



# UNIVERSIDAD DE OVIEDO

DEPARTAMENTO DE EXPLOTACIÓN Y PROSPECCIÓN DE MINAS

MÁSTER INTERUNIVERSITARIO EN DIRECCIÓN DE PROYECTOS

TRABAJO FIN DE MÁSTER

## ESTUDIO DE LA PLANIFICACIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD EN PROYECTOS DE EDIFICACIÓN RESIDENCIAL

Autor: César Pacios González

Director: José Manuel Mesa Fernández

Fecha: Julio de 2013

## **Resumen**

---

En el momento en que se adquiere una vivienda se presupone que esta ha pasado todos los controles de calidad necesarios y que, por tanto, carece de defectos. La realidad demuestra que es habitual que de una forma u otra, y en un periodo de tiempo indeterminado, aparezcan defectos de construcción, lo que genera multitud de quejas y reclamaciones por parte del usuario final. Este proyecto pretende analizar los parámetros que rodean la planificación del control de calidad en los proyectos de edificación residencial en España, con el fin de determinar los aspectos, que derivados de la planificación, influyen en la calidad final de la vivienda.

Para ello se ha realizado una investigación en torno a la calidad en la industria de la construcción, en la que se ha constatado que existen múltiples aspectos singulares, como son los numerosos agentes implicados, las grandes cadenas de subcontratación, e incluso las propias particularidades de la organización del proceso productivo, que generan muchas dificultades en la consecución de los objetivos de calidad fijados.

Dado que, en España, la planificación del control de la calidad está regulada de forma normativa, se ha realizado un estudio del marco normativo de aplicación, abordando tanto la definición de los requisitos a cumplir, como la forma que se establece para que estos sean satisfechos. También se ha investigado la clasificación, origen y tipos de defectos que se producen habitualmente en los edificios, por la relación directa que tienen con la ausencia de calidad. La conclusión a la que llegan muchos autores es que un alto porcentaje de los mismos se derivan de errores en la fase de diseño del proyecto.

A través del estudio de una muestra de modelos de planes de control de calidad que proporcionan los Colegios Oficiales de Arquitectos en España, y de otra muestra de varios ejemplos de planes de control de calidad extraídos de proyectos de edificación visados en diferentes partes del país, se ha constatado que la planificación del control de calidad es prácticamente inexistente. El mayor énfasis del control de calidad se realiza sobre las cimentaciones y estructuras de los edificios por las graves consecuencias que generan sus defectos, y como resultado de ello la incidencia de los mismos ha ido disminuyendo de forma paulatina, lo que demuestra que si la planificación y aplicación del control de calidad se llevase a cabo de una forma más rigurosa, comenzando por el control en la fase de diseño del proyecto, los defectos se podrían reducir de forma considerable.

# Índice

I. Introducción .....	4
1. Antecedentes .....	4
2. Introducción.....	5
3. Objetivo del estudio.....	6
II. La calidad en la industria de la construcción .....	8
1. Introducción.....	8
2. Consideraciones previas generales.....	9
2.1. Significados de la calidad en la construcción.....	12
2.2. Necesidad de calidad en la construcción.....	13
2.3. Particularidades del sector con respecto a la calidad .....	14
3. La influencia de las normas en el objetivo de calidad .....	16
3.1. Las normas como ayuda a la efectiva transferencia de información.....	17
4. El control de calidad en la construcción.....	18
4.1. El control de calidad en la fase de redacción del proyecto .....	18
4.2. El control de calidad de los materiales.....	19
4.3. El control de calidad de la ejecución .....	20
5. Los sistemas de gestión de la calidad en la construcción .....	21
5.1. Los sistemas de gestión de la calidad bajo el enfoque de ISO 9000 .....	24
5.2. Gestión total de la calidad total en la industria de la construcción .....	30
6. Construcción, calidad y costes .....	35
6.1. Los costes de la calidad y los costes de la no calidad .....	35
6.2. Las causas de los costes de calidad en construcción .....	37
7. Conclusiones .....	40
III. Los proyectos de edificación residencial en España .....	43
1. Introducción.....	43
2. Marco normativo .....	43
2.1. Requisitos y exigencias en los proyectos de edificación .....	43
2.2. Condiciones a cumplir durante el desarrollo del proyecto de edificación .....	46
3. Defectos en los proyectos de edificación .....	49
IV. Análisis de la aplicación del control de calidad.....	56
1. Introducción.....	56
2. Modelos de planes de control de calidad .....	56
3. Aplicación de los planes de control de calidad.....	58
4. Conclusiones .....	66
V. Conclusiones .....	68
Anexos. Modelos de planes de control de los Colegios Oficiales de Arquitectos de Asturias, Galicia, Madrid y Murcia .....	70
Referencias .....	97

## Índice de tablas y figuras

Tabla I.1. Evolución del número de viviendas construidas por año en España.....	5
Tabla II.1. Propiedades a cumplir por los documentos técnicos.....	17
Tabla III.1. Distribución de porcentajes de defectos en fase de explotación por causa raíz.....	51
Tabla III.2. Distribución de vicios ocultos por causa raíz.....	52
Tabla III.3. Distribución de vicios aparentes por tipo de defecto.....	53
Tabla III.4. Distribución de vicios aparentes por elemento constructivo.....	53
Tabla IV.1. Alcance de los modelos de planes de control propuestos por los Colegios de Arquitectos de Asturias, Galicia, Madrid y Murcia.....	56
Tabla IV.2. Datos generales de los 15 proyectos de edificación residencial cuyos planes de control han sido analizados.....	58
Tabla IV.3. Alcance de los planes de control de calidad de una muestra aleatoria de 15 proyectos de edificación residencial visados en España.....	58
Tabla IV.4. Distribución de los ensayos y pruebas de servicio del control de calidad del Proyecto 1.....	60
Tabla IV.5. Distribución de los ensayos y pruebas de servicio del control de calidad del Proyecto 2.....	61
Tabla IV.6. Distribución de los ensayos y pruebas de servicio del control de calidad del Proyecto 3.....	61
Tabla IV.7. Distribución de los ensayos y pruebas de servicio del control de calidad del Proyecto 4.....	61
Tabla IV.8. Distribución de los ensayos y pruebas de servicio del control de calidad del Proyecto 5.....	62
Tabla IV.9. Distribución de los ensayos y pruebas de servicio del control de calidad del Proyecto 6.....	62
Tabla IV.10. Distribución de los ensayos y pruebas de servicio del control de calidad del Proyecto 7.....	62
Tabla IV.11. Distribución de los ensayos y pruebas de servicio del control de calidad del Proyecto 8.....	63
Tabla IV.12. Distribución de los ensayos y pruebas de servicio del control de calidad del Proyecto 9.....	63
Tabla IV.13. Distribución de los ensayos y pruebas de servicio del control de calidad del Proyecto 10.....	63
Tabla IV.14. Distribución de los ensayos y pruebas de servicio del control de calidad del Proyecto 11.....	64
Tabla IV.15. Distribución de los ensayos y pruebas de servicio del control de calidad del Proyecto 12.....	64
Tabla IV.16. Distribución de los ensayos y pruebas de servicio del control de calidad del Proyecto 13.....	64
Tabla IV.17. Distribución de los ensayos y pruebas de servicio del control de calidad del Proyecto 14.....	65
Tabla IV.18. Distribución de los ensayos y pruebas de servicio del control de calidad del Proyecto 15.....	65
Figura II.1. La evolución hacia la gestión de la calidad total en la construcción (Garrido, 1996).....	24
Figura II.2. Concepto cliente/suministrador a asumir por cada agente del proceso.....	32
Figura II.3. El concepto de triple papel de Juran aplicado a construcción.....	32
Figura II.4. Concepto tradicional de los costes de calidad.....	36
Figura II.5. Posibilidad de influencia en los costes de producción a lo largo del proceso.....	37
Figura II.6. Origen de los costes de fallos de calidad internos.....	39
Figura II.7. Origen de los costes de fallos de calidad externos.....	39

# I. Introducción

## 1. Antecedentes

---

La vivienda es un bien básico cuyo acceso está considerado un derecho por la Constitución Española: *"Todos los españoles tienen derecho a disfrutar de una vivienda digna y adecuada. Los poderes públicos promoverán las condiciones necesarias y establecerán las normas pertinentes para hacer efectivo este derecho, regulando la utilización del suelo de acuerdo con el interés general para impedir la especulación"* (Constitución Española art. 47, 1978).

