versión oficial*. UNE-EN-ISO 9000-1. Madrid: AENOR.
- Asociación Española de Normalización y Certificación. (1994). *Normas para la gestión de la calidad y el aseguramiento de la calidad, parte 2: guía de utilización de las normas UNE 66901, UNE 66902 y UNE 66903. Correspondencia ISO-9000-2:1993*. UNE-EN-ISO 9000-2. Madrid: AENOR.
- Asociación Española de Normalización y Certificación. (1994). *Modelo para el aseguramiento de la calidad en el diseño, el desarrollo, la producción, la instalación y el servicio posventa*. UNE-EN-ISO 9001. Madrid: AENOR.
- Asociación Española de Normalización y Certificación. (1994). *Sistemas de calidad. Modelo para el aseguramiento de la calidad en la producción, la instalación y el servicio posventa. Versión oficial*. UNE-EN-ISO 9002. Madrid: AENOR.
- Asociación Española de Normalización y Certificación. (1994). *Modelo para el aseguramiento de la calidad en la inspección y los ensayos finales*. UNE-EN-ISO 9003. Madrid: AENOR.
- Asociación Española de Normalización y Certificación. (1995). *Gestión de la calidad y elementos del sistema de la calidad parte 1: directrices*. UNE-EN-ISO 9004-1. Madrid: AENOR.
- Asociación Española de Normalización y Certificación. (1993). *Gestión de la calidad y elementos del sistema de la calidad parte 2: guía para los servicios*. UNE-EN-ISO 9004-2. Madrid: AENOR.
- Asociación Española de Normalización y Certificación. (1995). *Gestión de la calidad y elementos del sistema de la calidad parte 2: guía para los servicios*. UNE-EN-ISO 9004-2 erratum. Madrid: AENOR.
- Asociación Española de Normalización y Certificación. (1996). *Sistemas de gestión medioambiental. Especificaciones y directrices para su utilización*. UNE-EN-ISO 14001. Madrid: AENOR.
- Barroso, S.; Domínguez, M.; Sebastián, M. (1992). *Manual de calidad en la construcción*. Madrid: ANCOP.
- Crosby, P.B. (1985). *Quality without tears. The art of hassle-free management*. Nueva York: New American Library.
- Crosby, P.B. (1979). *Quality is free. The Art of Making Quality Certain*. Nueva York: Mc.Graw-Hill.

- Deming, W.E. (1989). *Calidad, productividad y competitividad. La salida de la crisis.* [Out of the crisis]. Madrid: Ed. Díaz de Santos (traducción de Jesús Nicolau).
- Drucker, P.F. (1991). *La Innovación y el empresario innovador. La práctica y los principios.* Barcelona: Edhasa.
- Drucker, P.F. (1989). *El ejecutivo eficaz.* Barcelona: Edhasa.
- Feigenbaum, A.V. (1986). *Control Total de la Calidad.* México: CECSA.
- Grima, P.; Tort-Martorell, J. (1995). *Técnicas para la gestión de la calidad.* Madrid: Ed. Díaz de Santos.
- Herzberg, F. (1977). *Una vez más. ¿Cómo motivar a los trabajadores?.* Bilbao: Ediciones Deusto S.A.
- Horovitz, J. (1990). *La calidad del servicio.* Madrid: McGraw-Hill.
- Ishikawa, K. (1994). *Introducción al control de calidad.* Madrid: Ed. Díaz de Santos (traducción de Jesús Nicolau).
- Ishikawa, K. (1985). *What is Total Quality Control? The Japanese Way.* New Jersey: Prentice-Hall.
- Juran, J.M. (1996). *Juran y la calidad por el diseño. Nuevos pasos para planificar la calidad de bienes y servicios.* Madrid: Ed. Díaz de Santos.
- Juran, J.M. (1990a). *Juran y el liderazgo para la calidad: manual para ejecutivos.* Madrid: Ed. Díaz de Santos.
- Juran, J.M. (1990b). *Juran y la planificación para la calidad.* Madrid: Ed. Díaz de Santos.
- Juran, J.M.; Gryna, F.M. (1993). *Manual del Control de Calidad.* Madrid: McGraw-Hill.
- Juran, J.M. (1981). *Planificación y análisis de la Calidad.* Barcelona: Ed. Reverté.
- Lampretch, J.L. (1997). *ISO 14000. Directrices para la implantación de un sistema de gestión medioambiental.* Madrid: AENOR.
- Larrañaga, J. (1995). La normalización ha sido -y es todavía- una asignatura pendiente... *DYNA*. [Bilbao: Federación de Asociaciones de Ingenieros Industriales de España], LXX(9): 6-8.
- McGregor, D. (1982). *Mando y motivación.* México: Diana.
- McGregor, D. (1969). *El aspecto humano de las empresas.* México: Diana.
- Rotger, J.J.; Canela, M. A. (1995). *Gestió de la qualitat: una visió pràctica.* Barcelona: Editorial Beta.
- Rotger, J.J.; [et al]. (1996). *Cicle de conferències sobre la implantació de la Norma ISO 9000 i certificació.* Barcelona: Ed. Associació d'Enginyers Industrials de Catalunya/Col.legi d'Enginyers Industrials de Catalunya.
- Roure, J. (1996). El model europeu de Qualitat. *Revista de Qualitat*. [Barcelona: Centre Català de la Qualitat] 23: 4-7.
- Saderra, Ll. (1994). *La Calidad Total.* Barcelona: Ed. Rede.

- Shewhart, W.A. (1997). *Control económico de la calidad de productos manufacturados* [Economic control of quality of manufactured product.]. Madrid: Ed. Díaz de Santos.
- Taguchi, G. (1986). *Introduction to quality engineering. Designing quality into products and processes*. Tokyo: Asian Productivity Organization.
- Taylor, F.W. (1970). *Management científico*. Barcelona: Oikos-Tau S.A. Ediciones.
- Towsend, R.S. (1985). *Más arriba en la organización*. Barcelona: Orbis.
- Towsend, R.S. (1970). *Arriba la organización. Como evitar que la organización choque con los empleados y se coma los beneficios*. [Up the organisation]. Barcelona: Grijalbo.
- Van de Miele, G. (1993). European Industry Survey. *Total Quality Management*. [Oxford: International Periodical Publishers], 4(1).

# **Capítulo III. Análisis de la gestión de la calidad en la industria de la construcción**

## **Estructura del capítulo**

- 3.0. Introducción al capítulo
- 3.1. Consideraciones previas generales
  - 3.1.1. Significados de la calidad en la construcción
  - 3.1.2. Necesidades de calidad en la construcción
  - 3.1.3. Particularidades del sector con respecto a la calidad
- 3.2. La influencia de las normas en este nuevo enfoque
  - 3.2.1. Las Normas como ayuda a la efectiva transferencia de información
- 3.3. Aspectos básicos en la aplicación de los conceptos de calidad a la construcción
  - 3.3.1. La importancia del informe del diseño
- 3.4. El Control de Calidad en construcción
  - 3.4.1. El Control de Calidad de los materiales
  - 3.4.2. El Control de Calidad de ejecución
  - 3.4.3. El Control de Calidad en la fase de diseño
  - 3.4.4. La evolución hacia el Control Total de Calidad (TQC) como parte del Sistema de Calidad de la empresa constructora
- 3.5. Los Sistemas de Gestión de la Calidad bajo el enfoque de ISO 9000 en la construcción
  - 3.5.1. La introducción de Sistemas de Calidad basados en ISO 9000 en las empresas contratistas
- 3.6. Los Sistemas de Calidad bajo los enfoques de TQM
  - 3.6.1. Los clientes internos y externos en el proceso de construcción
  - 3.6.2. La mejora continua en la construcción
  - 3.6.3. Aplicación general de Gestión Total de la Calidad (TQM) en los proyectos de construcción
- 3.7. El enfoque de EE.UU. para lograr un modelo de TQM en construcción
  - 3.7.1. Los elementos del modelo americano de TQM en construcción
  - 3.7.2. La implementación del modelo americano de TQM en la construcción
- 3.8. El sistema nórdico de Gestión Total de la Calidad (TQMNW)
  - 3.8.1. La evolución del modelo

### 3.8.2. Los puntos clave en la implementación del modelo

## 3.9. Construcción, calidad y costes.

### 3.9.1. Los costes de la calidad y los costes de la no calidad.

### 3.9.2. Las causas de los costes de calidad en construcción.

#### 3.9.2.1. Costes relacionados con la calidad

#### 3.9.2.2. Costes de fallos de calidad internos

#### 3.9.2.3. Costes de fallos de calidad externos

---

## 3.0. Introducción al capítulo

«Calidad consiste en hacer lo que se supone que hay que hacer» (Heredia, 1993).

«Conseguir edificios libres de defectos es el objetivo de la calidad en la construcción y esto no puede ser logrado a menos que el diseño y los trabajos en obra resultantes sigan correctamente las reglas conocidas de la tecnología» (Atkinson, 1995).

Se han escogido estas citas iniciales para abrir el estudio del estado de la calidad en la construcción porque, bajo mi punto de vista, expresan el mejor enfoque en el objetivo de la introducción de los conceptos de calidad al mundo de la construcción desde una visión más aceptable, amplia, general y completa que la mayoría de las definiciones “doctrinales” vistas en el capítulo II.

El concepto del logro de la calidad en la construcción no es nuevo. Ya en el siglo pasado, Alfred Bartholomew, arquitecto y editor de *The Builder*, publicó su escrito “*Specifications for Practical Architecture*” con un ensayo donde había propuestas de soluciones y remedios para defectos en las construcciones (Atkinson, 1995).

Construir sin errores no es fácil. El proceso de diseño y construcción está sujeto a muchas posibles complicaciones, conflictos y restricciones. Algunos de estos pueden venir provocados por multitud de situaciones como, por ejemplo, requerimientos incompatibles de propietarios y usuarios o disposiciones inconsistentes de los reglamentos afines. Otros surgen del hecho que el edificio puede tener diferentes usos en distintos momentos de su vida, y no todos podrán ser identificados por el cliente en su informe del diseño (*brief*) inicial o podrán ser previstos en el diseño. Otros no aparecerán hasta que el edificio sea ocupado por los usuarios. A todo esto se debe añadir las consecuencias de la larga vida del edificio, sujeto a cambios impredecibles en su propiedad, o en nuevas influencias culturales, económicas y sociales.

Así pues, existen multitud de factores que tienen influencia en el logro de la calidad en la construcción. Estos factores se pueden agrupar en cuatro grandes categorías (Atkinson, 1995):

- calidad en el *informe del diseño (brief)* y en el proceso de diseño, incluyendo la fiabilidad de la información usada.
- calidad en los procesos de adjudicación y construcción.

- calidad de los productos y sistemas usados.
- calidad en la utilización del edificio y de sus sistemas.

Unidos a estos, en la actualidad están apareciendo nuevos factores a tener en cuenta como son las variaciones entre países de las influencias de ciertos temas sobre el proceso constructivo: esto son, distintas responsabilidades contractuales y legales en tiempo y en alcance, distintas necesidades de pólizas de seguro, etc... y que en una Europa cambiante y convergente es posible que sufran modificaciones profundas en pocos años. Por último, el rápido avance de la técnica, combinado con el menor avance de las normas y regulaciones también puede llevar a futuros conflictos dentro del sector.

### **3.1. Consideraciones previas generales**

#### **3.1.1.- Significados de la calidad en la construcción**

En construcción, se acepta que la calidad de un producto, un edificio u otra construcción es la totalidad de atributos que hacen que éste sea capaz de cumplir con el cometido establecido o de cumplir con las necesidades dadas, de forma satisfactoria, durante un periodo de tiempo aceptable. Además de la propia definición, en construcción, tanto de edificios como de otras obras en general, construir y hacerlo en términos de calidad no quiere decir sólo que el producto sea satisfactorio y adecuado en sí mismo, sino también que la calidad debe ser incorporada al proceso, esto es desde el diseño hasta la correcta forma de llevarse a cabo.

En la misma línea se puede afirmar que en la construcción, la mayoría de fracasos suceden más por la forma inadecuada de tratar el producto dentro del proceso de diseño y construcción, que por defectos del propio producto.

La primera idea destacable, y que viene introducida por la gran mayoría de autores, es la necesidad de extender la calidad a todo el proceso global de la construcción (BRE, 1978; Heredia, 1993; Atkinson, 1995).

Así, se puede afirmar que la calidad de una construcción deriva de la calidad del diseño y del proceso a través del cual aquel ha sido desarrollado, de la calidad del propio proceso constructivo y el cuidado tomado en traducir el diseño a la forma práctica, de la calidad de los productos usados y equipos instalados, de la forma de usar el edificio y de la calidad de la gestión y el mantenimiento del edificio.

Según Heredia (1993) la calidad de un proyecto constructivo puede ser vista como el cumplimiento de varias "calidades distintas":

- Cumplimiento del Alcance, del Coste y del Plazo. Un proyecto normalmente definido, que se logre construir dentro del coste y plazo previstos, tiene ya de por sí una cierta calidad, que puede llamarse "Calidad general".
- Además pueden -y deben- considerarse otros aspectos, tales como que el proyecto (una vez realizado) cumpla con los requisitos de operación y de funcionalidad, que son equivalentes a un concepto más general de calidad.

Cuantificar la calidad de un proyecto es difícil porque calidad es mucho más que la sola obtención de la funcionalidad, es la satisfacción de la propiedad y usuarios, son costes de mantenimiento y explotación reducidos para los ocupantes, que todo lo especificado sea fácilmente construible (*constructibilidad -voz inglesa-: aptitud para que algo que está proyectado y/o especificado sea fácilmente construible*). Cabe considerar que calidad total no se refiere solo a la construcción del edificio, sino a toda su vida útil. Esto es lo que requiere el usuario del sistema.

La Calidad no puede lograrse sólo siguiendo las normas, ya que estas suelen ser mas simples que el conjunto de requisitos establecidos por el usuario.

El primer paso encaminado a lograr la calidad es conocer los requisitos de los clientes en cuanto al producto/servicio. También debe considerarse que no se puede definir calidad sin conocer el coste final del producto/servicio, ya hay que conseguir una calidad que sea compatible con el coste (Heredia, 1993).

El segundo será establecer el procedimiento que asegure su obtención. El sistema de Aseguramiento de la Calidad va ligado al Control de Calidad, y establece todas las acciones y niveles de control a efectuar dentro del Sistema para dar la garantía de cumplimiento con las características de calidad requeridas. El estado ideal se alcanza cuando el control no exige inspección o comprobación, es decir todos los actores intervinientes realizan un autocontrol, pudiendo reducir los costes.

En los siguientes apartados se estudiará la situación de todos estos conceptos, desde el Control de Calidad puro y simple, pasando por el Aseguramiento de la Calidad basado en los Sistemas ISO hasta acabar en la aplicación de los conceptos basados en los modelos de TQM, todo ello con el objetivo de demostrar posteriormente la utilidad de la aportación realizada por esta Tesis Doctoral.

### **3.1.2. Necesidad de calidad en la construcción**

Los edificios, sean de la importancia y tipo que sean, son la solución al problema de como proporcionar de forma agradable un espacio donde poder llevar a cabo las actividades humanas de forma eficiente, cómoda y digna. El éxito del edificio depende de la habilidad del diseñador, del trabajo del constructor, de la elección apropiada de los materiales y de la, no menos importante por ser el último aspecto mencionado, cantidad de dinero disponible para su realización.

En Europa el problema de la calidad en la construcción ya viene de lejos, así sin contar a Bartholomew (s.XIX), se han llevado a cabo, desde los años sesenta, numerosos intentos de aproximación a la realidad existente. A modo de ejemplo, y sin ánimo de extender en demasía el estudio se destacarán a continuación las conclusiones de algunos de estos estudios, concretamente en este caso los realizados por el British Research Establishment (BRE, 1978; 1982; 1987), la información de los cuáles es fácilmente accesible. Esto no significa que sean los mejores estudios. Además se pueden encontrar estudios similares en muchos países de nuestro entorno, aunque la ventaja de estos es su continuidad y sobretodo su accesibilidad:

1. En los años sesenta se realizó en Gran Bretaña un estudio de varios edificios emblemáticos construidos antes de la Segunda Guerra Mundial a partir de proyectos de prestigiosos arquitectos de la época (BRE, 1978). La conclusión fue que los edificios habían continuado sirviendo para su propósito con pocos problemas, a pesar de la guerra. Las imperfecciones eran de carácter menor y prácticamente solo perjudicaban el aspecto exterior del edificio. A pesar de todo, los problemas se concentraban en los materiales innovadores empleados en proyectos de presupuesto limitado, esto es cuando se introducía una novedad insuficientemente estudiada sobre los materiales tradicionales más conocidos. Otra conclusión fue que los rápidos avances en instalaciones y servicios de un edificio provoca que la vida de estos sea mucho más corta que la del propio edificio considerado desde el punto de vista de obra civil, y esto frecuentemente introducía problemas de cambios posteriormente no documentados.
2. A principios de los ochenta se realizó otro estudio (BRE, 1982) en edificios de viviendas sociales de bajo coste, donde en teoría es más difícil asegurar la calidad que en los edificios estudiados en el anterior caso. En este tipo de edificación la mayoría del trabajo se centra en realizar las cubiertas, paredes y suelos, por lo tanto era de esperar que los defectos básicamente fueran debidos al trabajo de los industriales de estos sistemas. Las conclusiones fueron que las tres cuartas partes de los defectos hallados, eran debidos a la falta de cuidado en el almacenaje, manipulación e instalación de los componentes manufacturados. La quinta parte fue debida malas soluciones de diseño en los detalles del paso del proyecto a la realización.
3. Desde finales de los ochenta hasta 1990-1991 el BRE ha publicado una serie de estudios (BRE, 1987) sobre el comportamiento de sistemas de construcción no tradicionales o industrializados como paneles ligeros de hormigón prefabricado, estructuras prefabricadas y paneles de acero, etc... Las conclusiones fueron que los defectos eran básicamente producidos por la mala instalación en obra de los sistemas (carpintería, juntas,...) y a errores de diseño (pobre aislamiento térmico, condensaciones,...), pero en muy pocos casos a la fabricación de los elementos.