Sin embargo, los agentes implicados en el proceso edificatorio, especialmente los responsables de su regulación, no han sido capaces de permitir el acceso a la vivienda a sectores sociales necesitados de ella mientras se producía vivienda que no se llegaba a ocupar, mostrando así que los estímulos públicos al mercado no han conseguido dirigirlo a su función social básica, sino que ha prevalecido la vivienda como un valor de inversión.

Ello obligaba a competir a los que pretendían formar un hogar con los que buscaban una inversión ventajosa, lo que alejaba de la posibilidad de acceder a una vivienda en el mercado a los económicamente más débiles, como los jóvenes o los recién llegados, y ponía en riesgo de exclusión a otros sectores de población, como los mayores, que se hallaban en situación de alojamiento precario por el régimen de tenencia de la vivienda y las expectativas de especulación sobre el suelo que ocupaban.

En el periodo 1997-2007 el sector de la vivienda vivió un periodo de fuerte expansión, generando graves desequilibrios económicos, sociales y medioambientales. El incremento de la demanda vino causada en parte por razones sociales, demográficas y financieras pero también por razones especulativas. En este contexto, jugaron un papel importante la fiscalidad y las políticas urbanísticas.

El ajuste del sector de la vivienda, iniciado en 2007, se precipitó de manera brusca en 2008, como consecuencia de los problemas de acceso al crédito derivados de la crisis financiera mundial. Dicho ajuste afectó con especial gravedad al empleo. En tan sólo dos años, 2008 y 2009, desaparecieron casi un millón de puestos de trabajo, cerca de la mitad del empleo total destruido en el periodo.

Desde 1960 hasta el comienzo de la crisis económica iniciada por la caída de Lehman Brothers, la evolución en el número medio de viviendas construidas por año en España ha sido la siguiente (Banco de España, 2013):

Año	Viviendas construidas
1960	103.920
1970	293.248
1980	369.750
1990	248.022
2000	374.019
2001	374.019
2002	776.203
2003	636.405
2004	818.630
2005	740.621
2006	707.971
2007	750.213
2008	853.982

Tabla I.1. Evolución del número de viviendas construidas por año en España

Esta evolución ha dado como resultado un parque de viviendas en España a 1 de Noviembre de 2011 (Instituto Nacional de Estadística, 2013) de 25.208.623 unidades. Un tercio aproximadamente de las viviendas construidas en la última década son viviendas secundarias y alrededor de 700.000 se encuentran vacías.

El auge en la construcción de viviendas junto con la facilidad de entrar en el mercado condujo a una afluencia de trabajadores sin experiencia y a un aumento de la competencia en el sector, lo que ha dado lugar a una disminución de la calidad. Es habitual encontrar artículos en prensa sobre edificaciones donde los inquilinos se quejan de los defectos de construcción que estas presentan. Estos defectos aparecen en las edificaciones de todas las clases sociales, desde grandes y lujosos edificios en los centros de las grandes ciudades a modestas edificaciones con algún régimen de protección en la periferia de las mismas.

Las personas que adquieren una vivienda de nueva construcción, en muchos casos, se encuentran con problemas constructivos impropios de una vivienda recién construida que nunca habrían imaginado. La felicidad de poder tener un hogar propio se ve mermada con la aparición de los defectos de construcción.

El hecho de que profesionales del área de la construcción sean capaces de anteponer los beneficios económicos por encima de la garantía de entregar una vivienda digna es motivo de preocupación. Pero que las instituciones encargadas de velar porque se cumplan las prescripciones técnicas dirigidas a garantizar la calidad de las construcciones, no cumplan con su cometido es mucho peor, sabiendo que existen todos los medios e instrumentos para poder realizar el control de cada proceso de los proyectos de edificación residencial.

## **2. Introducción**

---

Todos los agentes involucrados directa o indirectamente con la edificación residencial en España, e incluso los profanos en la materia, están de acuerdo en que el nivel de producción de viviendas de los últimos años, lo que coloquialmente se ha denominado como "El Boom Inmobiliario", era a todas luces excesivo y se dirigía en gran medida hacia el mercado con la intención manifiesta de promover el sector de la construcción como un sector productivo, cuya demanda inducida y su capacidad de absorber mano de obra, actuaran de motor del empleo del conjunto de la economía del país.

Del mismo modo que se ha demostrado excesiva la construcción de una media aproximada de 700.000 viviendas por año entre el 2003 y 2008, no parece razonable que las 50.000 viviendas construidas en el año 2011 y en el 2012 indiquen una previsión real de producción de cara al futuro. Hay que tener en cuenta que en torno al 60% del parque de viviendas construidas en España datan de antes de 1980 y dentro de ese porcentaje casi la mitad fueron construidas entre 1900 y 1960 (Instituto Nacional de Estadística, 2013).

Para no volver a caer en los errores del pasado, los fines que se proponen en la actualidad para el nuevo sector de la vivienda en España suponen a la postre un cambio radical en los objetivos, organización y estructura del sector. Un cambio que debe iniciarse al cambiar de objeto la actividad del sector, de la nueva construcción como actividad principal a la intervención sobre la edificación existente (Grupo de trabajo sobre rehabilitación GTR, 2011).

Los objetivos a los que debe orientarse el nuevo sector son:

- 1. La eficiencia en el uso de recursos.** El consumo de recursos en los hogares españoles ha ido paralelo a la evolución de la sociedad hacia un mayor confort, sin que hasta tiempos recientes la eficiencia haya sido un factor a considerar. Es preciso articular propuestas que mantengan y mejoren las prestaciones de las viviendas con un uso menor de los recursos y del impacto ambiental que generan.
- 2. La mejora de la habitabilidad y de las prestaciones técnicas de los edificios.** La evolución de la sociedad española, de las demandas sobre la vivienda que constituyen hoy en día una habitabilidad socialmente reconocida como estándar, hace que el parque de viviendas construido esté en situación de precisar adaptaciones para actualizar sus prestaciones a esas demandas socialmente reconocidas.
- 3. Mejoras en la accesibilidad al uso de la vivienda.** Entendida ésta como la capacidad de las familias de poder disponer de una vivienda digna y adecuada.

La consecución de estos fines debe ir acompañada de una mejora en la calidad de las edificaciones. Teniendo en cuenta además que los materiales y las tecnologías necesarias para lograr una mejora notable de la eficiencia, la habitabilidad y las prestaciones de los edificios requerirán de la adaptación paulatina de los agentes involucrados en el proceso edificatorio, será prioritario establecer los mecanismos de control apropiados, comenzando con la correcta planificación del control de calidad.

### **3. Objetivo del estudio**

---

El objetivo del presente estudio es analizar los parámetros que rodean en la actualidad la planificación del control de calidad en los proyectos de edificación residencial en España, considerando las particularidades propias de la calidad en el sector, la influencia de las normas y la relación existente entre su aplicación y los defectos que se producen en los edificios.

La experiencia personal del investigador en la construcción de viviendas como consultor técnico, inclusive como cliente y usuario, junto a reflexiones sobre la materia con colegas de profesión, constituyen un marco que refrenda la pertinencia de esta área de investigación.

El presente documento ha sido estructurado en 5 capítulos. En el primero de ellos (I), siendo este su último apartado, se ha realizado una breve introducción al estudio analizando la situación actual del sector de la edificación residencial en España influenciada notablemente por la crisis económica en la que está inmerso el país. Se han identificado cuales son las necesidades racionales actuales del nuevo sector de la vivienda, basadas en la sostenibilidad y la eficiencia en la utilización de recursos. Y se ha definido el objetivo y la pertinencia de la investigación.

En el segundo capítulo II se hace una revisión del estado del arte sobre la calidad en la industria de la construcción, comenzando por describir las características específicas del sector de la construcción, así como el significado y necesidad de calidad en el mismo, y haciendo un repaso por los conceptos y su aplicación en la materia de la evolución clásica de la calidad: inspección, control, aseguramiento, gestión y gestión total de la calidad. Por último se expone, desde un punto de vista global del entorno constructivo, la relación entre construcción, calidad y costes.

En el tercer capítulo III se estudian los requisitos exigibles normativamente a los proyectos de edificación en España y las condiciones que deben cumplirse durante el desarrollo de los mismos, entre las que se encuentra la obligatoriedad de planificar el control de calidad.

Además en este capítulo (III) se estudian los defectos en los proyectos de edificación, ya que la aparición de los mismos es el motivo sobre el que se asienta la necesidad de analizar la aplicación del control de calidad, cuyo desarrollo conforma el capítulo IV del estudio.

En el capítulo V se presentan las principales conclusiones obtenidas en el estudio, derivadas del proceso de investigación, y se proponen las líneas de investigación futuras.

## II. La calidad en la industria de la construcción

### 1. Introducción

---

El sector de la construcción ha experimentado, durante los últimos años, un interés creciente por la calidad. Dos son las causas que contribuyen a que la cultura de la calidad se imponga con fuerza en nuestra sociedad; por una parte, los clientes y usuarios son cada vez más exigentes y reclaman mayor calidad en un producto que les supone un esfuerzo económico, por otra parte, las empresas se han concienciado de que el coste de la no calidad en construcción llega a suponer entre el 5 y el 10 % de la producción (WS Atkins y Universidad de Navarra, 2001).

Pero además, diferentes normativas y leyes, como la Ley de Ordenación de la Edificación en España, han irrumpido con fuerza en la actividad constructora para garantizar la calidad (LOE, 1999). Todas estas razones justifican que el aumento de la calidad para la mejora de la competitividad, sea hoy un objeto primario de la supervivencia del sector. Ante esto, la Comisión de las Comunidades Europeas presentó al Parlamento Europeo en noviembre de 1997, un documento en el que se recogían las recomendaciones para reforzar la competitividad del sector de la construcción, cuyo primer objetivo era la mejora de la calidad. Otros objetivos que perseguía ese documento era la mejora del marco reglamentario, así como el incremento en la educación y la formación, reorientando la investigación y el desarrollo.

El concepto del logro de la calidad en la construcción no es nuevo. Ya en el siglo XIX, 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 promotor a la hora de realizar el encargo de la redacción del proyecto al proyectista. 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.

Se abordan a continuación, de manera precisa, los aspectos relacionados con la calidad en la industria de la construcción, tales como: características propias del sector, control, aseguramiento, y gestión de la calidad, etc., para presentar de esta manera una visión actual del mismo.

## 2. Consideraciones previas generales

---

En el sector de la construcción, y en particular en la edificación, participan diferentes "agentes intervinientes". La legislación española los define en la actualidad de la siguiente manera (LOE, 1999):

- *Promotor*: cualquier persona, física o jurídica, pública o privada, que, individual o colectivamente, decide, impulsa, programa y financia, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.
- *Proyectista*: es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.
- *Constructor*: es el agente que asume, contractualmente ante el promotor, el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de las mismas con sujeción al proyecto y al contrato. A su vez el constructor se puede dividir en Contratista o Subcontratista (R.D. 1627/1997), siendo el contratista el que contrata directamente con el promotor y subcontratista el que contrata con el contratista.
- *Director de obra*: es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto que la define, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto.
- *Director de la ejecución de la obra*: es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, asume la función técnica de dirigir la ejecución material de la obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y la calidad de lo edificado.
- *Entidades de control de calidad de la edificación*: aquéllas capacitadas para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.
- *Laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación*: los capacitados para prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.
- *Suministradores de productos*: los fabricantes, almacenistas, importadores o vendedores de productos de construcción. Se entiende por producto de construcción aquel que se fabrica para su incorporación permanente en una obra incluyendo materiales, elementos semielaborados, componentes y obras o parte de las mismas, tanto terminadas como en proceso de ejecución.
- *Propietario - Usuario*: es la persona física o jurídica, pública o privada, que hará uso de la edificación, pudiendo coincidir o no con el promotor. Se puede asimilar al concepto de cliente final.

Tal nivel de participación hace que se requiera una articulación apropiada y especiales características en los métodos de gestión empresarial, entre lo cual es necesario destacar lo siguiente:

- Cada agente interviniente debe hacerlo bajo plena definición de sus objetivos, metas, alcances de funciones, y productos plenamente establecidos.
- Definir el producto de cada agente, significa que las funciones y responsabilidad estarían plenamente definidas, esto a su vez significa practicar la competencia leal entre los agentes similares.
- Las obras en muchos de los casos no tiene definidos los alcances de responsabilidad y de productos, que debe entregar cada uno de los agentes que participan en el ciclo de vida de los proyectos.

Tradicionalmente, en el sector de la construcción, la redacción del proyecto se realiza de forma independiente de la ejecución de las obras, lo que conlleva a la fragmentación de los distintos trabajos que realizan los profesionales implicados. Esta fragmentación, además de los riesgos motivados por la falta de coordinación entre ellos, pueden afectar seriamente a la colaboración en iniciativas de calidad o en temas de I+D entre los participantes en el desarrollo del proyecto y ejecución de la obra. Además, respecto a este último tema, en el sector de la construcción el empleo de nuevas tecnologías se ve frenado por el miedo a las reclamaciones por responsabilidad civil.

Además de la separación tradicional entre proyecto y obra, un punto crítico de los sistemas de calidad en este sector, es la subcontratación de diferentes partes de la obra, que influye en las iniciativas de la calidad de dos formas diferentes. En primer lugar, los habituales contratos temporales y eventuales de proveedores y subcontratistas dificultan su involucración con el sistema de calidad de la empresa contratista. Esta dificultad se puede minimizar con la confianza mutua y las asociaciones a largo plazo entre contratistas, subcontratistas y proveedores, estableciendo convenios oportunos. En segundo lugar, un nuevo factor a considerar en la ejecución de la calidad, es la comunicación eficaz que debe existir entre el contratista y sus subcontratistas para que la obra ejecutada responda a los requisitos del cliente.

Dentro de los sistemas de contratación en la construcción existen diversas formulas, unas tradicionales y otras de nueva aparición, que hacen recaer la responsabilidad de la calidad en diferentes agentes.

En los contratos tradicionales, el promotor contrata por una parte, a un equipo de proyectistas la realización del estudio de viabilidad y la redacción del proyecto con sus especificaciones, y por otra, a un único constructor (contratista) para la ejecución de la obra, que a su vez trabaja con varios subcontratistas para el desarrollo de la misma. La ejecución de la obra es supervisada por el equipo proyectista y la dirección facultativa, que en la mayoría de los casos coinciden. Los productos o, servicios pueden suministrarse, en base a las especificaciones de proyecto, bajo contrato o para un periodo determinado de tiempo. Dependiendo del tipo y valor de los productos y servicios puede haber un procedimiento de suministro que es de obligado cumplimiento por la normativa europea, nacional o regional. En estos contratos tradicionales, la calidad, basada en la inspección, es principalmente responsabilidad directa de la dirección facultativa.