En España, la industria de la construcción normalmente ha tenido otras preocupaciones. Exceptuando quizás a unas cuantas grandes empresas del sector, el resto está emergiendo lentamente de una posición paternalista y casi artesanal, encontrándose en este camino con profundas dificultades:

- Además de la variedad de productos, conocimientos y condiciones ambientales que deben estar bajo control, se deben añadir las necesidades del mercado y las dificultades de permanecer en este ya que se ha vuelto sistemáticamente más estrecho y con el cliente más técnico y sus requisitos más globales.
- La oferta ha subido por encima de la demanda y la competencia se ha vuelto muy agresiva.
- Las fronteras se van diluyendo a medida que la oferta y la demanda están más implicados, y se necesitan introducir criterios y elementos nuevos para el sector.
- Los nuevos recursos tecnológicos aumentan la competitividad de aquellos que son los primeros en saber aplicarlos.
- Los actores intervinientes tienen nuevas formas de actuar y las empresas con sus sistemas de gestión deben ser capaces de asimilarlas rápidamente. La complejidad de la oferta y la demanda no puede seguir siendo gestionada empíricamente.

- Una vez que la operación de puesta al día se haya llevado a cabo, se deberá mantener el desarrollo de la creatividad y competitividad a través de la fuerza de voluntad del propio personal, de la optimización diaria de los métodos y medios de trabajo, y de la capacidad de anticipación al desarrollo de las necesidades del mercado.

### 3.1.3. Particularidades del sector con respecto la calidad

Otro aspecto muy importante a tener en cuenta cuando se habla de calidad en la construcción son las particularidades de este sector con respecto de otras industrias. A continuación se analizarán las diferencias entre el proyecto de construcción y otros procesos, centrandó el análisis y los comentarios con respecto a la aplicación de las prácticas de Calidad y a sus previsibles inconvenientes:

- *Lo singular de un proyecto de construcción.* Un proyecto de construcción no es igual a un prototipo, no es una serie de productos. Esto produce tanta variedad que se diluye el potencial de aplicación de cualquier clase de control estadístico de procesos. Además, el proceso de construcción será llevado a cabo en la propia obra y diferentes procesos empezarán, continuarán y se acabarán en condiciones climáticas cambiantes.
- *Vida del proyecto.* Las correcciones al proyecto, aunque no recomendables, deben ser permitidas tanto en el desarrollo del diseño como después, durante la realización, debido a que el producto final tiene un largo ciclo de vida.
- *Dificultad en la definición de los niveles de calidad.* Estos se relacionarán no sólo con la calidad del edificio en sí, sino también con la calidad de sus diversas partes. Los requisitos funcionales y las relaciones espaciales del edificio evolucionan desde la fase de desarrollo del diseño, en la cual los requisitos de las instalaciones y las estructuras -incluyendo sus implicaciones verticales y horizontales- interaccionan con requisitos estéticos y espaciales.
- *Unicidad de relaciones personales.* Muchos de los contratistas envueltos puede que nunca hayan trabajado con otras de las diversas firmas involucradas restantes. Muchos de los operarios probablemente nunca hayan trabajado con otros de otras empresas alrededor de los cuales deben trabajar o con los cuales deben cooperar. Muchos participantes en el equipo de proyecto serán presentados durante el proyecto; otros vendrán y se marcharán.
- *Realimentación.* Lograrla es realmente difícil. El ciclo de construcción es muy largo, con lo que el ciclo de realimentación es mucho mayor que en otros procesos. Además, no siempre, la información que se desprenda de la realimentación tendrá una importancia relevante para otros proyectos en los cuales las empresas participantes se puedan involucrar.
- *Dificultades en establecer el coste de operación.* El criterio principal de diseño de un proyecto debería estar basado en los costes de operación de las instalaciones, servicios y sistemas construidos. Así pues, su establecimiento y recopilación debe suponer muchos esfuerzos en la etapa inicial del trabajo.
- *Conflictos de los clientes.* Hay un conflicto frecuente entre los requisitos establecidos por el promotor y los del futuro usuario, si usuario y promotor no coinciden en la misma persona. El cliente-promotor del edificio, que lidera el proyecto, está generalmente relacionado con aspectos de costes de construcción y sus implicaciones fiscales, mientras que el usuario, arrendador o inquilino, es responsable del coste de mantenimiento.

- *Escasez de experiencia del cliente.* La operación de definición es generalmente complicada porque el cliente es profano en construcción en el sentido que raramente está relacionado con el encargo de varios edificios, con lo cual puede considerar que el incentivo de aprender a tomar las decisiones básicas para su proyecto, es realmente insignificante.
- *Naturaleza y forma del contrato de construcción.* La naturaleza y la forma del contrato de construcción son vitales. La selección de una forma incorrecta puede hacer imposible las relaciones legales y funcionales entre los diversos agentes intervinientes.

### 3.2. La influencia de las normas en este nuevo enfoque

Las normas tienen una importancia crucial en el logro de edificios sin defectos. Todos los actores envueltos en el proceso toman a estas como base en los diseños, y además son fundamentales en la definición de las especificaciones técnicas en los pliegos de condiciones y en contratos, y en la conformidad, a través de pruebas y ensayos definidos por ellas, de los requisitos satisfechos por los materiales.

La EN 45020 de 1991: *Glosario de términos para normalización y actividades relacionadas*, define Norma como «*documento, establecido por consenso y aprobado por un órgano reconocido, que proporciona, para un uso común y repetido, reglas, líneas maestras o características de las actividades que de ellas resultan, con objeto de asegurar el grado óptimo de orden en un contexto general*», que como se puede observar se la puede llamar, y de hecho así se la conoce, como la “*Norma de las normas*”.

A la vista de la definición, y valiéndonos de la propia experiencia personal, debe entenderse que las normas son mucho más que:

- especificaciones de las características y respuestas esperadas de los productos, procesos y sistemas;
- especificaciones de métodos de evaluar cometidos, mediciones, pruebas y ensayos;
- glosarios, símbolos, clasificaciones;
- códigos de práctica, guías, recomendaciones sobre aplicaciones de productos o procesos que puedan conducir conjuntamente a resultados de experiencia práctica o investigación científica

y, además, tienen varios usos:

- comunicación a las partes interesadas de los requerimientos técnicos y procedimientos necesarios para asegurar su cumplimiento;
- protección del consumidor a través de adecuadas y consistentes normas de calidad para productos y servicios disponibles en el mercado;
- promoción de la seguridad, salud y protección del entorno;
- promoción del ahorro en esfuerzo humano, materiales y energía en la producción e intercambio de productos;
- y más recientemente, promoción de la eliminación de barreras a los intercambios.

Las normas españolas sobre edificación, ciertamente y en general, están en el camino de conseguir mayor calidad tanto en los trabajos, como en los materiales y sistemas usados, y como resultado en la construcción final. A pesar de esta positiva valoración, es necesario señalar que estas normas acostumbran a hacer incapié en los trabajos de diseño y ejecución, pero muy pocas de ellas, sólo las más recientes, van más allá en el tema de calidad general relacionada con los aspectos y respuestas globales del edificio.

### 3.2.1. Las Normas como ayuda a la efectiva transferencia de información

Un factor clave en el logro de la calidad en la construcción es la correcta comunicación de la información técnica entre todos los actores involucrados en el proceso: clientes, diseñadores, constructores, instaladores de equipos y usuarios. El suministro de información fiable, apropiada y manejable de los productores de productos de construcción y suministradores de servicios es también de igual importancia.

En 1993, el International Council for Building Research, Studies and Documentation (CIB) tomando como referencia la Directiva 89/106/EEC sobre Productos de Construcción, elaboraba y publicaba una lista que cubría las propiedades a cumplir por los documentos técnicos para su uso en diseño y construcción en general (CIB, 1993).

<i>Título</i>	<i>Información suministrada bajo el título.</i>
0. Documento.	Título del documento; redactor; detalles publicación.
1. Identificación.	Rango cubierto de productos y servicios; nombre propietario o comercial; productor/suministrador; información de identificación, p.e. material, uso, acabado, forma de trabajarlo.
2. Requerimientos.	Requerimientos que deben ser conocidos del producto o servicio, como especificaciones técnicas, reglamentos y normas.
3. Descripción técnica.	Propiedades intrínsecas, p.e. composición, tamaño, masa, color.
4. Performance / Comportamiento	Comportamiento del producto o servicio en uso: estructural; fuego; resistencia al agua, a los productos químicos, etc; térmica, óptica, acústica, eléctrica; resistencia al ataque; vida útil, durabilidad, fiabilidad.
5. Trabajo de diseño.	Idoneidad técnica y económica; métodos de diseño y cálculo; limitaciones y precauciones; especificaciones del modelo; ejemplos de detalles de diseño.
6. Trabajo en obra.	Manipulación, almacenamiento, instalación, fijación, limpieza, protección y otras informaciones de directo interés para el constructor.
7. Operación.	Información para el usuario del edificio, incluyendo uso de componentes como persianas, ventanas y elementos de seguridad.
8. Mantenimiento, reparación, sustitución, colocación.	Información requerida, después de la instalación o finalización del trabajo, de limpieza, mantenimiento, servicio, reparación, sustitución y venta del producto usado.
9. Suministro.	Empaquetado, transporte y distribución; precios, condiciones de venta y otra información contractual.
10. Productor / Suministrador / Importador.	Información sobre la organización técnica y administrativa del fabricante/suministrador/importador.

11. Referencias.	Publicaciones relacionadas, p.e. raports de pruebas y instrucciones de instalación, referencias a otras publicaciones con direcciones de fabricantes/suministradores de productos o servicios asociados; obras ejemplo donde el producto instalado pueda ser inspeccionado.
------------------	---

**Tabla 3.1: Propiedades a cumplir por los documentos técnicos.**

Esta lista de directrices para la confección y presentación de información ha sido considerada como una referencia internacional para elaborar y presentar la información usada en diseño, construcción, operación, mantenimiento y reparación de edificios e instalaciones, y sus documentos asociados han sido usados como la base de muchos documentos técnicos de suministros de materiales y equipos en construcción en muchos países, con lo cuál puede considerarse como una herramienta básica de la mejora de las comunicaciones y por extensión, de la propia calidad en la construcción.

### **3.3. Aspectos básicos en la aplicación de los conceptos de calidad a la construcción**

Son muchas las partes intervinientes en el proceso constructivo que muestran interés en el logro de la calidad y en la aplicación apropiada del aseguramiento de la calidad en la construcción:

- Propietarios y usuarios de las construcciones.
- Autoridades públicas con responsabilidades en el sector.
- Grupos con interés financiero en trabajos de construcción.
- La mayoría de participantes en el proceso de construcción: proyectistas, contratistas, obreros, instaladores, etc., además de los productores y los proveedores de materiales y equipos; todos ellos bajo un doble interés en el logro de la calidad: satisfacer al cliente y al comprador para aumentar las cifras de negocio y los beneficios, y por otro lado, limitar los costes evitables.

En apartados posteriores se entrará más en detalle en las implicaciones de dos de los tres grandes grupos afectados: proyectistas y constructores en general. A continuación se realizará un breve repaso a los condicionantes para el grupo de clientes.

Cada cliente de construcción debe reconocer que, en la construcción, tal vez más que en cualquier otra industria de servicios, el servicio que reciba dependerá en parte de su propio compromiso y en contacto con el proveedor del servicio (Baden Hellard, 1993).

Así, este cliente puede ser (i) un absoluto profano en materia de construcción; también puede ser (ii) una organización con una idea clara de las necesidades funcionales del edificio encargado, pero sin capacidad de hacer el diseño o construcción por sí mismo; y también puede ser (iii) un ente público o una gran organización con experiencia en trabajos de construcción y con recursos profesionales suficientes para especificar los requerimientos y asegurar su posterior satisfacción.

Cualquiera que sea el estatus y experiencia del cliente, éste deberá tomar individualmente las primeras y más críticas decisiones que afecten a la calidad. Esto es, cuáles son sus requerimientos y por medio de qué camino y con qué recursos estos serán satisfechos.

Excluyendo la decisión de alquilar o comprar trabajos ya construidos, el cliente tiene varias alternativas:

- Designar un profesional o equipo de profesionales independientes para que, según sus instrucciones, preparen el diseño, y si éste diseño aparentemente cumple con las necesidades, confiarle la ejecución del mismo (práctica habitual en nuestro país).
- Confiar el diseño y la supervisión de la ejecución a una organización interna a la propia empresa, formada o no para el proyecto en cuestión (práctica usada en grandes plantas de producción con unos requisitos muy particulares).
- Contratar una empresa exterior que diseñe, planifique y ejecute la posterior construcción, y además proporcione servicios como gestionar la financiación, o incluso, suministrar los equipos y materiales a instalar (poco habitual, excepto en alguna gran constructora).

Cada enfoque tiene sus ventajas e inconvenientes. Para clientes experimentados no será difícil elegir, pero para clientes inexpertos evaluar los diseños y estimaciones de coste ofrecidos por diferentes empresas, o la capacidad de hacer la construcción con la calidad especificada en el tiempo estipulado, no es tarea fácil.

Además se debe tener presente que el escoger una empresa con un sistema de aseguramiento de la calidad no garantiza la calidad del producto, sino sólo la calidad de su gestión y de su proceso de producción (Atkinson, 1995).

Por mucho que delegue -y ciertamente los aspectos técnicos de diseño y el grueso de los aspectos físicos de la construcción serán delegados- no puede delegar la responsabilidad final por todas las decisiones tomadas relativas al proyecto. Esto quiere decir que debe conservar las decisiones del qué se construye, dónde y cuándo se hace, con qué modelo o nivel de ejecución, y dentro de qué límites de coste y tiempo, y por último y más importante, a quiénes selecciona para llevar a cabo su proyecto.

### **3.3.1. La importancia del informe del diseño.**

La realización de un proyecto puede dar lugar a un trabajo que satisfaga o no las necesidades del cliente. Cualquiera que sea las opciones de diseño escogidas, las necesidades del cliente deberán estar detalladas en el informe del diseño (*brief*), si bien la forma y el grado de elaboración del mismo pueden variar. Además la realización de éste vendrá influenciado por las decisiones iniciales del encargo y por la forma de relación escogida como se explicará en el capítulo VII y posteriores.

Otra idea que es necesario citar en este punto son que existen enfoques de la gestión de la calidad en la construcción que tienen como objetivo la reducción del riesgo que se puedan producir errores o inconformidades a lo largo del desarrollo del proyecto o que se incumpla alguno de los propios objetivos del proyecto (Mecca y Torricelli, 1996; Mecca, 1996).

En el contexto de la construcción, el coste inefectivo debe ser juzgado a la vista de la calidad final y de los costes de uso del edificio en relación a su vida útil y nunca mediante los costes de planificación, primer diseño y organización del proyecto.

La eliminación del riesgo innecesario también es un aspecto vital en un proceso de proyecto constructivo. Los Sistemas de Gestión de la Calidad intentan conseguir esto a través de auditorías por segundas partes, primero en la etapa de precontrato y después mediante el análisis y el establecimiento de indicadores dentro del sistema de gestión de proyectos para medir y evaluar como tiene lugar el progreso en la realización del proyecto.

La distribución de responsabilidades entre los distintos agentes (clientes, proyectistas, contratistas, usuarios e instituciones públicas) es también un tema muy importante en la mejora de la calidad de la construcción. Esta responsabilidad debe quedar distribuida en relación con la capacidad de cada agente de controlar el proceso y el resultado. De todas formas, y de un modo objetivo, la división de estas responsabilidades no está del todo definida.

Si un cliente delega responsabilidades del proyecto, debería contar con un sistema de gestión de calidad adecuado para el proyecto y con el apoyo y asesoramiento de un profesional experimentado en la industria de la construcción para evaluar la idoneidad del equipo de diseño a escoger. No obstante, si el cliente desea estar más involucrado en el proyecto deberá llevar a cabo evaluaciones o auditorías de todos los posibles proveedores de servicios de construcción antes de ser nombrados.

Una auditoría previa a la preselección debería ser realizada a cualquier empresa que el cliente considere que puede ser la encargada de la dirección del proyecto. Elementos importantes en esta auditoría previa serán, como siempre han sido, la evaluación de la compatibilidad personal entre el cliente -o de cualquier miembro del equipo del cliente directamente envuelto- y el individuo o empresa a ser nombrada y la valoración subjetiva del conocimiento y capacidad técnica de los profesionales involucrados.

La empresa (o profesional individual) nombrada “representante del cliente” o “director de proyectos” será esencial que disponga de conocimiento y experiencia en Sistemas de Gestión Total de la Calidad, para llevar a cabo a través de auditorías similares de precontratación la selección de los otros intervinientes en el desarrollo del proyecto (Baden Hellard, 1993).