Otras formas de contratación que se presentan pueden ser (WS Atkins y Universidad de Navarra, 2001):

- Cuando las necesidades del promotor están claramente definidas y reflejadas en un proyecto, el promotor puede contratar individualmente cada uno de los capítulos de la obra con diferentes contratistas. La calidad es responsabilidad del promotor que

deberá exigirla a cada uno de los contratistas, siendo este un factor que dificulta la obtención de la calidad deseada por la falta de coordinación e implicación de cada uno de los gremios con la calidad final de la obra.

- La agrupación de múltiples actividades en un contrato único o integrado, por ejemplo, cuando el constructor es responsable tanto del diseño del proyecto (proyectista) como de la ejecución del mismo (contratista). En general, la calidad no se especifica como un requerimiento contractual siendo responsabilidad del constructor y aceptando el cliente la obra en base a una única inspección final en el momento de recepción, previa conformidad por parte de la dirección facultativa.

Los nuevos contratos de ejecución de obras, utilizados fundamentalmente para grandes proyectos, establecen una relación diferente entre los agentes intervinientes, apareciendo la figura del gestor de proyectos (*Project Manager*). En este caso el promotor contrata por un lado el equipo proyectista, que suele realizar también la labor de dirección facultativa, y por otro el gestor de proyectos que se encarga de planificar, gestionar y coordinar los diferentes trabajos asumiendo la responsabilidad de los mismos pero sin ejecutarlos. La ejecución de los trabajos recae en una serie de contratistas, y subcontratistas contratados por estos, que contrata el promotor en función de la información facilitada por el gestor del proyecto, que realiza el proceso de selección. En este y en otros métodos similares, la responsabilidad de la calidad la tiene el gestor del contrato, aunque no sea él, el que lleve a cabo materialmente ni el diseño ni la ejecución de la obra.

La mayoría de los proyectos son, prototipos únicos o bien tienen aspectos singulares que lo hacen diferentes. Solo la construcción de determinados tipos de viviendas unifamiliares y las actividades realizadas por contratistas especializados (por ejemplo, especialistas en estructuras, electricidad, cubiertas, etc.), pueden considerarse hasta cierto punto tareas repetitivas. Esta falta de repetición del producto dificulta la transmisión de los conocimientos y experiencias de calidad acumuladas en la ejecución de sucesivos proyectos y obras.

Además, el suministro de productos mediante la técnica "*just in time*" (JIT), es difícil de implantar en este ámbito, en el que los elevados riesgos financieros asociados a demoras, impiden a las empresas implantar este tipo de mejoras en el proceso. En estas circunstancias no puede hablarse del concepto de "stock" que se maneja en la industria.

El concepto de "*satisfacción del cliente*" es mucho menos evidente y lograrlo es más difícil de conseguir en la construcción que en la industria, dada la singularidad del producto. Es imposible para una empresa constructora conocer las necesidades concretas del cliente, ya que éste habitualmente no es una persona física concreta, como sucede en la industria. Por cliente en construcción se entiende tanto el promotor como el propietario final, incluyendo todo tipo de posibles inquilinos o usuarios finales, ya sean públicos o privados. Además, como ya se ha comentado, se establece diferentes relaciones con el cliente-promotor, y durante la fase de ejecución el cliente de los subcontratistas es el contratista general.

Por otro lado, la calidad del producto para satisfacer los requerimientos del cliente no se puede garantizar mediante los sistemas de garantías tradicionalmente empleadas en la industria. En el sector de la construcción, las garantías a largo plazo del producto, el edificio, se ven condicionados por un mantenimiento incorrecto del mismo. Una posible solución sería que los diferentes productos y componentes del edificio tuvieran una garantía que especificara entre el desgaste normal por uso y el deterioro por falta de mantenimiento. Hay otra dificultad añadida que es la

necesidad de distinguir entre deterioros debidos a falta de mantenimiento y los debidos a errores de diseño.

## **2.1. 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. 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 más 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 agentes intervinientes realizan su propio 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 Gestión Total de la Calidad (TQM), todo ello con el objetivo de demostrar posteriormente la utilidad de la aportación realizada por el presente proyecto.

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

Los edificios, sean de la importancia y tipo que sean, son la solución al problema de cómo 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 proyectista, del trabajo del constructor (contratista), 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. Se pueden encontrar estudios similares y más recientes en muchos países de nuestro entorno, aunque la ventaja de estos es su continuidad y sobre todo 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 la ejecución de la cimentación, estructura, cerramientos e instalaciones, 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 ejecución.

**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, etc.) y a errores de diseño (pobre aislamiento térmico, condensaciones, etc.), pero en muy pocos casos a la fabricación de los elementos.

En España la industria de la construcción 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 implicadas, y se necesita 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 agentes 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.

### **2.3. Particularidades del sector con respecto a 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, centrandose 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 ejecución, 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. La influencia de las normas en el objetivo de calidad

---

Las normas tienen una importancia crucial en el logro de edificios sin defectos. Todos los agentes intervinientes 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.

En España el marco normativo que establece las condiciones técnicas que han de cumplir los edificios es el Código Técnico de la Edificación (CTE, 2006), que desarrolla los requisitos básicos de funcionalidad, seguridad y habitabilidad que deben cumplir los edificios según la Ley de Ordenación de la Edificación (LOE, 1999), y cuyo objetivo es mejorar la calidad de la edificación y promover la innovación y la sostenibilidad en la misma.

El Código Técnico de la Edificación se alinea con el denominado "*enfoque basado en prestaciones*", propugnado por las principales organizaciones internacionales relacionadas con códigos de

edificación, tales como el Consejo Internacional de la Edificación, o el Comité Interjurisdiccional de Colaboración Reglamentaria, ambos inspiradores de los códigos de países avanzados.

Este enfoque, entre otras ventajas, permite la apertura del sector a mercados cada día más globales de productos de construcción y de los profesionales del sector. Además, frente a los tradicionales códigos prescriptivos, la adopción de un código basado en prestaciones, supone una mayor apertura a la innovación que se justifica también por la consideración de que los conocimientos y la tecnología de la edificación están en continuo progreso, de tal forma que la normativa promueva la investigación y no dificulte el progreso tecnológico.

### 3.1. 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 agentes intervinientes en el proceso: clientes (promotor o usuario), proyectistas, contratistas, subcontratistas, etc. 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 (GIB) 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).

Título	Información suministrada bajo el título
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 requerida, después de la instalación o finalización del trabajo, de limpieza, mantenimiento, servicio, reparación, sustitución y venta del producto usado.
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.: reportes de pruebas e 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 II.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.

## **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 Gestión 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 Proyecto, Materiales y Ejecución. Aquí se trataran estos por separado y según esta división.

### **4.1. El control de calidad en la fase de redacción del proyecto**

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 de que la Fase de Proyecto 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 proyecto 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, sobre todo 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 proyectistas, 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 Proyectista 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 más importante posteriormente.

La experiencia práctica internacional (básicamente Gran Bretaña, EEUU y Japón) demuestra que las mejores organizaciones dedicadas al diseño de proyectos aceptan plenamente la idea del Control del Proyecto. 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).

## **4.2. 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, etc. han sido y todavía son ampliamente aplicados en esta área.

Además, el campo del control de calidad de los materiales, ha sido un 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 entidad de 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 esta 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 análisis.

### **4.3. El control de calidad de la ejecución**

En esta etapa de la construcción, como en cualquier otra, inicialmente se debe diseñar la planificación. Esto es, preparar a conciencia sobre que y en que momento se desarrollarán 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):

- Árboles 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 prevenir 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, etc., 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 los 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 ejecución, 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.

## **5. Los sistemas de gestión de la calidad en la construcción**

---

*"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, etc. 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. Las características propias del sector de la construcción dificultan la transferencia directa de la aplicación que el sector industrial hace de los principios de la gestión de la calidad y la mejora continua.