La realización de las auditorías a segundas partes (o auditorías a terceros realizadas por el asesor en nombre del cliente) comportará unos costes, pero que ciertamente serán ampliamente compensados por la reducción de los riesgos y los costes en los contratos finalmente obtenidos por ofertas negociadas con firmas muy competitivas (Baden Hellard, 1993).

### **3.4. El Control de Calidad en la construcción**

En este apartado, en primer lugar se hará una distinción entre el “Control de Producción” y el “Control de Recepción o de Aceptación”.

Así, mientras el objeto del Control de Producción es asegurar que la calidad acordada se consigue a un mínimo coste, la función del Control de Recepción o de Aceptación, es simplemente verificar que la calidad acordada se consigue, no siendo el coste de la misma un elemento de apreciable importancia. Los dos controles no son ni contrarios ni sinónimos, son complementarios y juntos son el fundamento básico para una buena calidad (Calavera, 1991).

Una vez clasificado este concepto inicial, a continuación se hará un repaso más general a estos conceptos y se introducirán las nuevas tendencias surgidas de los modernos enfoques sobre Control Total de la Calidad.

Según la misma publicación (Calavera, 1991) otra distinción a realizar es que el control tiene que ser subdividido en lo que se refiere a Diseño, Materiales y Realización. Aquí se tratarán estos por separado y según esta división.

### **3.4.1. El Control de Calidad de los materiales.**

Esta es la clase de control con un enfoque más tradicional por excelencia. Conceptos tales como los controles estadísticos, los controles de recepción,... han sido y todavía son ampliamente aplicados en esta área.

Además, el campo del control de calidad de los materiales, ha sido una área que se ha desarrollado rápidamente. Esto se ha debido probablemente a que la profunda industrialización implicada en la producción de materiales de construcción ha facilitado la aplicación de controles de calidad en esta fase.

El primer aspecto importante a apuntar, es el frecuente error de confundir pruebas de material con controles de calidad, o si se prefiere, el laboratorio de ensayos con la organización encargada del control de calidad. Las pruebas de laboratorio son una herramienta indispensable para llevar a cabo el control de calidad, pero para que sea realmente útil debe estar integrada dentro de una completa actividad de control de calidad (Calavera, 1991).

Aquí la Certificación, el Mercado CE o la Conformidad, si se usa correctamente puede simplificar mucho esta fase. Los productos en los cuáles el fabricante o suministrador asegure mediante Certificación independiente fiable, que su producto cumple con las condiciones establecidas, puede ahorrar multitud de ensayos al contratista receptor.

En este área, quedan abiertos entre otros los temas de reconocimiento de homologaciones entre países, las capacitaciones de los laboratorios, etc,... todos ellos temas que escapan al alcance de este estudio.

### **3.4.2. El Control de Calidad de la ejecución**

En esta etapa de la construcción, como en cualquier otra, primeramente se debe diseñar la planificación. Esto es preparar a conciencia sobre que y en que momento se desarrollaran los ensayos.

Para ayudar a hacer una buena planificación, se pueden usar varias técnicas ya conocidas y de las cuáles se puede encontrar más información en la bibliografía referenciada (Heredia, 1993; Merchán, 1996):

⇒ arboles de decisiones

⇒ diagramas de Ishikawa (espina de pez)

- ⇒ árboles de defectos
- ⇒ árboles de sucesos
- ⇒ diagramas causa-efecto

Todas estas técnicas, recomendadas por muchos autores, son destinadas a prevenir defectos, y conviene que sean aplicadas mediante trabajos en equipo o incluso extendiéndolas a consultas con profesionales exteriores. El motivo a mi modo de ver es debido a que son técnicas en que prever es fundamental y cuantas mas personas intervengan, más probabilidades existen de descubrir defectos potenciales.

Una ventaja de estas técnicas es que en todas las construcciones hay multitud de procesos similares o comunes: limpieza, encofrado, ferrallado, hormigonado,... lo que permite que no se tenga que hacer un estudio completa en cada ocasión. El inconveniente es que los procesos más particulares sí que deben ser estudiados por completo, lo que puede provocar que la aplicación de estas técnicas a obras muy complejas o innovadoras puedan ver reducido su éxito sino se tratan los temas con sumo cuidado.

El problema principal de estas técnicas es que están pensadas partiendo de la base que las productos se hacen mal y esto debe ser evitado, pero no promocionan el aprender a hacerlos bien.

En cuanto a los procedimientos propiamente dichos, una vez decidido cuáles serán, conviene concretarlos, esto es, saber sobre que objeto se debe llevar a cabo el control, quien será el responsable de este control, cómo deberá hacerse éste, cuáles son las pruebas e inspecciones a realizar y por último como se realizará el tratamiento de los datos obtenidos. Toda esta información será establecida y suministrada en el documento que se llamará Manual de Procedimientos.

Todo lo dicho será válido tanto para llevar el control de la realización, como una vez terminadas las unidades de obra llevar a cabo el control de recepción.

Inconvenientes típicos en esta fase del control son:

- se necesitan profesionales con amplia formación y experiencia, pero a la vez con muy buen conocimiento de las más recientes técnicas y materiales, y no olvidemos que estas avanzan rápidamente.
- la elección de la persona encargada de realizar el control que es una figura vista tradicionalmente como inspector más que como motivador y más como un elemento negativo para los operarios que positivo para el conjunto de la empresa. Esta idea vuelve a girar entorno de la desintegración que sufre el mundo de la construcción.
- se basa en control de atributos más que en control de variables, lo que introduce un cierto grado de subjetividad en las evaluaciones.
- es de suma importancia registrar adecuadamente, de forma concreta, clara y concisa estos controles y sus resultados, y sin caer en excesos documentales desgraciadamente demasiado habituales.

Actualmente, en España se está llevando a cabo una experiencia piloto promovida por SEOPAN, consistente en crear un sistema de certificación similar a la de los productos para la ejecución de obras (Merchán, 1996). Esta consistiría en un Sello de Conformidad que significaría que:

- el servicio de control de la empresa lleva a cabo sus actividades de acuerdo con unas reglas de carácter público especificadas previamente,
- dicho servicio es independiente de la rama de producción de la empresa y es el responsable directo ante el más alto nivel de la misma,
- todas las obras de construcción de la empresa son sometidas a una supervisión externa por una autoridad independiente que actúa de acuerdo con reglas de carácter público especificadas previamente.

Convendrá estar pendiente de los resultados y conclusiones de este estudio ya que puede ser un paso importante en el sentido de que si se generalizase podría llegar a afectar profundamente y decisivamente a muchísimas empresas y trabajadores del sector.

### **3.4.3. El Control de Calidad en la fase del diseño**

Toda la información estadística disponible indica que la distribución de las causas de defectos en los edificios es muy similar en países diferentes. El hecho que la Fase de Diseño sea el foco principal de riesgos en la construcción, seguido de cerca por la Fase de Ejecución, es bien conocido por las Compañías Aseguradoras. La aplicación de técnicas de control en otras fases, a pesar de dar resultados parcialmente satisfactorios, no es suficiente para evitar una pobre calidad. Esto ha traído la necesidad creciente de establecer un control de calidad comenzando por el Diseño (Calavera, 1991).

Conceptualmente, en la fase de diseño son válidas las opiniones generales y ya conocidas sobre control. En su variante más completa el control del proyecto incluye un control en la realización, sea autorealizabile por uno mismo o no, más un control final de recepción (Merchán, 1996).

El control de proyectos, en la mayoría de países europeos incluido el nuestro, está poco extendido. El visado de los Colegios Profesionales, en su versión actual, en ningún caso se puede interpretar como una medida de control de la calidad de los proyectos.

En Alemania existe la experiencia ya antigua de la figura del Ingeniero Verificador en el campo de las estructuras, encargado de realizar el control de proyectos en ese campo y que se dedica a ello de forma exclusiva. Existen también algunas empresas u organizaciones dedicadas al control más general de proyectos, sobretodo provenientes del entorno británico donde los sistemas de aseguramiento y garantías están más enraizados. En nuestro país, aún y siendo recomendable su uso, la tradición y la costumbre van por otros caminos. La implantación de este tipo de control, aparte de las consideraciones y dificultades técnicas, presenta dificultades de naturaleza humana y psicológica importantes. Esto es debido a que algunos diseñadores, quizás por temor a evidenciar malos diseños, quizás sólo por orgullo, muestran resistencia a ver sus proyectos sometidos a control (Calavera, 1991).

Esta situación solo aparece en la construcción y particularmente en el caso de edificios, que es donde las figuras del Diseñador y Constructor se separan. En otras industrias estas figuras son integradas dentro de la misma organización en la cuál la idea de que el diseño realizado por una persona o equipo ha de ser controlado por otros es practica común.

En edificación, el control de calidad de los proyectos es complejo, y en general se requieren especialistas en estructuras y cimentación, albañilería y acabados e instalaciones. En obras civiles este control, al menos teóricamente, es mas sencillo (Merchan, 1996).

Según el Comité Euro-International du Béton (1988) al juzgar la calidad de un proyecto, deben distinguirse claramente tres aspectos diferentes:

- la calidad de la solución propuesta (aspectos funcionales y técnicos, estética, coste y plazo necesario de ejecución).
- la calidad de la descripción de la solución (planos, especificaciones).
- la calidad de la justificación de la solución (cálculos, explicaciones).

El control de todos los datos (numéricos, criterios y requisitos) durante la fase de proyecto es también muy importante. Estos deben recogerse adecuadamente y registrarse de forma correcta. Un error en este momento probablemente dará origen a un error mas importante posteriormente.

La experiencia practica internacional (básicamente Gran Bretaña, EEUU y Japón) demuestra que las mejores organizaciones dedicadas al diseño de proyectos aceptan plenamente la idea del Control del Diseño. Existe el convencimiento de que este influye positivamente en ellos mismos ya que, aunque inicialmente aumenta un poco los costes, en poco tiempo obliga a sus competidores a no trabajar con menos margen de calidad y se equiparan los niveles, y posteriormente estos costes son amortizados plenamente en etapas siguientes (Nelson, 1996).

Es particularmente importante subrayar que las organizaciones de control, controlan el proyecto, y no a los proyectistas, esto quiere decir que controlan a los documentos y no a las personas. Por otro lado, se debe tener muy presente que los técnicos que pertenecen a organizaciones de control de diseño, no saben diseñar mejor que los proyectistas, simplemente saben controlar mejor los diseños (Calavera, 1991).

#### **3.4.4. La evolución hacia el Control Total de la Calidad (TQC) como parte del Sistema de Calidad de la empresa constructora.**

*“El aseguramiento de la calidad realizado de manera continua es la propia esencia del Control de Calidad y cuando se consigue, además se reducen los costes y se aumentan los beneficios”* (Heredia, 1993).

Los principios básicos sobre los que se apoya este aseguramiento son la garantía del fabricante o del director de proyecto y la extensión del aseguramiento a todos los que intervienen en el proceso de producción. Una vez realizada la verificación de la definición que traduce los requisitos del usuario, el aseguramiento de la calidad verifica la implementación de esa definición.

En la industria, las técnicas de calidad han descansado tradicionalmente en la producción en masa, la inspección estadística y los sistemas de gestión en procedimientos que podían ser fácilmente concebidos y aplicados: en grandes líneas de producción; en emplazamientos fijos; en equipos de trabajo estables... precisamente todo lo contrario que normalmente se da en construcción. Estos fundamentos eran suficientemente sólidos para afrontar cualquier desarrollo futuro, consecuencia de las evoluciones socioculturales, comerciales y tecnológicas. El control total de calidad se ha mostrado como un sistema muy eficiente bajo aquellas condiciones, aunque su expansión desde las aplicaciones industriales no se adaptan bien al trabajo de construcción.

Según Le Gall (1991), cuando se pretende realizar la introducción de un Sistema de TQC en una empresa constructora, las acciones a tomar se dividen en dos grandes grupos:

- 1.- Sobre conocimientos: actividades técnicas conducentes a optimizar y conjuntar el trabajo de los numerosos participantes internos y externos en cada proyecto.
- 2.- Sobre comportamiento: acciones socioculturales y de gestión en busca de liderazgo de la compañía y de una gestión encaminada a adquirir ideas más modernas y mejor adaptadas al nuevo entorno comercial, tecnológico y social.

Antes de iniciar la aplicación de este sistema en la empresa, se deberían introducir los siguientes principios para evitar en lo posible futuros rechazos:

- Revisar totalmente la jerarquía.
- Reorganizar la empresa para que todo el personal involucrado comparta la misma responsabilidad en los aspectos del control de calidad.
- Extender este entorno a los proveedores.
- Tener delicadeza en las intervenciones para minimizar los fallos de calidad.

Los conocidos círculos de calidad podrían ser una herramienta suficientemente útil y validada (Rosenfeld, Warszawski & Laufer, 1992; Heredia, 1993) para facilitar la introducción de varios de estos principios.

Las etapas de aplicación del TQC suelen ser las siguientes:

- La fase preparatoria cuenta con la recogida de hechos y el inventario operacional necesarios para la fase de ejecución. Ello da resultados detallados para la diagnosis inicial y analiza los mecanismos internos y aborda también las relaciones externas. Se completa con una primera estimación de costes relacionados con calidad, lo cual permite un enfoque conjunto con fundamentos económicos y comerciales.
- La fase de ejecución debe conducir a una primera etapa de operaciones coordinadas y optimizadas más o menos equivalentes a las propuestas por ISO 9001 y que se estudiaran más adelante. Esta etapa conlleva un largo periodo de tiempo, mucha determinación y unos propósitos adecuados y profundos. Los asuntos se tratarán de dos maneras diferentes:
  - esto es mediante acciones concretas y permanentes llevadas a cabo en grupos de mejora de la calidad (círculos de calidad) para resolver los contratiempos aparecidos pero con responsabilidad directa del equipo líder de calidad.

- o bien, mediante operaciones bien estructuradas por los especialistas de control de calidad y que involucren a todo el personal de la empresa.

En Le Gall (1991) se hace referencia a las principales medidas a tomar para conseguir el éxito, que en general son:

- Motivación del personal ejecutivo.
  - El coste de introducir el Control Total de Calidad (TQC) en la obra es inversamente proporcional a la convicción de la dirección y a la actitud ejemplar hacia el personal. Actitudes dubitativas por parte de la dirección se traducen en fracasos en la implementación del sistema.
  - Los fallos debidos al azar son principalmente debidos a esta falta de convicción. Un fallo en la aplicación del control de calidad conlleva una desmotivación y un retroceso del proceso.
- Comunicación.
  - La mala comunicación interna es el primer elemento de falta de calidad en la obra. La acción de informar debe ser un aspecto principal. El responsable de calidad tiene que ser la fuerza motora del progreso en este campo.
- Innovación.
  - La calidad y la innovación son dos temas complementarios e indisolubles que se incluyen dentro de las operaciones de mejora.
  - Las acciones de calidad permiten detectar productos y procesos que están obsoletos y que no pueden sobrevivir sin una intervención costosa.
  - En una compañía, el binomio Innovación-Calidad es uno de los criterios más importantes para ver su propio nivel de competitividad.
- Relación con los contratistas, subcontratistas y suministradores.
  - Es necesario establecer criterios de evaluación y extensión del control sobre la efectividad de los sistemas de calidad de cada uno de los contratistas, subcontratistas y suministradores.
  - Es también necesario mantener:
    - a) Un archivo de los contratos y sus modificaciones.
    - b) La realimentación de las experiencias con el establecimiento de los pertinentes criterios de revisión.

### **3.5. Los Sistemas de Gestión de la Calidad bajo el enfoque de ISO 9000 en la construcción**

Después de cinco años de experiencia, las ISO 9000 fueron revisadas entre 1993 y 1994, introduciendo los siguientes cambios que posibilitaron un acercamiento entre estas y las industrias de la construcción:

- Dar atención a las necesidades del cliente.
- Importancia de la prevención de problemas en los productos.
- La compra de servicios y selección de subcontratistas deben ser controlados y evaluados.
- Los sistemas incluirán acuerdos para la verificación de conformidad de los requerimientos de los proveedores.

Aún así, estas normas siguen estando pensadas para aplicarlas generalizadamente en otros sectores industriales, y a la hora de aplicarlas en la construcción presentan dificultades, especialmente en pequeñas empresas y donde muchos de los trabajos están repartidos, por ejemplo en grupos especializados de trabajo y subcontratistas e instaladores especialistas de servicios de construcción.

Además de realizar la validación del sistema mediante unos procedimientos adecuados para auditorias (CEB, 1988), en general se debe asegurar que:

- Los procedimientos de los sistemas de calidad documentados sean prácticos, claros y seguidos, y que definan las necesidades del asunto que relatan.
- El sistema de preparación del personal operativo sea satisfactorio.

Cada esquema para el logro de la calidad es individual de la empresa que lo usa, y cubre más o menos operaciones como la empresa quiera.

Además, si la empresa sigue un esquema para lograr la calidad y pasa un “examen” sobre el Sistema de Calidad empleado, esta empresa podrá ser registrada mediante la certificación.