Para una organización, un sistema de gestión de la calidad es un sistema para dirigir y controlar lo relacionado a la calidad. En contraste con otras industrias en las que el número de participantes es reducido (en esencia, fabricantes, proveedores y clientes), en la industria de la construcción partirán, directa o indirectamente, una multitud de agentes con funciones diversas, como se ha planteado en apartados anteriores. Ello multiplica el número de interfaces del proceso y, consecuentemente, el número de zonas vulnerables para la calidad final.

La calidad ha recibido mucha atención en la industria de la construcción desde la década de 1990, e incluso desde antes (Tang et al., 2005). Desde mediados de la última década del siglo pasado (los años noventa) se afirmaba que existía un cambio cualitativo e importante en el sector de la construcción en España; apostando de forma decidida, hacia la mejora de la calidad (Garrido, 1996). Dicho cambio no venía propiciado por la entrada en vigor de las directivas europeas con la consiguiente adopción de nuevas normas, sino que venía especialmente propiciada por una demanda social de calidad. Desde esos años emergía un lamento generalizado en el sector de la construcción, sobre las carencias del sistema para hacer frente al problema de la calidad.

En 1993 fue aprobado dentro de la sesión plenaria de la sección de construcción de la Asociación Española para la Calidad (AECC, 1993), un documento que planteaba un análisis de la calidad en la construcción en España. Dentro de este documento, se hacía referencia al concepto de calidad como la adecuación al uso. En esos tiempos la sección de construcción de la AECC, afirmaba que dicha queja se refería de manera objetiva al incremento, al parecer imparable, del coste social de los defectos y daños; y de manera subjetiva, en la insatisfacción del propietario/usuario de los productos de la construcción. De esta manera, existía un consenso sobre la necesidad de implantar medidas correctoras y comenzar a medir los costes de la calidad propios, dejando de exportar cifras de otros países. De igual manera, se hizo necesario desarrollar un cuerpo de técnicas y actitudes para todos los agentes del sector de la construcción, que hiciera clara y atractiva la inversión económica en sistemas de calidad.

Los sistemas de la calidad para su aplicación a la construcción deben referirse más específicamente a procedimientos relativos al proyecto, a la ejecución y a las fases finales de la obra. A pesar de que los sistemas de calidad implantados en ese sector en el ámbito Europeo son muy diversos, generalmente comprenden los siguientes elementos básicos (WS Atkins y Universidad de Navarra, 2001):

- *Especificaciones Técnicas*: hacen referencia normalmente a los requisitos o exigencias mínimas en relación a la calidad de los productos y sistemas constructivos que exigen la normativa vigente, y a la forma de comprobar su cumplimiento. Por ejemplo, la certificación de producto o de fabricantes.
- *Documentos técnicos acreditativos para nuevos productos y sistemas constructivos que no estén incluidos en el ámbito de la aplicación de la normativa vigente*: se establecen para garantizar que los productos y sistemas son seguros y que su comportamiento y su durabilidad una vez puestos en obra cumplirá las especificaciones declaradas por el fabricante.

- *Control del proyecto y de la ejecución:* Debe contemplar tanto el control del proyecto realizado por consultores externos como el control de la ejecución de obra, llevado a cabo por la dirección facultativa y representantes de organismos públicos y privados con el objeto de garantizar el cumplimiento de la normativa vigente.
- *Sistemas de gestión y aseguramiento de la calidad en construcción:* son necesarios en todas las etapas del proceso constructivo: promoción, diseño y redacción del proyecto, fabricación y suministro de productos, ejecución de las obras y entrega de la obra al cliente, responsable del uso y mantenimiento.
- *Acreditación de los laboratorios de análisis y ensayos:* tanto los laboratorios de control exterior como las instalaciones propias para el control exterior interno, que realizan los ensayos de control de calidad durante la ejecución de la obra, deben estar oficialmente acreditados en el área concreta en la que desempeñan su actividad.
- *Aceptación/Recepción de la obra:* una obra debe ser recibida por el promotor (cliente), o por sus representantes legales. Esta aceptación implica el reconocimiento de que la obra se ha ejecutado conforme a lo establecido en el proyecto y sus especificaciones. Es frecuente que además sea obligado por normativa obtener también la aprobación de técnicos de la administración pública, como por ejemplo, los responsables de las áreas de protección contra incendios. Son muchos agentes que con su trabajo deben garantizar la calidad de la obra y el cumplimiento de la normativa vigente: promotor, administración, proyectista, dirección facultativa, fabricantes y suministradores, constructores, técnicos especializados y colegios profesionales. Dada la complejidad de las relaciones entre todos los agentes, es necesario que los contratos de las obras incluyan cláusulas relativas a las responsabilidades y coordinación entre todos ellos.

La gestión de la calidad es un componente crítico en la gestión exitosa de proyectos de construcción; de igual manera, diversos factores de dirección deberían ser gestionados de manera apropiada para lograr adecuados sistemas de gestión de la calidad en esta industria.

Garrido (1996) consideraba que en el sector de la construcción había dos escuelas para llegar a la calidad: la que la persigue con la implantación de un sistema de Aseguramiento de la Calidad conforme a las normas ISO 9000, y la que lo hace siguiendo las técnicas de la Gestión de la Calidad Total. Esta última ha proporcionado una técnica de gestión en la Construcción para mantener su unidad dentro de su compleja naturaleza (figura II.1).

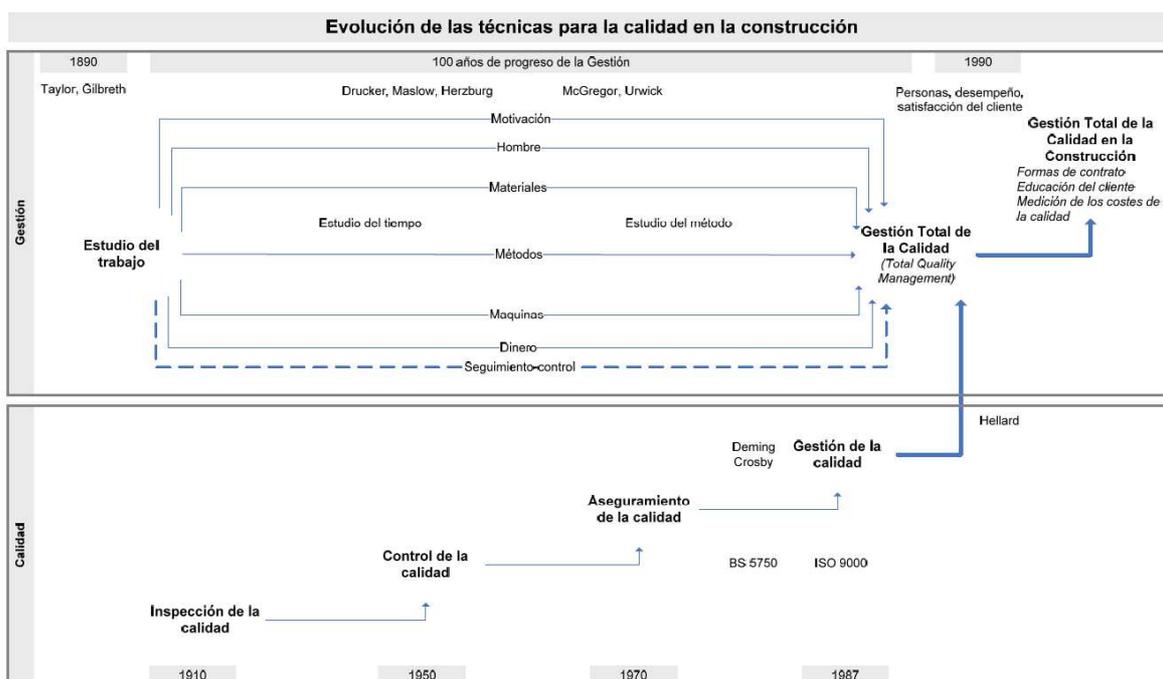


Figura II.1. La evolución hacia la gestión de la calidad total en la construcción (Garido, 1996)

## 5.1. Los sistemas de gestión de la calidad bajo el enfoque de ISO 9000 en la construcción

La Organización Internacional de Normalización (ISO), organización internacional de normalización, a través de la familia de normas ISO 9000:2000 para la gestión de la calidad, ayuda a las organizaciones, de todo tipo y tamaño, a implementar y ejecutar un sistema de gestión de la calidad efectivo. Las normas ISO 9000 no son un Sistema de Gestión de la Calidad, sino un modelo para estructurar uno, además de ser un marco que aporta orden y establece los requerimientos del sistema.