Los aspectos particulares a ser considerados cuando se pretende introducir los Sistemas de Calidad en el diseño y construcción son:

- La coordinación y control deben estar en manos de una misma persona.
- El sistema ha de tener en cuenta todas las funciones: diseño, realización, subcontratación, almacenaje, construcción y particularmente los requerimientos inusuales del cliente.
- Las instrucciones de trabajo en la obra deberían ser puestas en un papel como simples formas de operar.
- Los registros necesitan un almacenamiento y un sistema de recuperación eficientes.
- Cuando los defectos son descubiertos deben ser corregidos de forma rápida y efectiva. Esta corrección, si se necesita, debe extenderse a los fallos del diseño y a los productos y servicios defectuosos subcontratados. Las acciones correctivas deberían ser registradas.
- El material adquirido en una obra es más a menudo inspeccionado para el control de costes que para el propio control de calidad. El marcado CE de productos sólo tiene un valor limitado como marca de calidad. El material suministrado por el cliente también debe estar sujeto a un control de calidad.
- El sistema debería incluir un control para decidir la conformidad o no de los materiales. Los procedimientos escritos de control son necesarios para establecer y saber rápidamente en cualquier momento si el material ha sido inspeccionado, y aprobado o rechazado.

- Se necesitan procedimientos para proteger y preservar la calidad del producto durante el manejo y almacenamiento de materiales en la obra.
- Las inspecciones periódicas y las revisiones sistemáticas son esenciales para mantener en uso adecuadamente cualquier Sistema de Calidad.

El principal inconveniente en el uso del modelo de Sistema ISO, aparece en la comparación del bucle de calidad de ISO 9002 (figura 3.1) con cualquier de los círculos de producción en la construcción que se muestran en el capítulo IV (figuras 4.3, 4.4 y 4.5).

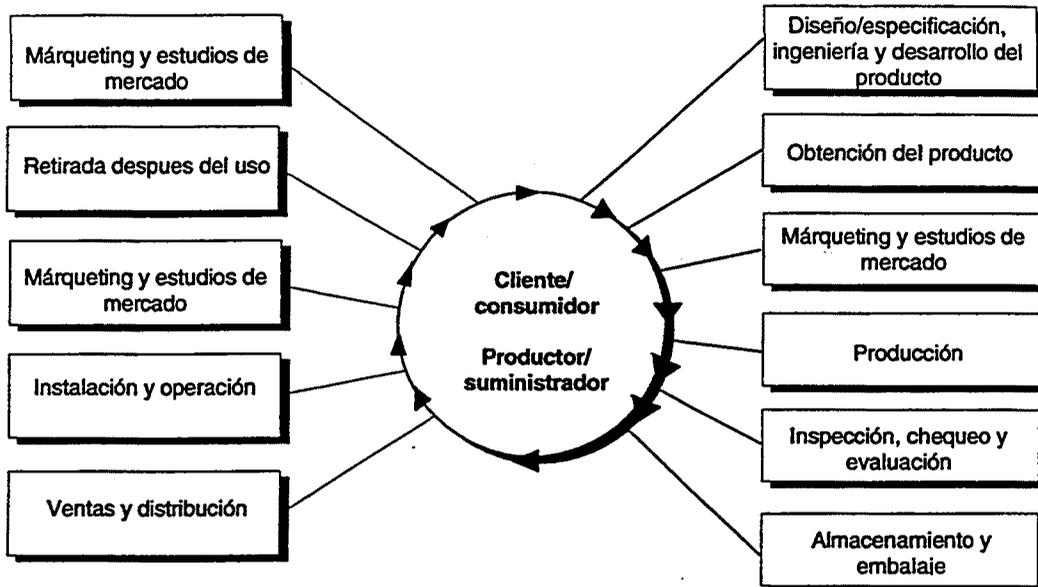


Figura 3.1: Bucle de la calidad según ISO 9002.

Es evidente que el problema de compatibilizar los dos procesos es evidente, y no queda nada claro que actividad según ISO se corresponde con cuál actividad según los círculos de producción en construcción.

A esta problemática se debe añadir que varias investigaciones han mostrado que hasta la mitad de los fallos observados podrían ser atribuidos al diseño del proyecto o a la comunicación entre diseñador y constructor. Los fallos a causa de utilizar incorrectamente los materiales son pocos, excepto cuando la especificación es engañosa por la inadecuada o incorrecta información técnica, o porque un producto bueno ha tenido un mal sitio de almacenamiento, un uso incorrecto o usado en situaciones inapropiadas (BRE, 1982; BRE, 1987).

Esta necesidad de integrar objetivos y de gestionar la calidad de una forma global será la principal razón de ser de otros modelos de Sistemas de Calidad que se estudian en apartados posteriores.

Aún así, en esta Tesis se realizará un breve repaso a la aplicación de los sistemas basados en las normas ISO en las diferentes empresas involucradas en la realización del proyecto debido a que se considera que esta introducción será el inmediato futuro del sector para posteriormente

evolucionar a sistemas más adecuados. El siguiente apartado se dedica a las implicaciones de estos sistemas a las empresas contratistas. Análogamente para las empresas subcontratistas, el proceso sería una extensión de este mismos criterios. Con respecto a la empresa proyectista, en el capítulo IV se dedicará una especial atención a éstas mediante un estudio más profundo y detallado, por lo que en este momento no se entrará particularmente en este tipo de empresas.

### 3.5.1. La introducción de Sistemas de Calidad basados en ISO 9000 en las empresas contratistas.

Existe abundante bibliografía, principalmente artículos relativos a casos prácticos particulares de aplicación a empresas, respecto a este tema.

La introducción de sistemas de Aseguramiento de la Calidad en las empresas constructoras no es nuevo. En España, recientemente, las grandes empresas del sector se han lanzado a buscar este aspecto con fines, en algunos casos, puramente propagandísticos y con necesidades estratégicas de obtener la certificación. Pero esta situación hace ya unos años que empezó en otros países de nuestro entorno más tempranamente acuciados, o tal vez concienciados, respecto del uso de estos Sistemas.

Asumiendo que algunas empresas sólo desean obtener la Certificación, los principales motivos para implementar un Sistema de Aseguramiento de la Calidad deberían ser mejorar la productividad, la eficiencia y la efectividad de los costes de la compañía.

A continuación se muestra una tabla resumen -extraída de Atkinson, (1995)- de los elementos clave del Sistema de Calidad aplicado a contratistas de construcción, a partir de los estudios desarrollados por la Comisión de Trabajo W-88: *Quality Assurance del International Council for Building Research, Studies and Documentation (CIB)* y su correspondencia con los distintos apartados que conforman la norma ISO 9004-2.

Elementos clave del Sistema de Calidad	Apartado en ISO 9004-2
1. Amplitud de los recursos del proyecto: clara comprensión por parte de la empresa y de los clientes potenciales de la calificación y conocimientos técnicos de la empresa y el tipo de trabajos que ésta puede realmente emprender.	4.1 5.5.1
2. Valoración de los recursos mediante un método sistemático para evaluar los recursos requeridos para un trabajo concreto frente la capacidad de la empresa, en la etapa previa a la oferta (licitación, propuesta) o aceptación.	5.3.1
3. Informe del diseño ( <i>brief</i> ) del cliente: mediante un método sistemático para establecer los requerimientos del usuario en términos de tiempo, coste y calidad y para identificar los requerimientos necesidades consiguientes para subcontratistas.	5.5.2 6.1.3
4. Integración de los subcontratistas, mediante un método sistemático para seleccionar a los subcontratistas en base a sus propuestas: escala de trabajo que están dispuestos a realizar; sus sistemas de calidad y sus historiales, para garantizar que la contribución que hagan sea igual de controlada como la de la empresa principal y que cualquier contribución al diseño será integrada al diseño principal en un tiempo apropiado y bajo un buen control.	6.2.4.3

5. Plan de dirección del proyecto: un plan de calidad relativo a los requerimientos específicos del proyecto, incluyendo a la organización de la dirección, los controles de calidad y las revisiones periódicas, involucrando a la propiedad, para asegurar que los objetivos en relación al tiempo, coste y calidad están siendo cumplidos.	6.2.4.1
6. Sistemas de información: establecer métodos para asegurar que la dirección de la obra y los trabajadores tiene la información necesaria para la construcción, estando ésta fácilmente disponible y que se conozcan los procesos de construcción requeridos.	6.2.4.2
7. Realimentación del éxito del sistema, mediante un método para anotar los problemas en la operación del Sistema de Calidad y usarlo a modo de realimentación para mejorar el propio Sistema.	6.4.1 6.4.2
8. Integración y coordinación de la información del proyecto: un método para organizar la información del proyecto para adecuarla a los varios usos para los que será necesaria. La técnica más conocida es la llamada Información Coordinada del Proyecto (CPI).	6.2.1

**Tabla 3.2: Elementos clave para los Sistemas de Calidad en empresas contratistas de construcción (según CIB W-88) y su correspondencia a los apartados de ISO 9004-2**

La metodología lógica de implementación del Sistema de Calidad basado en las normas ISO en la empresa proyectista debería ser la siguiente (Floyd, 1991):

- Revisar los sistemas existentes en la empresa y los procedimientos actuales. Entrevistar al personal para evaluar la efectividad de los procedimientos actuales.
- Establecer una “mejor” practica actual en la administración de personal y desarrollar sistemas para el uso en las áreas acordadas.
- Producir un Sistema de Aseguramiento Total de la Calidad, basado en la revisión efectuada de la empresa con documentación apropiada para satisfacer ISO 9000, e implementar sus directrices.
- Desarrollar un programa de formación interno para adiestrar al personal en el eficiente uso del sistema.

Cuando se esté planeando la introducción de un Sistema de Calidad, el primer aspecto a tener presente es que no existen dos compañías que se administren igual. Pueden existir similitudes, pero al final cada una tiene su propio estilo de administración. La interrelación entre el día a día del negocio y los requerimientos debe ser entendida y reflejada en los Sistemas propuestos. De acuerdo con esto, los requerimientos de la ISO 9000 tienen que adaptarse a la empresa, y nunca a la inversa como ocurre en muchos casos.

Un cuidado insuficiente en este sentido produce como resultado conceptos equivocados e incluso hostilidades por parte del personal cuando el sistema es puesto a prueba (Tyler, 1991; Floyd, 1991).

Según estos mismos autores, la introducción del Sistema de Calidad en la empresa puede

consistir en las siguientes etapas:

◆ *Etapas de Implementación*

La etapa de Implementación, engloba propiamente la redacción y compilación de los Sistemas de Calidad. Para llegar a ella requiere de un profundo conocimiento del producto finalizado.

Hay diferentes visiones en los métodos pero se acepta universalmente que la simplicidad, claridad y concisión son los objetivos a lograr.

Para conseguir una implementación razonada y ordenada, se propone elaborar algunos esquemas de la empresa. Normalmente se proponen los siguientes (Floyd, 1991; Tyler, 1991):

- El árbol de funciones: describirá las funciones de la empresa desde la dirección hacia abajo, incluyendo el Sistema de Calidad en sí mismo.
- La matriz de encuentros: está pensada para mostrar interrelaciones personales. Es esencial mostrar claramente los procedimientos, quien es responsable de una actividad particular y al mismo tiempo, quien participa con él para completar ésta satisfactoriamente.
- El árbol de documentos: describirá todos los documentos del Sistema de Calidad comenzando con el Manual de Calidad al principio. La lista se completa con el grupo de procesos de administración que contienen instrucciones y guías para las actividades y los responsables de las funciones mencionadas anteriormente.

La documentación del Sistema de Aseguramiento de la Calidad opera en un formato jerárquico empezando por el Manual de Calidad, el Manual de Procedimientos y los Planes de Calidad.

El Manual de Calidad debido a que contiene los principios y las políticas generales de la empresa, a menudo es el primer documento a ser emprendido y no difiere mucho de sus homólogos de otras industrias.

El Manual de Procedimientos cubre los procedimientos de administración para todos los departamentos de la empresa. En la empresa constructora, este manual suele incorporar las siguientes secciones: Estimación y Planeamiento, Compras y Suministros de Materiales, Control de Documentos, Inspección y Comprobación, Financiación y Control de Costes, Evaluación y Control de Crédito, Control de Subcontratos, Gestión de la Obra.

Los Planes de Calidad son producidos para cada contrato individual. El Plan recoge los datos básicos relacionados con el contrato y formaliza su presentación. Es importante elaborar este Plan al comienzo del proyecto ya que una de las funciones esenciales del Plan de Calidad es fomentar el conocimiento del proyecto por los Directores de Obra. El Plan de Calidad también ha sido usado para demostrar un compromiso con los principios de Aseguramiento de Calidad, como una herramienta útil en la estrategia de márketing en las etapas de oferta y precontrato del proyecto.

Para la empresa constructora, los procesos que dan resultados más positivos cuando se les incluye en el Sistema son los siguientes:

- Materiales. Preparación de un sistema de gestión y control de materiales en la compañía.

- Evaluación de Proveedores. Diseño de un sistema de evaluación que permita establecer una clasificación general que sea la base de la guía de proveedores de la empresa.
- Subcontratistas. Diseño de un sistema de evaluación y gestión de subcontratistas para establecer una clasificación de estos en función de sus capacidades y les motive a mejorar los rendimientos.

En cuanto a los inconvenientes más habituales que suelen aparecer en la implementación de un Sistema de Aseguramiento de la Calidad se encuentran los siguientes (Tyler, 1991; Floyd, 1991):

- falta de interés si los procedimientos están mal elaborados y son difíciles de leer y entender.
- excesiva “producción de papel”.
- el control de documentos en manuales complejos será desalentador si se compara con el control independiente de procedimientos separados.

#### ♦ *La etapa de Operación del sistema*

La primera premisa de esta etapa, es que el Sistema perfilado sea entendido para operar con la mínima cantidad de servicio y los procedimientos de línea sean pensados para ser utilizados de una forma práctica. Una posibilidad para realizar el control del papeleo de trabajo y reducir aquellas tareas que a menudo se encuentran engorrosas y aburridas, es operar el Sistema informáticamente.

En cuanto a los aspectos más importantes de la operación de un Sistema en una empresa de construcción, se debe destacar los procesos de auditoria y de revisión de los contratos, tanto propios como principalmente de los subcontratistas y suministradores.

El propósito práctico de esto es comprobar las previsiones de Aseguramiento de Calidad que existan en las subastas, pujas y ofertas, las cuáles pueden ser convertidas a corto plazo en contratos. La ISO 9000 requiere que se traten formalmente estos aspectos y se elaboren registros de ello. Si las compañías utilizan Planes de Calidad en sus documentos de oferta, los posibles obstáculos a encontrar serán muy inferiores. Se podría interpretar que un buen Plan de Calidad por parte del subcontratista permite a la empresa contratante reducir el nivel de auditoria a ejercer sobre la relación contrato-resultado con el primero.

Como conclusiones a este breve análisis sobre la implementación de un Sistema de Aseguramiento de la Calidad a una empresa contratista, se destacarán los siguientes extremos:

- La introducción del Sistema de Aseguramiento de Calidad debe ser realizado paso a paso.
- La obtención del respaldo y de un alto entendimiento por parte de la Alta Dirección son fundamentales.
- Asegurar que la compañía entiende las implicaciones a largo plazo de un esquema como este.
- La importancia de mantener a todos los trabajadores informados de los avances logrados.
- La necesidad de documentar totalmente los sistemas existentes pero a la vez mantener una documentación simple.
- La Revisión de los sistemas existentes sólo cuando sea estrictamente necesario.
- Utilizar seminarios, en lugar de suministrar documentación, para presentar los documentos y sistemas al personal.

- Tener la planificación, los medios y el personal para el futuro desarrollo y mantenimiento del sistema.
- La decisión de adoptar estas acciones puede parecer costosa a la dirección, principalmente en términos de tiempo invertido por su personal en procesos de aprendizaje, con lo cuál se debe estudiar la relación coste-beneficio del uso del sistema.
- Los sistemas de calidad deberían acabar siendo vistos como herramientas de administración integral de la empresa.
- La sobresistematización y el control excesivo serán ignorados o pueden ser desmotivadores para los individuos. No obstante, esto no es decir que el Sistema no deba estar monitorizado en las etapas clave. Por supuesto, la documentación clara en los puntos claves de control es esencial para un progreso efectivo y también para prevenir futuras disputas contractuales.

Para concluir este estudio, añadir que la mayoría de autores creen que es más interesante enfocar los esfuerzos a Sistemas de Calidad que lleguen más lejos que los propuestos por ISO 9000 (a pesar de la considerable mejora introducida por ISO 9004-2). Existe una sensación generalizada que los sistemas ISO son adecuados para empezar y para introducir las ideas dentro de la empresa pero que pueden ser rápidamente superados por Sistemas más globales y potentes (Floyd, 1991; Sjøholt , 1991a; Sjøholt, 1991b; Baden Hellard, 1993; Sjøholt [et al], 1995; Lakka, 1997).

### **3.6. Los Sistemas de Calidad bajo los enfoques de TQM**

El diseño y construcción de un edificio o un proyecto de ingeniería civil es una de las tareas industriales más complejas ya que, como los proyectistas profesionales sabrán, requiere importantes habilidades de gestión y en cambio, frecuentemente, es llevado a cabo por empresas promotoras con poca formación en estos aspectos concretos.

Para lograr el propósito de un proyecto -el cual debe abarcar los requisitos funcionales, estéticos, de coste y de tiempo del cliente, alrededor de los cuales el plan de calidad del proyecto debe estar organizado- se requiere no sólo planificación, organización, presupuestos, control y un sistema de gestión del conjunto del proyecto, sino también de un alto nivel de conocimientos en motivación y comportamiento humano dentro de las condiciones contractuales establecidas.