Originalmente, la familia ISO 9000 estaba centrada en el "aseguramiento de la calidad", y ha madurado para cubrir un espectro mucho más amplio que cubre "la gestión de la calidad", para ayudar a las organizaciones a lograr una mayor satisfacción del cliente, así como la de otras partes interesadas. La familia de las normas ISO 9000:2000 está formada por cuatro normas principales (ISO, 2009):

- **ISO 9000:2005 "Fundamentos y Vocabulario"**: Esta norma describe los fundamentos y especifica la terminología de un Sistema de Gestión de la Calidad.
- **ISO 9001:2008 "Sistemas de Gestión de la Calidad - Requisitos"**: Esta norma especifica los requisitos para un Sistema de Gestión de la Calidad y permite a las organizaciones demostrar su habilidad para proveer productos que satisfagan los requisitos del cliente y los requisitos legales y conseguir aumentar la satisfacción del cliente. Dichos requisitos son aplicables a organizaciones de cualquier sector económico o industrial, independientemente de la categoría del producto que se ofrece al cliente.

- **ISO 9004:2009** "Sistemas de Gestión de la Calidad - Directrices para la mejora del desempeño": Esta norma complementa la ISO 9001:2008, y proporciona directrices para mejorar la eficacia y eficiencia del Sistema de Gestión de la Calidad.
- **ISO 19011** "Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión de la calidad y/o ambiental": Esta norma proporciona una guía para auditar el Sistema de Gestión de la Calidad y el Sistema de Gestión Ambiental.

Para conducir y operar una organización de manera exitosa se requiere que ésta se dirija y controle en forma transparente y sistemática; esto se puede lograr implementando y manteniendo un sistema de gestión que este diseñado para mejorar continuamente su desempeño mediante la consideración de necesidades de todas las partes interesadas. La norma ISO 9000:2005 (fundamentos y el vocabulario empleado en la norma ISO 9001) plantea ocho principios de gestión de la calidad, para ser utilizados por la dirección de la empresa para conducir a la organización hacia una mejora del desempeño (ISO, 2005):

1. *Enfoque al cliente.* Las organizaciones dependen de sus clientes y por lo tanto deberían comprender las necesidades actuales y futuras de los clientes, satisfacer los requisitos de los clientes y esforzarse en exceder las expectativas de los clientes.
2. *Liderazgo.* Los líderes establecen la unidad del propósito y la orientación de la empresa; ellos deberían crear y mantener un ambiente interno, en el cual el personal pueda llegar a involucrarse totalmente en el logro de los objetivos de la organización.
3. *Participación del personal.* El personal, a todos los niveles, es la esencia de una organización y su total compromiso posibilita que sus habilidades sean usadas para el beneficio de la organización.
4. *Enfoque basado en procesos.* Un resultado deseado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso.
5. *Enfoque de sistema para la gestión.* Identificar, entender, y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema, contribuye a la eficacia y eficiencia de una organización en el logro de sus objetivos.
6. *Mejora continua.* La mejora continua del desempeño global de la organización debería ser un objetivo permanente de ésta.
7. *Enfoque basado en hechos para la toma de decisión.* Las decisiones eficaces se basan en el análisis de los datos y de la información.
8. *Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor.* Una organización y sus proveedores son interdependientes, y una relación mutuamente beneficiosa aumenta la capacidad de ambos para crear valor.

Como se mencionó anteriormente, estas normas definen los fundamentos para un sistema de gestión de calidad. Son aplicables a:

- Las organizaciones que buscan ventajas por medio de la implementación de un sistema de gestión de calidad.
- Las organizaciones que buscan la confianza de sus proveedores en que sus requisitos para los productos serán satisfechos.
- Los usuarios de los productos.

- Aquellos interesados en el entendimiento mutuo de la terminología utilizada en la gestión de la calidad (proveedores, clientes, entes reguladores, etc.).
- Todos aquellos, que perteneciendo o no a la organización evalúan o auditan el sistema de gestión de la calidad para determinar su conformidad con los requisitos de la norma ISO 9001 (auditores, entes reguladores, organismos de certificación).
- Todos aquellos que perteneciendo o no a la organización asesoran o dan formación sobre el sistema de gestión de la calidad adecuado para dicha organización.
- Aquellos quienes desarrollan normas relacionadas.

Los sistemas de calidad ayudan a las organizaciones a aumentar la satisfacción del cliente, éstos necesitan productos que satisfagan sus necesidades y expectativas. Dichas especificaciones y expectativas se reflejan en las especificaciones del producto y se denominan requisitos del cliente. Un sistema de gestión de la calidad pide a las organizaciones analizar los requisitos de los clientes, definir los procesos adecuados y controlar esos procesos. Por lo que su adopción es una decisión estratégica de la organización, atendiendo sus necesidades, objetivos, productos suministrados, procesos empleados y tamaño de la organización.

El sistema de gestión de calidad que dan estas normas, proporciona el marco de referencia para la mejora continua con el propósito de incrementar la satisfacción del cliente, con estas acciones se da confianza a la organización y al cliente, de la capacidad para realizar productos que satisfagan los requisitos en forma óptima.

Asumiendo que algunas empresas del sector de la construcción 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.

La metodología lógica de implementación del Sistema de Calidad basado en las normas ISO en una empresa del sector de la construcción (proyectista o contratista) 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 las ISO 9000 tienen que adaptarse a la empresa, y nunca a la inversa como ocurre en muchos casos.

La introducción del Sistema de Calidad en la empresa comprende las siguientes etapas:

### **1. Etapa 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 marketing 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.

## **2. 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 auditoría 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. Las 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 auditoría a ejercer sobre la relación contrato-resultado con el primero.

### **5.1.1. Estado de implantación de las normas ISO 9000 en el sector de la construcción**

En una evaluación conducida por la International Organization for Standardization (ISO, 2003) a finales del año 2002 se estimaba que alrededor de 561.747 empresas estaban certificadas en 159 países, representando un incremento del 10% en relación a años anteriores. Es esa misma evaluación, se encontró también que el 12% de dichas empresas correspondían a empresas relacionadas al sector de la construcción. Este porcentaje había incrementado progresivamente

desde un 8,6% en 1998. Sin embargo, cuando se compara estos datos con otros sectores relacionados a la manufactura, la adopción de las normas ISO 9000 en la industria de la construcción ha sido más lenta.

Una de las principales razones de este incremento lento es la falta de enfoque al cliente. Otro factor es el hecho, de que la industria de la construcción es más compleja que la industria de la manufactura.

A continuación se presenta un resumen actual de estado de implantación de las normas ISO 9000 en el sector de la construcción en diferentes regiones del mundo.

Algunas empresas europeas del sector de la construcción han implantado sistemas basados en las normas ISO 9000. Aunque todavía son una minoría, la iniciativa ha partido de las empresas más importantes en cada actividad. Los conceptos clave de las normas se pueden trasladar y adecuar a las características de la industria de la construcción. En la industria de la construcción en el **Reino Unido**, el desarrollo de la norma ISO 9000 ha sido considerado una continuación de su predecesora la norma BS5750 Quality systems. Moatazed-Keivani et al. (1999) realizó un estudio sobre la implementación de las normas ISO 9000 en la industria de la construcción en el Reino Unido, desde el punto de vista de las experiencias y percepciones de los gestores de aseguramiento de la calidad. El resultado de esa investigación indicaba que los requisitos-demandas del cliente era la principal razón para la adopción de un sistema de

Aseguramiento de la Calidad para empresas constructoras, en lugar de la creencia en el valor de esos sistemas; otras razones fueron el avanzado marketing y la etapa de competitividad en su momento.