Los clientes de construcción normalmente no saben o no entienden todas estas implicaciones y confían en algún asesor externo (que podrá ser o no ser el proyectista o el constructor y tal vez sólo será realmente un asesor). Estos, a menudo, provocan una modelización demasiado simplificada y demasiado poco comprometida de los problemas, por ejemplo que la atención al aseguramiento de la calidad actualmente vaya dirigida a sugerir que todo lo que se tiene que hacer referente a las necesidades del cliente sea pedir un certificado a terceros que certifique que la empresa tiene un Sistema de Aseguramiento de la Calidad en concordancia con ISO 9000 es una muestra de este bajo nivel de compromiso. Los proyectistas profesionales saben que, para lograr la calidad real, nada está más lejos de la realidad.

Así, los principios de Gestión de Calidad desarrollados dentro del contexto de una simple relación de comprador-vendedor -las primeras y segundas personas del contrato- necesitan además desarrollar un nexo complejo de relaciones contractuales que estén organizadas para

encontrar y satisfacer los requisitos particulares del proyecto llevado a cabo, en un único lugar, en un único período de tiempo y a través de una combinación única de relaciones corporativas y humanas.

### 3.6.1. Los clientes internos y externos en el proceso de construcción

Se puede considerar que la función elemental de la industria de la construcción es proporcionar a los clientes edificios e instalaciones que cubran las necesidades de estos, aunque debe tenerse presente que los objetivos de calidad de cada una de las partes dentro de un proyecto de construcción, difieren y frecuentemente pueden estar en conflicto (Heredia, 1993):

- el propietario desea obtener la calidad máxima adecuada a las características que estén asociadas con la función que ha de cumplir el proyecto y conseguir esta sin incurrir en costes innecesarios y sin perjudicar el plazo de ejecución.
- el proyectista desea un nivel de calidad que asegure un funcionamiento satisfactorio del sistema y le sirva para acrecentar su reputación profesional.
- el constructor si trabaja ya sea a precio fijo o por abono de cantidades certificadas, le interesa principalmente satisfacer las especificaciones dentro de un coste mínimo.

Asumiendo que la satisfacción de los clientes y la mejora continua son los objetivos fundamentales del TQM, todos los esfuerzos llevados a cabo deberían ser dirigidos a satisfacer al cliente a través de una mejora continua de los métodos y procedimientos que gobiernan el proceso constructivo.

Además, para las empresas que pretenden permanecer en el negocio, este esfuerzo debe ser facilitado a un coste competitivo. El TQM como filosofía, tal como se ha introducido en el capítulo anterior, esta encaminado a determinar las necesidades del cliente y proporcionar el marco, entorno, y cultura para satisfacer estas necesidades al menor costo posible, asegurar la calidad en cualquier etapa del proceso de construcción, y minimizar el coste de reproceso de los posibles errores o no conformidades.

Conseguir una importante orientación al cliente es posible si se considera el concepto de cliente externo/cliente interno, esto es, que cada eslabón del proceso tenga una relación de cliente/suministrador con el siguiente eslabón y viceversa:

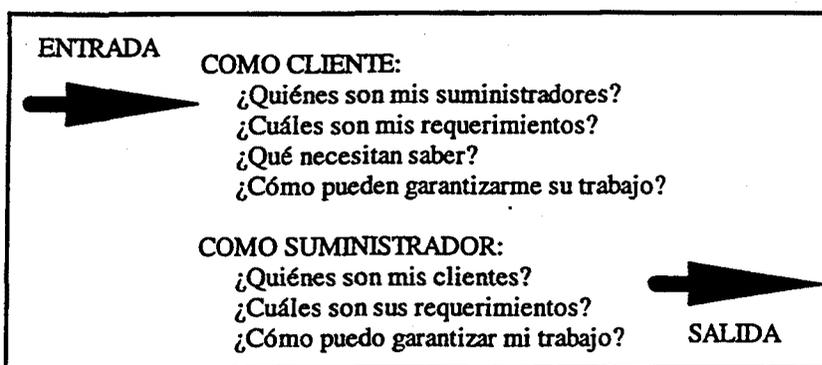


Figura 3.2: Concepto cliente/suministrador a asumir por cada actor del proceso.

En la construcción esto equivale a introducir la idea del triple papel de cada una de las partes involucradas en el proceso constructivo: propietario, proyectista, constructor (Juran, 1990; Burati, Matthews y Kalidindi, 1992). Este concepto es ilustrado en la figura 3.3 inspirada en Juran (1990, Heredia (1993) y otros autores posteriores.

En ella se representa al proyectista como cliente del propietario ya que se considera que recibe la definición y requerimientos de este. El proyectista los procesa y elabora los planes y especificaciones que a su vez suministra a su cliente: el constructor. Este, a partir de estos planes y especificaciones, elabora el edificio o instalación requerida para su cliente: el propietario. Este es el que operando con este edificio o instalación conocerá sus requisitos para poder definir sus necesidades al proyectista con lo que se acaba de cerrar el ciclo. En la realidad, estos papeles tradicionalmente no se han visto así, pero este enfoque claramente ilustra la construcción como proceso, y los principios del TQM que han sido aplicados con éxito a otros procesos son potencialmente aplicables a éste.

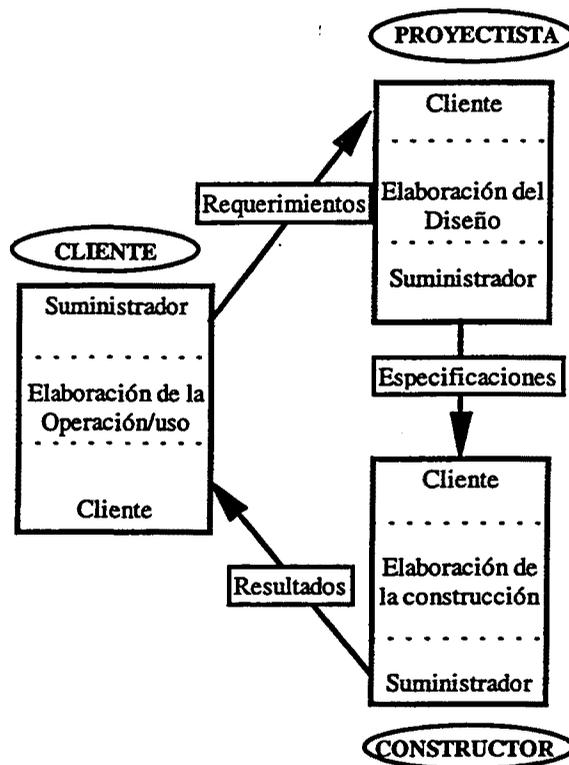


Figura 3.3: El Concepto del triple papel de Juran aplicado a construcción.

### 3.6.2. La mejora continua en la construcción

Por lo que respecta a la mejora continua, se deben reconocer dos enfoques complementarios y que deben ser igualmente perseguidos por la dirección de la empresa:

- mantener y mejorar incrementalmente los métodos actuales y procedimientos a través del proceso de control,
- dirigir los esfuerzos a asegurar, a través de la innovación, mayores avances tecnológicos en procesos de construcción.

La mejora incremental en construcción se puede conseguir mediante el uso correcto de los sistemas de control en todas las etapas del proceso. Estos sistemas pueden ser los existentes y que ya se han estudiado en apartados anteriores, todo lo más con algún ligero retoque.

Aún así, es recomendable reducir la aleatoriedad de las mejoras añadiendo alguna herramienta más sistemática para el tratamiento de la mejora continúa.

El conocido ciclo de Deming, PECA -según los autores en lengua española (Heredia, 1993)- simboliza un proceso sistemático de mejora incremental, y aunque esté más centrado en corregir y prevenir defectos, es aceptado por muchos autores como un muy buen enfoque sistemático de mejora continua (Heredia, 1993; Nelson, 1996).

En cuanto a la segunda idea propuesta, la dirección bajo el enfoque de TQM debe apoyar el avance tecnológico y de las herramientas de gestión. A través de la innovación se conseguirán mayores incrementos de mejora, aunque estos deben ser posteriormente mantenidos y asegurados por el uso del PECA para acabar de “afinar” su aplicabilidad. Estas ideas son reflejadas en la figura 3.4.

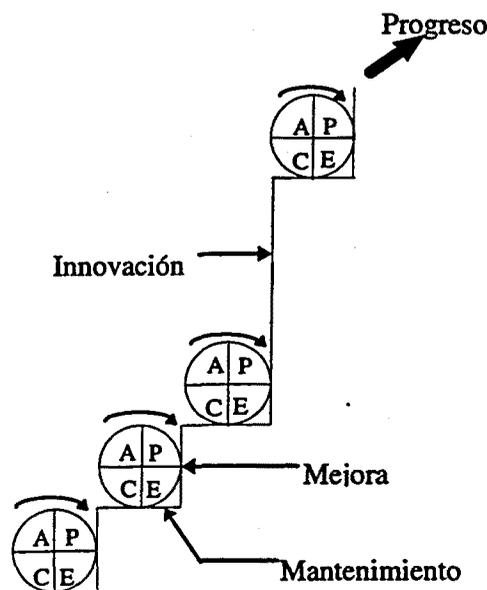


Figura 3.4: Las dos caras de la mejora continúa.

### **3.6.3. Aplicación general de la Gestión Total de la Calidad (TQM) en proyectos de construcción**

La naturaleza de los contratos entre las partes juega un papel dominante en el Sistema de Calidad requerido en un proyecto de construcción. Los modelos de calidad requeridos desde el proyecto y la responsabilidad para alcanzarlos deben estar especificados en los documentos del proyecto: los planos, las especificaciones, los programas, el estado de mediciones, etc.- y las referencias a ISO 9000 es probable que sean más confusas que provechosas (Baden Hellard, 1993).

Este extremo ha sido recogido por la comisión de trabajo para el aseguramiento de la calidad de la *International Council for Building Research Studies and Documentation* (CIB W-88) la cual ha desarrollado una guía para la aplicación de la Gestión Total de la Calidad en asesorías profesionales y de elementos clave para sistemas de calidad en firmas contratistas, donde se hace referencia a las formas en las que las series ISO 9000 necesitarían estar desarrolladas para cubrir eficientemente los muy diferentes requisitos de la construcción y donde además se muestra la no adecuación de varias secciones de las series ISO 9000 desde el punto de vista de las empresas involucradas en el diseño y construcción (Atkinson, 1995).

En la misma publicación (Atkinson, 1995) se hace referencia a las conclusiones generales del estudio del CIB, citándose las siguientes ideas que expresan los principales puntos de divergencia entre las ISO y el entorno de la construcción:

1. El contexto principal para la calidad en el diseño de construcción está en el proyecto único y singular, participado por muchas empresas y a menudo bajo diferentes contratos o subcontratos. El producto sólo se construye al final de una compleja serie de procesos. El cliente está más relacionado con todo lo contractual que con el control de gestión. Así la revisión del contrato, el control documental, la identificación del producto, y las inspecciones y pruebas, necesitan de una estructuración adicional dentro del proyecto. Esto implica que los requerimientos especificados en el contrato serán siempre más relevantes que los propios modelos ISO.
2. Normalmente los contratos especifican los distintos requerimientos de cada procedimiento. El control no suele estar en manos del proveedor y no sigue el modelo ya que los criterios relevantes son los requerimientos específicos del cliente indicados en el contrato.
3. Muchas funciones de la ISO no son relevantes en proyectos únicos en la manera descrita o prevista por el modelo.
4. Al principio de cada modelo, se establece que los requerimientos del mismo están dirigidos principalmente a la detección de las no-conformidades y a la prevención de su aparición: al proveedor se le quiere demostrar habilidad en controlar los procesos que determinan la aceptabilidad del producto. En el proceso de construcción estos criterios de aceptación se definen habitualmente mediante especificaciones contractuales, sin usar los requerimientos de ISO 9001 y ISO 9002.
5. Para los procesos de diseño, uno de los requerimientos más importantes es la provisión de una adecuada información en base de datos o librería.

6. Para ambos, diseño y construcción, el sistema de planificación de recursos es un requerimiento esencial para la calidad y ejecución del proyecto para asegurar que los recursos humanos con experiencia adecuada estarán disponibles para el proyecto en el tiempo requerido.

Los conceptos de Gestión de la Calidad Total ofrecen la oportunidad de mostrar a los clientes que son ellos, los clientes, los que deben ayudar a producir el edificio de calidad, seleccionando, en primer lugar, a un proyectista con su propio sistema de gestión de la calidad.

Un cliente que haya utilizado una auditoría para establecer la conveniencia de los miembros de su equipo de diseño deberá, con su asistencia, establecer un sistema de gestión de la calidad para todo su proyecto específico.

El primer paso, será relacionar los requisitos del cliente con los recursos contractuales a ser usados para el cumplimiento de aquellos. Esto ofrece oportunidades adicionales para que el equipo de diseño pueda jugar un papel más decisivo en la gestión efectiva del conjunto del proyecto, por ejemplo llevando a cabo minuciosas auditorías a segundos a los potenciales contratistas. Estas auditorías deberían conseguir un objetivo adicional, esto es proveer no sólo un beneficio real al cliente, sino también ayudar a proteger la propia posición del profesional asegurando que la calidad del diseño será llevada a cabo en todo el proyecto.

El equipo de diseño debería desarrollar un cuestionario para obtener información sobre cualquier compañía que se considere contratar, con el fin de asegurar que la calidad del cliente, los requisitos de coste y tiempo puedan ser totalmente entendidos por los potenciales ofertantes (Baden Hellard, 1993). Si la empresa es la adecuada, será capaz mediante su conocimiento, experiencia y propio sistema de gestión de la calidad, de conducir un procedimiento similar para la selección de sus subcontratistas.

Esta continuación y extensión del proceso de auditoría a segundos ayudará a establecer y de reflejar la gestión de calidad desde el cliente hasta el menor de los proveedores.

Este proceso redundará en una mejora de la calidad y productividad del trabajo, en unas relaciones humanas mejoradas, reduciendo la posibilidad de que existan disputas y conflictos posteriores.

Concluyendo, el aseguramiento de la calidad del proyecto es la meta. El objetivo es la satisfacción del cliente mediante un proyecto adecuado para este propósito, completado a tiempo y con el coste óptimo.

### **3.7. El enfoque de EE.UU. para desarrollar su modelo TQM en construcción**

El primero de los enfoques de TQM aplicados a construcción que se va a desarrollar es el que se llamará modelo americano. No debe entenderse que es un modelo común de todas las empresas americanas ya que cada una de ellas tendrá sus propias características, sino que debe entenderse como unos criterios básicos comunes basados en el modelo Baldrige de TQM visto en el apartado 2.3.

### 3.7.1. Los elementos del modelo americano de TQM en construcción

Hay 10 elementos básicos habituales en las empresas tanto proyectistas como contratistas que quieran aplicar el TQM. La figura 3.5 representa estos elementos y la estructura global. Algunos de estos elementos (formación; planificación de objetivos principales; compromiso y liderazgo de la alta dirección) serán la base necesaria para soportar el resto de estructura implementada (Chase, 1993).

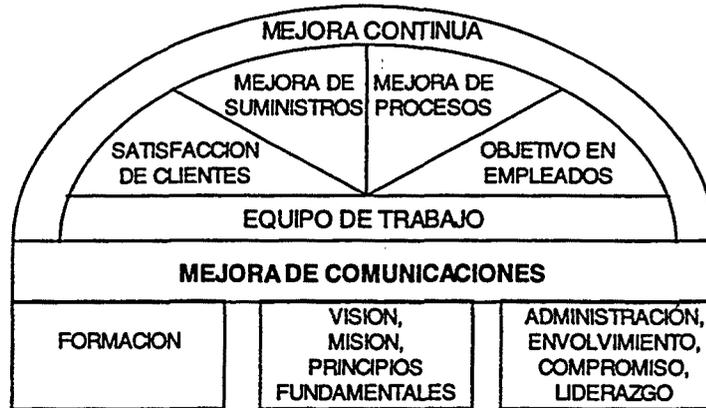


Figura 3.5: Elementos básicos del modelo americano de TQM en construcción.

Otros autores añaden como elementos básicos las costes de calidad y los métodos estadísticos de control de procesos (Burati, Matthews & Kalidindi, 1992).

### 3.7.2. La implementación del modelo americano de TQM en la construcción

Existen varios estudios en los cuáles se basará este análisis: principalmente los estudios realizados a primeros de los noventa en la Universidad del estado de Iowa dirigidos por el Profesor Gerald W. Chase y los realizados en la Universidad de Clemson por el profesor James L. Burati Jr. Además de estos, la Associated General of Contractors of America (AGC) en Washington o el Construction Industry Institute (CII) en Austin también han realizado varios trabajos y disponen de una amplia base documental sobre este tema.

Todos los autores coinciden en definir una implementación por etapas. Donde la coincidencia ya no es tan general es en la definición del número de éstas y en su alcance. Una posible interpretación a estas diferencias es el origen conceptual, más cercano a las ideas de Deming (en los estudios de Iowa) o más cercano a las de Crosby (en los estudios de Clemson). Aún y así no debe entenderse como dos ideas opuestas, sino como dos ideas semejantes con ligeras variaciones en las interpretaciones, por lo que en este estudio general que nos ocupa se intentará presentar solamente el marco global de estos enfoques sin entrar profundamente en los detalles divergentes.

Según estas referencias, las etapas para cualquier intento de implementación de TQM en la industria de la construcción deben ser:

- una etapa previa llamada de “*exploración y compromiso*” llevada a cabo básicamente en y por la cúpula de la empresa y que consiste en formar a los directivos, analizar posibles metodologías, realizar consultas externas, nombrar equipo de seguimiento, etc., y en general todos los actos preparatorios del proceso (Burati & Oswald, 1993).
- la primera etapa es la llamada de “*planificación y preparación*”. Esta etapa se caracteriza por el desarrollo de la estructura básica y de la estrategia general para implementar los procesos de TQM, la continuación de la formación de los directivos y la formación del resto de personal con influencia en la gestión de la calidad. (Burati, Matthews & Kalidindi, 1992; Burati & Oswald, 1993).
- la etapa de “*implementación*” propiamente, consistente en extender la estructura para crear equipos a todos los niveles, formar estos equipos, extender el TQM a los suministradores y eventualmente a los vendedores (Burati, Matthews & Kalidindi, 1992; Chase & Federle, 1992; Burati & Oswald, 1993; Chase, 1993).
- la etapa de “*mantenimiento*” consistente en evaluar, medir y verificar la implementación, continuar con los planes de calidad a largo plazo, continuar con la formación a todos niveles y con los estudios de mejora de todos los procedimientos individuales (Burati & Oswald, 1993; Chase, 1993).

En esta última etapa, es especialmente importante y nada fácil, el establecer los métodos adecuados para poder reflejar en la siguiente etapa de Preparación y Planificación los resultados y los conceptos aprendidos en esta primera sucesión de etapas (Burati, Matthews & Kalidindi, 1992; Chase & Federle, 1992).

### 3.8. El sistema nórdico de Gestión Total de la Calidad (TQMNW)

En contraposición con las ideas que se acaban de exponer, en este apartado se pretende hacer un breve repaso a los trabajos de investigación llevados a cabo, e incluso aún en realización, sobre sistemas de gestión total de la calidad en los países nórdicos. El motivo es que estos sistemas se están implantando en otros países de la UE y en los trabajos actuales a nivel europeo sobre calidad en la construcción, y de los cuáles este autor participa, está generalizándose la idea que serán un punto de partida para cualquier futuro sistema europeo de TQM.

#### 3.8.1. La evolución del modelo

##### ♦ *El Sistema noruego de Gestión Total de la Calidad. El embrión del modelo TQMNW.*

En 1985 el Instituto Noruego de Investigación en Construcción (conocido como Byggforsk), empezó un ambicioso programa de introducción de la Gestión Total de la Calidad en unas 50 empresas noruegas. El primer factor individual aprendido fue que el desarrollo de una actitud de calidad en una organización es un proceso que toma tiempo y que debe ser cuidadosamente supervisado por la dirección.

Se preparó un programa de desarrollo en cinco pasos (Hansen & Sjøholt, 1989), basado en un pequeños incrementos de mejoras:

- Primer paso. La principal tarea para la dirección es la de preparar y monitorizar un programa de calidad para la realización de mejoras en la calidad del trabajo en la empresa. Este programa debe establecer objetivos concretos, que tareas están incluidas, quien es el responsable, y quien está envuelto en cada tarea, los límites de tiempo y el presupuesto.
- Segundo paso. El desarrollo empieza con programas de pequeñas mejoras, donde el principal objetivo es alcanzar resultados, rápidos y medibles. Los resultados que sean medibles más fácilmente, serán los más exitosos de todo el conjunto y más ampliamente aceptados en la empresa.
- Tercer paso. Entonces la compañía reúne éstos procedimientos, usándolos para desarrollar un Sistema de Calidad consistente.
- Cuarto paso. El sistema es finalmente documentado y definido y los “nuevos” elementos de Gestión de la Calidad son integrados en los procedimientos para la gestión de actividades y operaciones. Esto debe ser trabajado en todos los niveles de la organización y no sólo por un directivo de calidad. El directivo de calidad puede ser un animador, un consejero para los directivos de todos los niveles, también puede coordinar, mantener y supervisar el sistema.
- Quinto paso. El último paso es asegurar que el sistema sea distribuido e implantado en cada nivel de la empresa. Este paso debería también asegurar que cualquier experiencia práctica obtenida del uso del sistema es reintroducida de nuevo en el sistema.

Byggforsk organizo grupos de cooperación multidisciplinarios entre compañías para implementar el Sistema de Gestión Total de la Calidad. Varios grupos de empresas fueron conducidos a través de los cinco pasos del programa durante un periodo de treinta meses. El Byggforsk proporcionó una atención individualizada a todas las empresas. Durante todo ese tiempo, cada empresa trabajó individualmente con su programa de calidad, incluyendo un Sistema de Calidad hecho a medida.

En los grupos se discutieron experiencias, problemas y buenas soluciones. Este aprendizaje a partir de experiencias ajenas y comunes es extremadamente inspirador y educativo. El resultado más importante fue un cambio en el comportamiento de la dirección y en el empleo sostenido de actitudes para continuar con las mejoras de calidad.

La mayoría de empresas tardó entre dos y tres años para cubrir los cinco pasos por primera vez. A esta conclusión se debe añadir que el proceso de mejora nunca debe acabar, y que es muy importante ser pacientes pero a la vez mantener en continuo movimiento el proceso (Sjøholt, 1991b). Varios de los grupos prolongaron la cooperación y supervisión de Byggforsk durante otros dos años.

Como un soporte integrado a éste proceso de implementación, el Byggforsk, desarrolló un modelo de Sistema de Gestión de la Calidad. El sistema estaba basado en las “mejores prácticas” de entre las empresas cooperantes, y proporcionaba ideas a las empresas para desarrollar sus propios sistemas de calidad, añadiendo a sus procedimientos de gestión los “nuevos” elementos específicos de aseguramiento de la calidad. Una conclusión importante fue que las actividades básicas en las diferentes empresas eran semejantes, esto es, las versiones de las distintas firmas tenían aproximadamente un 80% de su estructura y contenidos en común.

El modelo fue diseñado para que reflejase los sistemas, rutinas y procedimientos, tanto documentados como no documentados existentes en la compañía, y para que formase una base racional para los planes de calidad de cada nuevo proyecto constructivo en particular. También

debía servir como trabajo de referencia, con procedimientos y formularios para las actividades administrativas mas frecuentes, incluyendo información sobre técnicas de calidad. El sistema fue construido sobre tres niveles principales (Sjøholt, 1991a):

- El nivel superior era un estudio general del sistema para los clientes y empleados, incluyendo una descripción de los objetivos, principios y contenidos.
- El nivel medio contenía los procedimientos incluyendo todo tipo de rutinas e instrucciones.
- El nivel bajo estaba constituido por todo tipo de formularios, listas de chequeo y listas para registro directamente relacionadas con los procedimientos. Estas eran las herramientas de uso cotidiano utilizadas en la empresa o en un proyecto concreto y proporcionaban documentación cuando era necesario.

El sistema documental necesitó de un sistema de clasificación o numeración. Se escogió una división del Sistema de Calidad en capítulos que siguiesen las fases o tareas principales que la compañía usualmente cubría. Esto facilitaba al individuo el guardar y recuperar la información. Adicionalmente el sistema diseñado estaba basado en unas subdivisiones consistentes de 0 a 9 para cada capítulo. Los números permitían al usuario encontrar documentación para un aspecto particular en el mismo sitio en los diferentes capítulos.

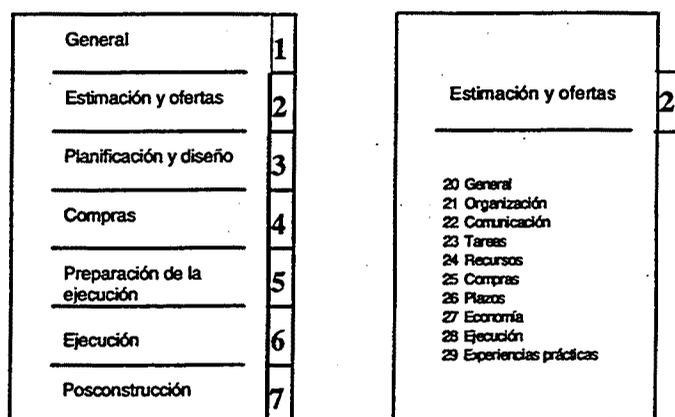


Figura 3.6: Ejemplo de organización del sistema documental.

Durante el desarrollo de los modelos fue comprendida la importancia de que una empresa escribiese todos sus procedimientos de acuerdo a un modelo establecido. Esto simplificaba la redacción y el uso. Se diseñó una forma estandarizada con palabras guía fijadas, incluyendo un número, el nombre del procedimiento, el objetivo, la responsabilidad, la duración y las formas correspondientes para una ejecución paso a paso. Muchos de los procedimientos fueron complementados con medios prácticos, como formularios y listas de chequeo, y el modelo incluyó varias muestras y ejemplos (Hansen y Sjøholt, 1989).

Los principios del QMS fueron pensados para ser universales en relación con el tipo de empresa y los diferentes países. El uso del sistema se extendió en Noruega y en el extranjero (Sjøholt, 1991a).

El ánimo general era el de integrar los elementos de la ISO 9004 en el sistema de dirección ya existente en la empresa, y la ISO 9001 en los aspectos contractuales.

Estas normas ISO definen qué debería contener un Sistema de Calidad, pero no como implementarlo. Cada compañía debió decidir por sí misma el progreso en desarrollo e implementación. Las decisiones prioritarias estaban en función de los riesgos, la probabilidad y las consecuencias del fracaso (Sjøholt, 1991b).

El objetivo básico era: "Bien a la primera". Muchos principios fueron diseñados para lograr éste objetivo. Todos estos principios debían incorporarse a la cultura de la compañía durante el proceso de desarrollo de la calidad: la política de calidad, el papel de la dirección, responsabilidades, revisión de las especificaciones del proyecto, métodos de trabajo, plan de control, etc...

Algunos de los elementos debían ser introducidos en orden secuencial y lógico, con el ánimo de prevenir errores y no para detectarlos. Esto significó construir el proceso de gestión antes de lanzar las listas de chequeo y los elementos de no conformidad.

En las grandes firmas se vio apropiado concentrarse en el sistema de la compañía y en la gestión total desde el principio, mientras en pequeñas empresas fue necesario empezar con trabajos en planes de calidad para proyectos específicos. La ventaja aquí, consistió en el desarrollo paralelo tanto del trabajo de gestión como del trabajo práctico.

Cinco años de experiencia en la implementación de la Gestión Total de la Calidad, mostró claramente que el éxito depende del método para cambiar las actitudes más que del contenido del sistema desarrollado (Sjøholt, 1991a; Sjøholt, 1991b).

Cuando la mejora de la eficiencia de una empresa es el principal objetivo del proceso de desarrollo, se tiende a proceder por un camino de "evolución", basado primeramente en los cambios que afectan a los actores involucrados. En la figura 3.7, en el eje horizontal, en la izquierda, están las actividades básicas que conciernen estos actores involucrados, frente a las actividades de la derecha, más formales y que incluyen documentación.

Cuando dominan las demandas externas destinadas a cumplir con los estándares de calidad, el proceso será de "revolución" del trabajo de documentación, no produciendo ninguna mejora sostenida de calidad.

En la parte inferior del eje vertical de la figura 3.7 se muestran a los principales participantes en el proceso de construcción, mientras que en la parte superior están los actores periféricos. La experiencia muestra que debería existir un desarrollo equilibrado entre los participantes, pero que la iniciativa debería provenir de la propia empresa más que de los foráneos.

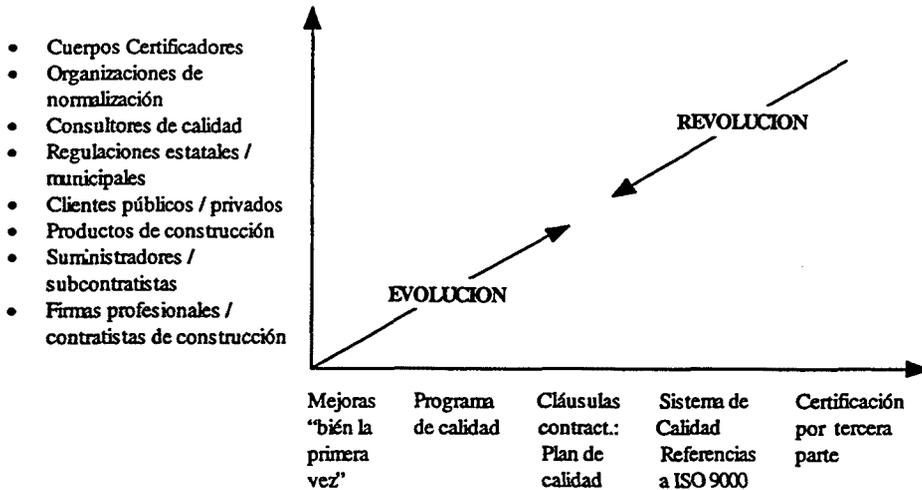


Figura 3.7: Avance en el proceso de introducción de la calidad en la empresa.

Algunas veces aunque los parámetros no son fáciles de medir en la práctica, puede ser postulado que una aproximación “evolutiva” dará la mejora de calidad mas positiva. Esto representa una ascensión diagonal en el diagrama, opuesta a la aproximación “revolucionaria” descendiente.

Ello permite entender que puede transcurrir un largo periodo de desarrollo e implementación antes de que se produzca la certificación por tercera parte del Sistema de Gestión de la Calidad para proyectistas, contratistas y consultores. El peligro aparecerá si la obtención del certificado es la finalidad y no el resultado, ya que ésta finalidad puede dañar el esfuerzo para conseguir la calidad real (Sjøholt, 1991b; Sjøholt et al, 1995; Gaarslev, 1997).

#### ♦ *La generalización del modelo*

A partir del estudio del Byggforsk realizado entre 1985 y 1991 se desarrolló otro proyecto más ambicioso aún que involucró los cuatro países nórdicos. Así, en 1992 se creó un grupo con 13 empresas relacionadas con la construcción en los países nórdicos y los cuatro institutos de investigación, estatales o universitarios, uno de cada país: Byggforsk de Noruega, la Universidad Tecnológica de Chalmers de Suecia, el VTT de Finlandia y la Universidad Técnica de Dinamarca. El objetivo era cooperar en mejorar la situación global de las compañías y las organizaciones de investigación involucradas.

Entre 1992 y hasta 1995 se desarrollaron básicamente las siguientes cuatro actividades:

- una estrategia de desarrollo general para las compañías involucradas.
- nuevas formas de medir el estado de la calidad en las empresas.
- varios procedimientos de reingeniería a través del análisis de la competencia
- nuevas formas de medir la satisfacción de los clientes.

En el punto de partida, las direcciones de las empresas participantes estaban realmente confusas sobre los objetivos y la moderna literatura realmente no ayudaba a clarificar las ideas. Se encontraron frente a un gran número de conceptos “fantásticos”: Kaizen, Lean Construction, globalización de la producción, Gestión Total de la Calidad, etc. El sentimiento general fue de

desconcierto ante tantos conceptos y tantas siglas, aunque se vió que ellos ya estaban usando algunos de los conceptos pero ahora se habían escrito en palabras “fantásticas”.

La motivación de las empresas por cooperar fue un sentimiento de obligación para ponerse en el buen vagón. Para las organizaciones de investigación la motivación para cooperar fue el tener acceso a datos del mundo real.

El primer trabajo del grupo fue hacer frente a la confusión descrita. Se enseñó a las empresas a hacer los trabajos de calidad y a la vez se elaboró un plan global para desarrollar estrategias para las empresas involucradas (Hyldgaard et al., 1993; Sjøholt et al., 1995).

Se decidió que la estrategia debía estar basada en evolucion y no en revolucion como ya se habia aprendido anteriormente. La figura 3.8 muestra la estrategia general desarrollada y que a continuación se explicará brevemente.

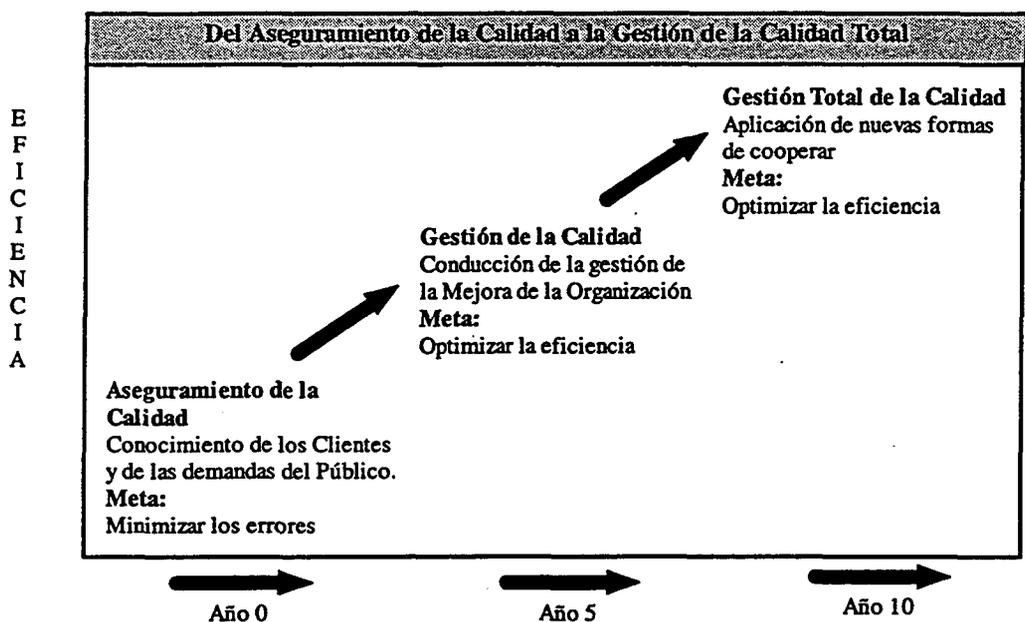


Figura 3.8: Evolución del proceso de introducción del TQM a las empresas.