Un estudio reveló que las compañías de **Estados Unidos** en el sector de la construcción estuvieron aproximadamente cinco años por detrás de las del Reino Unido en el inicio de la certificación de la norma ISO 9000. La investigación fue realizada por Yates and Anifto (1996, citado por Tang et al., 2005) para evaluar el rol de las normas internacionales, particularmente la ISO 9000, en la industria de la construcción de los Estados Unidos (compañías de diseño, construcción y relacionadas). El estudio reveló que el 50% de las 138 empresas encuestadas ya estaban certificadas por esa norma, pero solo 9 tenían certificación de construcción y 8 de estas no eran compañías de Estados Unidos. Los resultados indicaron claramente que la baja certificación era resultado de una carencia de un enfoque al cliente, a pesar de que la mayoría de las compañías creían que la certificación debería incrementar su competitividad en el mercado mundial. En otros estudios se reveló que la mayor barrera para implementar la norma ISO 9000 era el coste y duración del proceso de certificación (Chini y Valdez, 2003).

La gestión de la calidad no es un concepto nuevo en la industria de la construcción en Asia, en especial en **China**; antes de 1990, la calidad de los trabajos de construcción en Hong Kong estaban basados en los métodos tradicionales de Control de la Calidad. Desde entonces, hasta la actualidad los clientes de la industria de la construcción en Hong Kong, han logrado que las empresas constructoras se preocupen por estar certificados con la norma ISO 9000, impulsado también por disposiciones gubernamentales al promover dicha iniciativa. De esta manera se han reportado beneficios por las certificaciones tales como procedimientos de trabajo claros, mejora en la documentación y por consiguiente una competitividad más avanzada.

No solamente compañías constructoras de los Estados Unidos, estuvieron por detrás de las del Reino Unido en el inicio de la certificación de la norma ISO 9000, este era el caso de la mayoría de

los países de **América Latina** (Serpell, 1999). Se realizó una investigación en Chile por Serpell para examinar los problemas, limitaciones y beneficios experimentados en los procesos de implementación de la norma ISO 9000; encontrándose que la carencia de compromiso sobre sistemas de calidad, el no compromiso por parte de la gerencia y las necesidades del personal, eran las barreras más comunes de las partes involucradas. Sin embargo, concluyo también que una vez implementado un sistema de gestión de la calidad, se proveía de un mecanismo apropiado para mejorar la comunicación en las obras, la reducción de los retrasos y mejorar la relación entre clientes y contratistas.

De esta manera, se puede observar que la norma ISO 9000 ha sido el sistema de gestión de la calidad más aceptado en la industria de la construcción; de igual manera, el incremento anual de certificaciones de empresas constructoras reportado por evaluaciones llevadas a cabo por el International Organization for Standardization lo confirman (ISO, 2003). Sin embargo, a pesar de la motivación y/o requerimientos de los clientes, el éxito del empleo de esta herramienta depende de cómo es usada, es decir, la sola certificación de una empresa por la ISO 9000, no conduce a un sistema de calidad más eficiente.

## **5.2. Gestión total de la calidad (TQM: Total Quality Management) en la industria de la construcción**

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. 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.

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).

El diseño y construcción de un edificio o un proyecto de ingeniería civil es una de las tareas industriales más complejas ya que 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 las ISO 9000 es una muestra de este bajo nivel de compromiso. 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.

### **5.2.1. 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 promotor 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 de la 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. La TQM como filosofía esta encaminada 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:

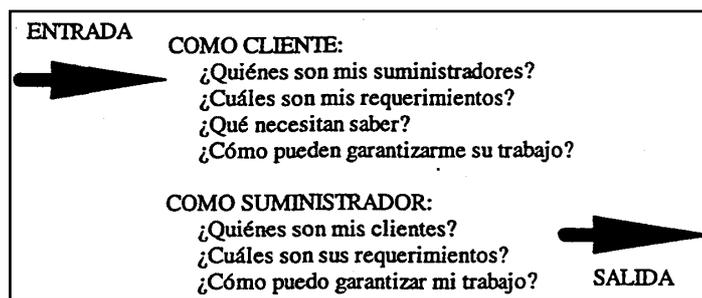


Figura II.2. Concepto cliente/suministrador a asumir por cada agente del proceso

En la construcción esto equivale a introducir la idea del triple papel de cada una de las partes involucradas en el proceso constructivo: promotor, proyectista, constructor (Juran, 1990; Burati, Matthews y Kalidindi, 1992). Este concepto es ilustrado en la figura 2 inspirada en Juran (1990, Heredia (1993) y otros autores posteriores.

En ella se representa al proyectista como cliente del promotor 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 promotor. 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 de la TQM que han sido aplicados con éxito a otros procesos son potencialmente aplicables a éste.

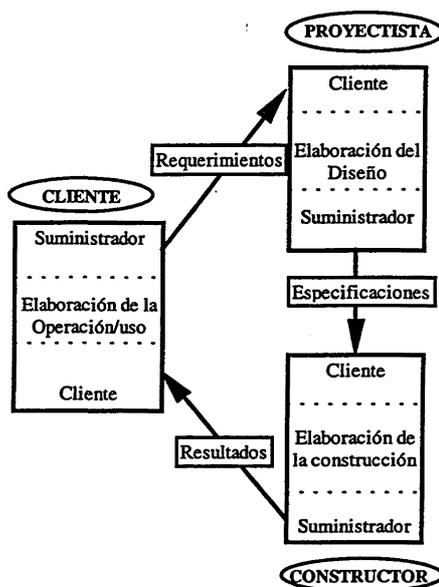


Figura II.3. El concepto de triple papel de Juran aplicado a construcción

### **5.2.2. 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, PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) 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 la 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 PDCA para acabar de "afinar" su aplicabilidad.

### **5.2.3. 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 las ISO 9000 es probable que sean más confusas que provechosas (Badén 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 (Cffi 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 las ISO 9000.
- 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 Total de la Calidad 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 auditoria 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 auditorias a segundos a los potenciales contratistas. Estas auditorias 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 auditoria 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.

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.

#### **5.2.4. Estado de implantación de la Gestión Total de la Calidad (TQM) en el sector de la construcción**

Muchas compañías constructoras en los Estados Unidos, Reino Unido, Singapur y otros países de Europa han estado aplicando la TQM de manera exitosa desde hace varios años y cosechando resultados en mejora del cliente, consultores, relaciones con los proveedores, reduciendo los costes de la calidad, finalizaciones de proyectos en tiempo y presupuesto, así como una buena información y alta motivación en el personal (Tang et al., 2005). Sin embargo, en la construcción uno de los más desconcertantes problemas que enfrentan las empresas es su incapacidad para tener un enfoque de calidad (Jaafari, 1996 citado por Love et al., 1999).

En el sector de la construcción europeo, desafortunadamente pocas empresas han adoptado los conceptos de la TQM, la mejora continua y el ciclo de Deming. Tan solo algunas de las más representativas en cada país han incorporado estos principios muy recientemente. Este hecho es debido a la dificultad que supone relacionar el método TQM y los principios de mejora continua en los aspectos tan característicos del sector como es, por ejemplo la falta de repetitividad en los proyectos.

## **6. 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.

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

El coste asociado a la calidad está definido en la norma ISO 9004:2009 como el coste que aparece para lograr y asegurar los niveles de calidad especificados. ISO 8402:1995 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 pérdidas 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.