### 1. Fase de Aseguramiento de la calidad: construyendo el sistema basico.

El aseguramiento de la calidad y el control de calidad están enfocados a satisfacer las demandas de los clientes a través de normas de calidad específicas. Se centran en la calidad del producto y a menudo se basan en la ISO 9000. El objetivo es cero defectos en la entrega (Gaarslev, 1997).

Normalmente en el sistema básico se usan los siguientes elementos:

- Aseguramiento de calidad ISO 9001/9002;
- Revisión de calidad ISO 10011;
- Manual de calidad ISO 10013;

- Plan de calidad ISO 9004-5;
- Certificación de calidad EN 45012;
- Salud y seguridad. Directivas EU. Procedimientos de control internos;
- Control Medioambiental ISO 14001;
- Normas de edificación. Procedimientos de control internos.

Las opiniones y sentimientos sobre la certificación estaban mezclados en el grupo, pero se vio de nuevo que es importante que la mejora del trabajo no sea empezado solo para obtener la certificación y que los conocimientos y la mejora de la calidad arraiguen en la empresa. La certificación debe ser el resultado final pero no el motivo inicial (Sjøholt et al., 1994; Sjøholt & Lakka, 1995).

Este sistema de aseguramiento de la calidad enfocado al cliente es normalmente el punto de partida para otras actividades de calidad en las empresas. En este proceso es muy importante empezar también inmediatamente un proceso de motivación para la gestión interna usando los recursos de todos los empleados en un mejora continua de los procesos, esto es, la fase dos.

## ***2. Fase de Gestión de Calidad: ampliar el alcance del sistema básico.***

El objetivo es mejorar la eficiencia a través de un determinado esfuerzo de gestión con un énfasis especial en satisfacer las demandas del cliente. Esta etapa no está enfocada en la calidad de los productos sino en la eliminación de todas las actividades sin valor en la calidad de los procesos afectados.

Esta gestión conduce a una mejora del trabajo, y normalmente se basa en las siguientes partes:

- Gestión de calidad ISO 9004-1(-2);
- Mejoras de calidad ISO 9004-4;
- Análisis de procesos de costes;
- Pasos de Deming;
- Medida de la eficiencia de los procesos.

## ***3. Fase de Gestión Total de la Calidad: la fase final.***

La estrategia para mejorar la eficiencia ahora se basa en conceptos centrados en aspectos globales y en el análisis de formas de cooperar nuevas y alternativas.

Se suelen usar los siguientes elementos:

- Medir satisfacción de clientes;
- Función de despliegue de la calidad (QFD: extensión de los conceptos a todos los aspectos de la empresa);
- Ingeniería concurrente (para acortar plazos de ejecución);

- Gestión logística (optimización de aprovisionamientos);
- Partnering o asociación con clientes o proveedores;
- Formar equipos de trabajo en construcción;
- Benchmarking o análisis de la competencia;
- Proceso de reingeniería del negocio (re-planificación estratégica desde el inicio);
- Medida del estado de la calidad total de la empresa.

◆ *Formas de medir el estado de la calidad total de las empresas.*

Después del proceso de mejora, la medición de resultados es la fuerza conducente a obtener la calidad en una empresa. La planificación del trabajo de mejora sin poderse medir esta no es significativa. Las empresas del grupo TQMNW encontraron en esto un importante tema a resolver (Sjøholt et al., 1994; Sjøholt & Lakka, 1995).

Planificar es primero de todo un proceso consistente en hacer el mejor plan inicial posible, controlar su progreso, comparar los resultados obtenidos con el objetivo establecido y producir un nuevo plan, esto es, ajustar el antiguo y producir uno nuevo en concordancia con el progreso y circunstancias actuales.

Seguidamente, el proceso es controlado por el objetivo fijado. El “mejor plan” debe ser medido en una escala, un objetivo o un criterio. Este proceso es ilustrado en la figura 3.9.

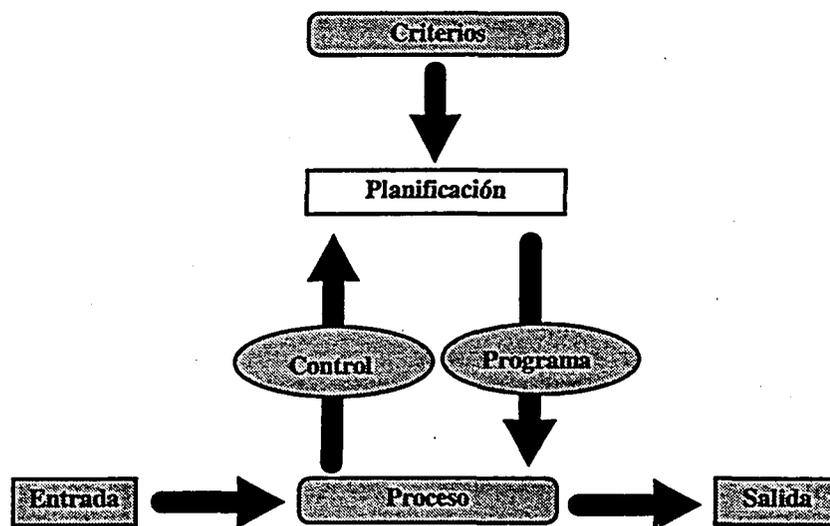


Figura 3.9: Proceso para medir el estado de la calidad de las empresas.

En este contexto es fundamental que el objetivo siempre haya sido establecido en su justa dimensión, y además pueda ser cambiante. Básicamente el objetivo cambia de acuerdo con la sociedad y la moda, y las viejas herramientas existentes deben ser revisadas y actualizadas.

En la tercera fase, cuando la compañía quiere asegurar su propio nivel de TQM se necesitan nuevas herramientas de medición, Sjøholt et al. (1994) recomiendan el uso de sistemas basados en los premios de calidad, principalmente el EQA, para este propósito.

En el momento de medir, se realizaran dos tipos de auditoria. En la oficina principal y en un numero seleccionada de las obras en curso. La puntuación de la oficina principal y el promedio de las puntuaciones de las obras son combinados y como resultado, se puede calcular la puntuación total de la empresa comparándola con la puntuación total disponible que equivale a 1000 puntos. Así se puede medir la situación relativa y el progreso particular de una empresa que use un TQM.

Como dispositivo de planificación y control este método es superior a los procedimientos normales. Es una valiosa herramienta para comunicar prioridades y objetivos para la compañía y para medir el actual desempeño de la obra, de la oficina principal y de la empresa en total. Haciendo este control durante un periodo de tiempo puede proporcionar una indicación de las progresiones en desempeño. La herramienta puede también ser usada para compararse con otras empresas del sector.

#### ♦ *La fase más reciente.*

Durante las etapas anteriores el sistema ha sido extendido a otros países europeos, concretamente y además de los países nórdicos, el Ministerio Holandés de Asuntos Económicos compró la licencia para poderlo aplicar en contratistas holandeses (Spekkink, 1995), y a pesar de las modificaciones que se necesitaron para adecuarlo a las necesidades concretas de los Países Bajos, este ya ha empezado a dar resultados muy aceptables.

En 1996 empezó una nueva investigación que debe concluir en 1998. Esta vez incluye a nueve contratistas y a los institutos de investigación de Suecia, Noruega y Finlandia, esto es sin los daneses. El tema actual es la "Integración de la Gestión Total de la Calidad y de la Gestión Medioambiental". Se constituyeron tres grupos de trabajo, uno centrado en cooperación con el cliente, el segundo en la cooperación con los suministradores y subcontratistas y el tercero centrado en las implementaciones en las propias producciones (Lakka, 1997). Hasta el momento no se han publicado aún resultados.

### **3.8.2. Los puntos clave en la implementación del modelo nórdico.**

A continuación se realizará una breve descripción de los cuatro puntos con más influencia en la consecución del éxito o el fracaso en la implementación del modelo nórdico/europeo de TQM.

#### **3.8.2.1. Las estrategias globales.**

En base a las varias experiencias ya obtenidas, en la bibliografía se recomienda las siguientes estrategias generales para conseguir mejoras en la calidad (Sjøholt et al., 1994; Sjøholt y Lakka, 1995):

- Aceptar el movimiento de la calidad como un camino de mejora de la eficiencia en la dirección y en el trabajo físico.
- Enfocar los principios de la Gestión Total de Calidad sobre la base de culturas ya existentes (en lugar de puramente en el Aseguramiento de la Calidad).
- Favorecer la mejora de procesos antes de desarrollar el Sistema.
- Ayudar a las compañías piloto en su desarrollo, preferentemente en grupos unidos.
- Empezar con contratistas, proyectistas y consultores, proceder con los otros actores y entonces mover a las partes más periféricas para poder realizar un desarrollo paralelo y balanceado.
- Dar ánimos a las organizaciones, extendiendo el sistema entre sus miembros, y en base a la cultura de los clientes.
- Asegurarse de que el cliente desarrolla su sistema interno de calidad antes de reclamar documentación de sus proveedores.
- En demandas contractuales, primeramente concentrarse en los riesgos y problemas potenciales, y segundo chequear con los estándares de la ISO-9000.
- Evitar certificados de sistemas de calidad como una medida de fuerza
- Estimular la investigación y la educación conectada a las recomendaciones de proceso, y tomar ventaja de la experiencia internacional.
- No existe una evidencia clara de que una compañía que use los estándares de la ISO-9000 o esté certificada de acuerdo con esto, tenga mejor calidad que otras compañías.

### ***3.8.2.2. La medida de resultados empieza con la planificación y establecimiento de objetivos en todos los niveles de la compañía.***

El bucle de gestión es el principio básico para todo aprendizaje y desarrollo. El equivalente de esto en el contexto de calidad es el conocido Ciclo de Deming. Este bucle de gestión es usado mas o menos formalmente, para lograr muchos objetivos diferentes, en todos los niveles y áreas dentro de empresas o organizaciones. Los cuatro conceptos básicos varían en contenido de acuerdo al objetivo.

El alcance total de la actividad de la compañía o organización dentro de la industria de la edificación o proyectos individuales de construcción decidirá como amplio o exhaustivo deben ser hechas estas mediciones:

- áreas principales: programación, diseño, producción en fabrica u obra, gestión de servicios.
- áreas de oficina: ventas, presupuesto y finanzas, personal, equipamiento.

El nivel de responsabilidades dentro de la compañía o la organización es un usual punto de partida para fijar objetivos medibles y medir resultados.

La medición de resultados en relación con los objetivos planeados debe ser llevado a cabo en varios niveles organizacionales, y en perspectivas temporales variantes (medición periódica y análisis de tendencias):

- Largo plazo: anualmente o trimestralmente:
  1. para la compañía en conjunto, o por principales áreas de actividad o principales recursos.
  2. por comparación con otras compañías (o benchmarking)
  3. por simples indicadores que muestren algún desarrollo o mejora específica.
- Medio plazo: mensualmente:
  4. para áreas principales, departamentos, proyectos o trabajos de construcción.
- Corto plazo: semanal o diariamente:
  5. para trabajos y actividades normales.

Por ejemplo, el rendimiento personal puede ser también definido y realizado el seguimiento cada seis meses. Los indicadores de rendimiento pueden hacer referencia a los procesos o actividades. El suministrador proporciona la información definida adelantadamente, mientras el cliente asegura los resultados después. Esto es aplicable a las relaciones cliente/suplnistrador internas y externas. El saber como ampliar las demandas del usuario se puede conocer mediante el uso de unos pocos criterios. El proceso es supervisado, y puede ser seguido mediante el uso de unos pocos parámetros de control. El consumo de recursos del proceso debe ser evaluado de acuerdo si los recursos son usados correctamente, y es también medido por indicadores.

El punto de vista tradicional dice que es posible determinar costes de calidad óptimos, y que no hay ventajas adicionales en mejorar las operaciones mas allá de ese punto. Esto es debido al hecho que los costes de prevención y monitorización incrementan claramente el objetivo de la supercalidad. De acuerdo con las modernas ideas de calidad, el desarrollo de operaciones en la base de las experiencias de un temprano modo de operación y por introducir nuevos métodos siempre ofrecen posibilidades para mejorar operaciones y disminuir costes totales. Así, no hay un nivel optimo por encima del cual vale la pena mejorar operaciones. La gestión de la calidad total persigue el continuo desarrollo de operaciones.

### ***3.8.2.3. La medida de resultados es la fuerza conductora tras el proceso de mejora en la empresa.***

La definición de TQM proporciona la visión y la base para la política de calidad de la empresa. La compañía por si misma concreta y comunica sus objetivos a todos los niveles y empleados. La visión es que la empresa continua trabajando con mejoras en calidad, satisfaciendo las necesidades y demandas del cliente.

La gestión de calidad incluye organización, supervisión y seguimiento del trabajo de mejora. Este trabajo puede ser dirigido a través del programa de calidad el cual muestra, para cualquier tiempo dado, que prioridades mas importantes hay. Un grupo permanente de dirección (grupo de calidad) define el marco para el área de mejora, delega tareas a otros grupos junto con responsabilidades, limites de tiempo y objetivos provisionales. El ciclo de Deming debe ser puesto en práctica. Un sistema estructurado, abierto a la participación de todos, puede dar mejores resultados que medidas individuales e incoordinadas.

La primera tarea es identificar las áreas de mejora potencial, y decide cuales tareas recibirán atención. Entonces el proceso de desarrollo de nuevas y mejores soluciones puede empezar.

Cuando estas han sido extensamente discutidas, la siguiente etapa es integrar las nuevas soluciones en el diseño existente y al mismo tiempo establecer objetivos concretos sobre un periodo de tiempo definido. Finalmente se debe desarrollar el método para asegurar los resultados. Esto ultimo es importante, desde que las mediciones son mas exitosas y mas efectivas si uno ha fijado objetivos y puede asegurar resultados.

#### **3.8.2.4. La promoción de la mejora continua**

Un importante factor, en la etapa inicial, y después cuando el proceso ha sido integrado, es como promover sugerencias para mejoras en todos los niveles de la compañía. Para hacer esto, se puede hacer uso de los métodos ya establecidos para la medida de resultados en la compañía.

- Además de una reglamentación continua de reacciones y vistas de los empleados individuales, la empresa podría introducir un reportaje sistemático de desviaciones y desechos, y otros sistemas para averiguar y mantener estadísticas. Las relaciones de desviaciones y medidas correctivas son un elemento central en cualquier Sistema de Calidad.
- Las auditorias de calidad revelaran cualquier factor que puede ser mejorado (interno, externo, certificación). Las auditorias de calidad pueden también escoger áreas de mejora. Las auditorias de calidad internas son la herramienta de gestión que asegura que el Sistema de Calidad esta trabajando efectivamente, y averiguan si hay mejoras a ser desarrolladas.
- Otro método para encontrar áreas a ser mejoradas en el conjunto de partes de la empresa, es el uso del brainstorming.

### **3.9. Construcción, calidad y costes.**

Este estudio sobre la situación actual de la calidad en la construcción no estaría terminado sin un repaso a las implicaciones económicas que tiene en el sector la introducción de un sistema de gestión de la calidad. El estudio se realizará aquí desde un punto de vista global del entorno constructivo y no se entrará en el estudio de las implicaciones a nivel microeconómico de las empresas relacionadas.

#### **3.9.1. Los costes de la calidad y los costes de la no calidad.**

El coste asociado a la calidad está definido en la norma ISO 9004 como el coste que aparece para lograr y asegurar los niveles de calidad especificados. ISO 8402 define costes fijos de calidad como la parte de los costes totales atribuibles al aseguramiento y la demostración de una calidad satisfactoria, y a las perdidas tangibles o intangibles en las que se cae cuando esta calidad no se alcanza. Además añade que los costes relacionados con la calidad se definen dentro de una organización según sus propios criterios.

La clasificación más amplia y general de los costes relacionados con la calidad es la siguiente:

1. Costes directos: aquellos que se pueden localizar en la contabilidad de la empresa (relacionados con la no calidad):

⇒ Costes controlables: causados por decisiones de la empresa dirigidos a evitar defectos y a evitar que estos puedan llegar al cliente. Dentro de estos hay de dos tipos:

- \* Costes de prevención: derivados de los esfuerzos para evitar o reducir errores.
- \* Costes de evaluación: se derivan de los trabajos de medida de la conformidad de los productos o servicios.

⇒ Costes resultantes: se derivan de los errores que no se han podido evitar. Dentro de estos costes también hay dos tipos distintos:

- \* Costes por errores internos: se producen por anomalías detectadas antes de que el producto salga de la empresa.
- \* Costes por errores externos: producidos por anomalías detectadas una vez el producto ya está fuera de la empresa.

La existencia de todos estos costes distintos ha sido tradicionalmente el origen de la conocida teoría de los costes de calidad que establecía una calidad con coste óptimo, y penalizaba la desviación de este punto.

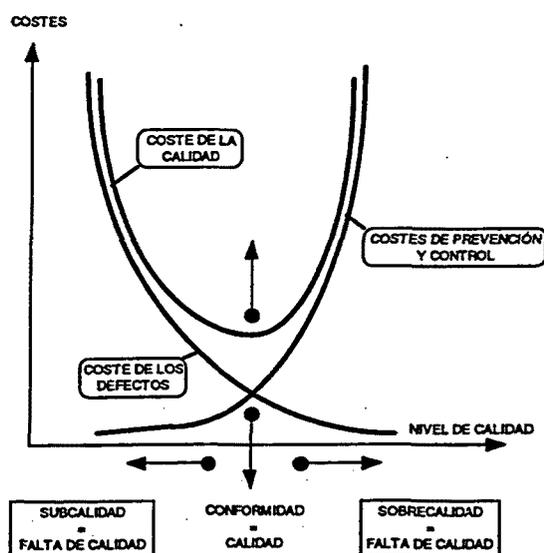


Figura 3.10: Concepto tradicional de los costes de calidad.

2. Costes indirectos: derivados de una pérdida de expectativas o en pérdidas no directamente contabilizadas (que afectan de forma importante a la economía de un país).

Recientemente han aparecido autores (Sjøholt & Lakka, 1995) que propugnan que *no existe un coste óptimo para la calidad*, esto es, *en la función del coste de calidad no existe un mínimo sino que es decreciente en todo el dominio* con lo cual no se puede hablar de “supercalidad”. Justifican esta idea con la explicación de que las mejoras de calidad y el desarrollo de nuevos métodos y operaciones propugnadas por el TQM, siempre son beneficiosas y siempre

proporcionan posibilidades de reducir los costes totales de la empresa. Evidentemente es un enfoque más global que la figura 3.10 anterior que se ceñía exclusivamente a los costes relacionados con la calidad y no con los costes globales de la empresa que a la postre serán los que indiquen la competitividad y eficiencia de la misma.

### 3.9.2. Las causas de los costes de calidad en construcción.

El éxito en la gestión de la calidad requiere de una cierta familiaridad con los costes relacionados con ella. Durante las fases introductorias del proceso de construcción hay muchas oportunidades para influir en las características finales y en los costes de producción. Las oportunidades de esta influencia decrecen gradualmente a medida que avanza el proceso, hasta casi desaparecer negligibles en la fase de construcción.

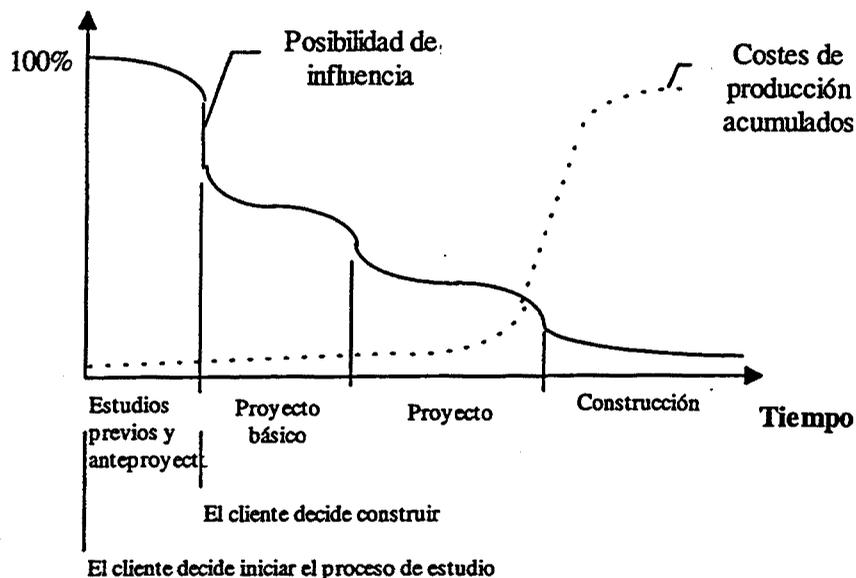


Figura 3.10: Posibilidad de influencia en los costes de producción a lo largo del proceso

La distribución de responsabilidades entre los diferentes agentes (promotores, diseñadores, contratistas, usuarios e instituciones públicas) es de gran importancia en la mejora de la calidad de la construcción. Esta responsabilidad debería estar distribuida en relación con la capacidad de cada agente de controlar el proceso y/o el resultado, aunque tradicionalmente no ha estado definida de modo objetivo (Ball, 1987; Meinders, 1991).

Cuando se toma la decisión de llevar a cabo cierto proyecto de construcción se fijan las características básicas, como presupuestos y costes de producción. Estos últimos crecen a medida que avanza el desarrollo del proceso, llegando a ser determinantes en la fase de construcción. Los costes de un edificio se prolongan durante el tiempo de vida del mismo, debido a su mantenimiento y a las posibles adaptaciones a los cambios de uso, y pueden llegar a ser mucho mayores que la inversión original (Van den Beukel, 1989).

### 3.9.2.1. Costes relacionados con la calidad

El proceso constructivo normalmente implica un trabajo en equipo entre empresas, autoridades e individuos. Un conflicto habitual entre ellos es el incumplimiento de los requisitos propuestos para la producción y la utilización del edificio construido. El coste de prevención de los conflictos o las compensaciones por ellos cuando se producen condicionan los costes de calidad (Von der Geest, Duff, Gale, 1994; Gale, 1996).

El coste asociado a la calidad está definido en la norma ISO 9004 como el coste que aparece para lograr y asegurar los niveles de calidad especificados. Este coste de calidad incluye los costes de prevención, los costes de fallos o pérdidas y los de tasación.

- Los costes de prevención son constituidos por los costes de los esfuerzos y medidas tomadas para evitar las disconformidades o fallos.
- Por costes de tasación se entienden los costes de pruebas, inspecciones y evaluaciones necesarias para saber si la calidad especificada está siendo conseguida.
- Los costes de fallos o pérdidas se dividen en internos y externos:
  - Los costes de fallos internos son definidos como los costes que resultan de un producto o servicio que no reúne los requisitos de calidad antes de ser aceptado por el cliente.
  - Los costes de fallos externos son aquellos que resultan de un producto o servicio que no reúne los requisitos de calidad después de ser aceptado por el cliente.

### 3.9.2.2. Costes de fallos de calidad internos

El *Department of Building Economics and Construction Management* de la *Chalmers University of Technology* llevó a cabo un estudio para clarificar la extensión y el carácter de los fallos de calidad en la construcción (Hammarlund & Josephson, 1991). El objetivo del estudio era el de identificar las medidas que tuviesen mayor efecto sobre los costes relacionados con la calidad y con el estímulo de los diferentes agentes del proceso para influir efectivamente en la búsqueda de la calidad óptima. Se realizó un análisis de una obra durante 20 meses y se analizaron los fallos de calidad, entendidos como cualquier desviación negativa durante el proceso de construcción sobre lo previsto y sin especial interés en el responsable del coste.

Se observó que los costes totales para la corrección de los fallos de calidad sumaban el 6% del coste de ejecución. El tiempo requerido para dichas rectificaciones correspondió al 11% de las horas totales de trabajo. Una tercera parte de los costes de los fallos fueron atribuibles a errores en la gestión de la obra. Los errores de diseño, el trabajo de los operarios y el suministro de materiales se atribuyeron cada uno una quinta parte de los costes de fallos de calidad internos. El resultado principal del estudio se presenta en la figura 3.12.

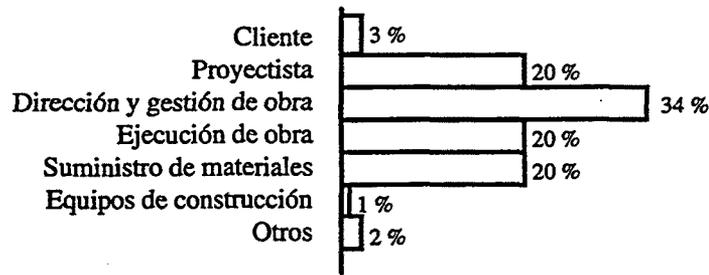


Figura 3.12: Origen de los costes de fallos de calidad internos.

### 3.9.2.3. Costes de fallos de calidad externos

Los costes de fallos externos, como se ha explicado anteriormente, van asociados a los fallos que aparecen después de la inspección final. El estudio de estos fallos es más complicado porque pueden aparecer a lo largo de toda la vida útil del edificio, por lo que para describir los costes asociados se debe tener en cuenta las tasas de interés y los cambios en el valor del dinero.

En estudios realizados sobre los costes de mantenimiento de los edificios existentes en varios países (BRE, 1982; Burati & Farrington, 1987; Hammarlund, Jacobson y Josephson, 1990), se puede llegar a establecer que los costes de mantenimiento excepcional, esto es no previstos, pueden ascender al 4% de los costes iniciales de construcción.

La mitad de los costes de fallos externos tienen sus causas en la fase de diseño. Una cuarta parte están en la ejecución de la obra, un 10% son fallos de los materiales empleados y otro 10% son debidos al uso inadecuado del edificio. Las medidas de los costes relacionados con la calidad externa y sus diversas fuentes se presentan en el siguiente gráfico.

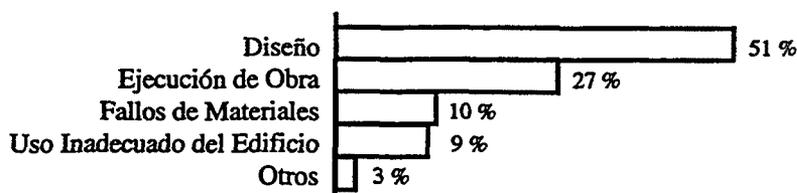


Figura 3.13: Origen de los costes de fallos de calidad externos

### 3.10. Bibliografía al capítulo

- Atkinson, G. (1987). *A Guide Through Quality Standards*. Londres: Van Nostrand Reinhold.
- Atkinson, G. (1995). *Construction Quality and Quality Standards. The European Perspective*. Londres: E&F Spoon.
- Baden Hellard, R. (1993). *Total quality in construction projects (achieving profitability with custom satisfaction)*. Londres: Thomas Telford.
- Ball, P.L. (1987). La economía y la seguridad en la calidad de la construcción. Conferencia en *Quality: a shared commitment*, EOQC, Londres.
- British Research Establishment. (1982). *Quality in Traditional Housing, Vol. 1: an investigation into faults and their avoidance*. Londres: British Research Establishment, BRE Report No. 32, HMSO.
- British Research Establishment. (1978). *A survey of quality and value in buildings*. Londres: British Research Establishment, BRE Reports, HMSO.
- British Research Establishment. (1987). *Better briefing means better buildings*. Londres: British Research Establishment, BRE Report No. 95, HMSO.
- Burati, J.L. & Farrington, J.J. (1987). *Costs of Quality Deviations in Design and Construction*., Clemson: Clemson University, Construction Industry Institute. Source Document, No. 29.
- Burati, J.L.; Matthews, M.F. y Kalidindi, S.N. (1992). Quality Management Organizations and Techniques. *Journal of Construction Engineering and Management*. American Society of Civil Engineers, ASCE, 118(1): 112-128.
- Burati, J.L.; Matthews, M.F. y Kalidindi, S.N. (1991). Quality Management in Construction Industry. *Journal of Construction Engineering and Management*. American Society of Civil Engineers, ASCE, 117(2): 342-359.
- Burati, J.L. y Oswald, T.H. (1993). Implementing TQM in Engineering and Construction. *Journal of Management in Engineering*. American Society of Civil Engineers, ASCE, 9(4): 456-470.
- Calavera, J. (1991). Human and psychological aspects of the implementation of quality control in construction. En: A. Bezelga & P. Brandon (eds.) *Management, Quality and Economics in Building*, London: E&F Spoon, p. 484-494.
- Comité Euro-International du Béton. (1988). *Quality assurance for building*. Lausanne: CEB, Synthesis report, Bulletin d'Information, no.184.
- Chase, G.W. (1993). Effective Total Quality Management (TQM) Process for Construction. *Journal of Management in Engineering*. American Society of Civil Engineers, ASCE, 9(4): 433-443.
- Chase, G.W. y Federle, M. O. (1992). Implementation of TQM in Building Design and Construction. *Journal of Management in Engineering*. American Society of Civil Engineers, ASCE, 8(4): 329-339.

- Floyd, L.W. (1991). Quality management practice for medium and smaller companies. En: A. Bezelga & P. Brandon (eds.) *Management, Quality and Economics in Building*, London: E&F Spoon, p. 595-601.
- Gaarslev, A. (1997). TQM the Nordic Way: TQMNW. En: Alarcón, L. (ed.). *Lean Construction*. Rotterdam: Balkema, p. 463-470.
- Gale, A.W. (1996). The development and implementation of a quality costing system. (Conferencia pronunciada en la ETS Ingenieros Industriales de Terrassa, noviembre del 1996).
- Gosselin, P. (1991). Quality management in the building firm. En: Bezelga, A. & Brandon P. (eds.) *Management, Quality and Economics in Building*, London: E&F Spoon, p. 630-640.
- Gudmunson, H. (1991). The use of ISO 9002 as a basis for development and implementation of certifiable quality management systems for contractors. En: Bezelga, A. & Brandon P. (eds.) *Management, Quality and Economics in Building*, London: E&F Spoon, p. 664-670.
- Hammarlund, Y.; Josephson, P.E. (1991). Sources of quality failures in building. En: Bezelga, A. & Brandon P. (eds.) *Management, Quality and Economics in Building*, London: E&F Spoon, p. 671-680.
- Hammarlund, Y., Jacobsson, S. y Josephson, P-E. (1990). Quality Failure Costs in Building Construction. *CIB W55/W65 International Symposium*. Sidney: Technological University of Sidney.
- Hansen, R & Sjøholt, O. (1989). *Quality Management: A challenge for the Building Industry*. Oslo: Byggforsk, Project Report 050.
- Heredia, R. de. (1993). *Calidad Total. Conceptos generales y aplicacion a Proyectos de Construccion*. Madrid: Ed. Alción.
- Hyldgaard, U. [et al.]. (1993). *TQM in construction*. Raport de investigación de la Technical University of Denmark, DTU, Department of Construction Management.
- International Council for Building Research, Studies and Documentation (1993). *CIB Master List of Headings for the Arrangement and Presentation of Information in Technical Documents for Design and Construction*. Rotterdam: CIB Report No. 18.
- Juran, J.M. (1990) *Juran y el liderazgo para la calidad: manual para ejecutivos*. Madrid: Ed. Díaz de Santos.
- Lakka, A. (1997). *TQM-The Nordic Way 1996-98. Integrated total quality and environmental management*. [En línea]. Pagina Web del Proyecto Strat, VTT (Tampere, Finlandia). URL <<http://www.vtt.fi/rte/strat/tqm/index.htm>>. [Consulta 04/1997].
- Le Gall, J. (1991). Total quality control in a building company. En: A. Bezelga & P. Brandon (eds.) *Management, Quality and Economics in Building*, London: E&F Spoon, p. 610-620.
- Mecca, S. (1996). The role of organisational risk analysis in improving performances of a building in relation to probability of conformity of site operations. En: Becker R. & Paciuk M. (eds). *Applications of the Performance Concept in Building*. Haifa: National Building Research Institute, pp. 5/73 - 5/82.
- Mecca, S.; Torricelli, M.C. (1996). *Qualità e gestione del progetto nella costruzione*. Firenze: Alinea Editrice.

- Meinders, P. J. (1991). Quality assurance and its effects on liability, guarantee and insurance in the building sector. En: Bezelga, A. & Brandon P. (eds.) *Management, Quality and Economics in Building*, London: E&F Spoon, p. 777-785.
- Merchán, F. (1996). *Manual de control de calidad total en la construcción. 2ª edición revisada y aumentada*. Madrid: Dossat 2000.
- Nelson, C. (1996). *TQM and ISO 9000 for architects and designers*. New York: McGraw-Hill.
- Oliver, G.B.M. (1990). *Quality Management in Construction: Interpretations of BS5750: Quality Systems for the Construction Industry*. Londres: CIRIA Special Publication No.74.
- Rosenfeld, Y.; Warszawski, A.; Laufer, A. (1992). *Using Quality Circles to Raise Site Productivity and Quality of Work Life*. Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, 118 (1): 17-33.
- Sjøholt, O.; Lakka, A. (1995). Measuring the results of quality improvement work. *Building Research and Information*, 23 (2): 92-96.
- Sjøholt, O. [et al.]. (1995). *From quality assurance to improvement management*. Oslo: Byggforsk, Project Report 06198.
- Sjøholt, O. [et al.]. (1994). *Measuring the results of quality improvement work*. Oslo: Byggforsk, Project Report 0155.
- Sjøholt, O. (1991a). Certification: A disservice to quality assurance. En: Barret, P. & Males, R. (eds.) *Practice Management: New perspectives for the construction professional*, London: Chapman and Hall.
- Sjøholt, O. (1991b). Norwegian Quality management system ready for use in EEC. En: Bezelga, A. & Brandon P. (eds.) *Management, Quality and Economics in Building*, London: E&F Spoon, p. 892-899.
- Spekkink D. (1995). Architect's and consultant's quality management system. *Building Research and Information*, 23(2): 97-102.
- Tyler, A. (1991). . En: A. Bezelga & P. Brandon (eds.) *Management, Quality and Economics in Building*, London: E&F Spoon, p. 920-927.
- Van den Beukel, A. (1989). *Quality Costs*. Bruselas: Comité de Vivienda, Construcción y Planificación de la Comisión Económica Europea y el Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas.
- Von der Geest, M.; Gale, A.W.; Duff, A.R. (1994). The development and implementation of a quality costing system within a construction firm in the UK. En: Sjøholt, O. (ed.) *Quality Management in Building and Construction*. Lillehammer: Norwegian Building Research Institute.