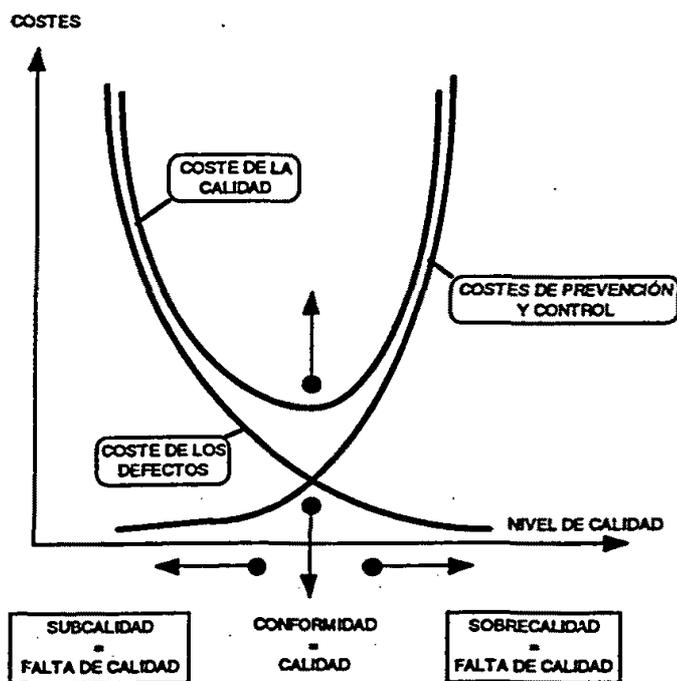


Figura II.4. Concepto tradicional de los costes de calidad

**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).

Existen autores (Sj0holt & 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 cuál 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 la TQM, siempre son beneficiosas y siempre proporcionan posibilidades de reducir los costes totales de la empresa. Evidentemente es un enfoque más global que el expuesto en la figura 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.

## 6.2. 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 en la fase de construcción.

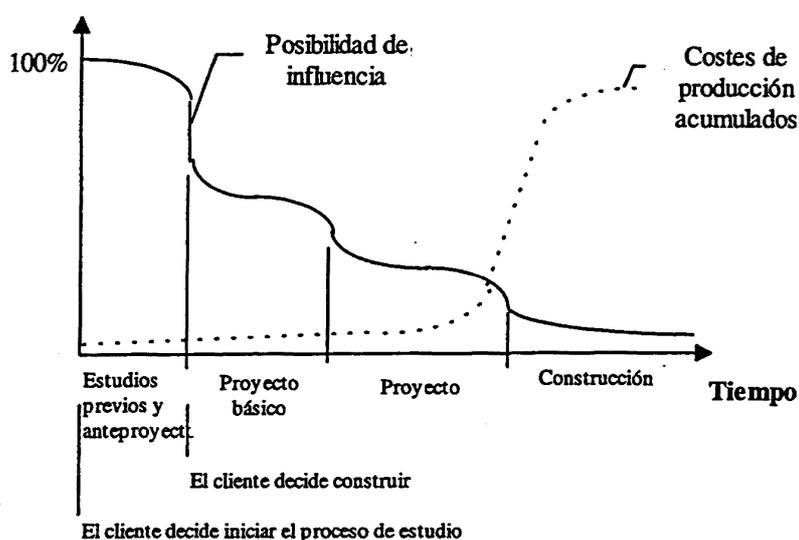


Figura II.5. Posibilidad de influencia en los costes de producción a lo largo del proceso

La distribución de responsabilidades entre los diferentes agentes (promotores, proyectistas, 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).

### **6.2.1. 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 9004:2009 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.

### **6.2.2. 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 6.

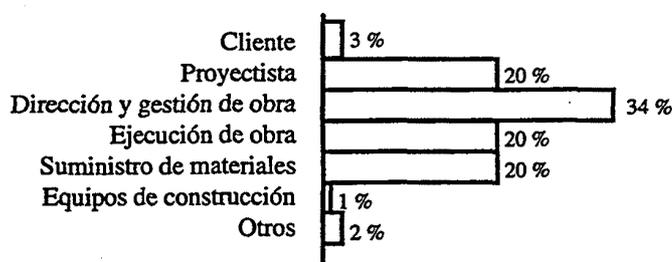


Figura II.6. Origen de los costes de fallos de calidad internos

### 6.2.3. 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.

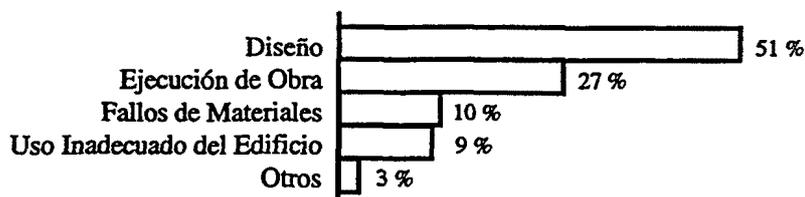


Figura II.7. Origen de los costes de fallos de calidad externos

## **7. Conclusiones**

---

Se ha creído conveniente efectuar una parada en el desarrollo de este estudio para intentar concretar y ordenar la multitud de ideas y conceptos introducidos.

El objetivo único de este apartado es sintetizar una selección de los conceptos que por su especial interés y relevancia en relación con el trabajo que se desarrollará en próximos capítulos deben de ser realizados.

En primer lugar, de acuerdo con la teoría clásica de proyectos, en el desarrollo de un proyecto de construcción, y en particular de edificación residencial, debe existir una fase conceptual de definición o de estudio de viabilidad. Esta fase está destinada a planificar y preparar el proyecto y debe permitir concretar y formularlas ideas iniciales, definiendo el alcance, circunstancias y aspectos condicionantes del futuro proyecto. Las fases de diseño posteriores responden, ante todo, a las características e hipótesis básicas definidas en esa fase inicial.

Los proyectos deben definirse los objetivos al menos en términos de calidad, coste y tiempo, objetivos todos ellos interrelacionados entre sí e indisolubles. Estos objetivos deben ser claramente definidos al comenzar el proyecto, y de una forma concreta y medible para evaluar su cumplimiento. La posterior introducción de algún cambio en el proyecto, probablemente afectará a uno o varios de estos objetivos y además, cuanto más tarde se introduzca el cambio en el proyecto, más costoso será redefinir los objetivos y más negativamente afectará al desarrollo del mismo. Tradicionalmente el objetivo calidad se ha considerado como algo ajeno y casi separado de los otros, no prestándole la misma atención que a la gestión de los costes y del plazo de ejecución (Heredia, 1993).

Por otra parte, se ha visto que las Normas ISO sobre Gestión de la Calidad tienen, en general, un problema importante de interpretación práctica debido a 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 ciertamente conflictiva.

Otro aspecto conflictivo es la certificación. Es habitual confundir calidad con certificación, encaminando los esfuerzos a conseguir la certificación más que el incremento de calidad. Esto conduce, entre otras, a las siguientes consecuencias:

- Dejar fuera de juego a aquellas empresas a las que el mercado no pida la certificación.
- No contemplar ciertos aspectos de la gestión de la calidad.
- Mezclar calidad con marketing.
- No considerar la calidad de los servicios internos, que no afectan directamente al cliente, pero que sí afectan al rendimiento de la empresa a través del coste del producto o servicio vendido y el ambiente de trabajo.
- Estancarse y 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.

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.

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

Una idea introducida, y que vale la pena destacar, es la necesidad de entender la calidad de la construcción como la calidad de todo el proceso global de la construcción, desde el inicio del proyecto a las evaluaciones post-ocupacionales y finalmente la deconstrucción de los edificios de acuerdo con las teorías de la construcción sostenible. Esto implicará que el Control de Calidad tradicional, aunque necesario es a todas luces insuficiente.

Otra idea fundamental, como ya se ha adelantado, es considerar que calidad también es que el producto final (edificio o construcción en general) cumpla con los requisitos de operación y de funcionalidad, y en general se adecúe a los requisitos de los clientes. Esta visión será una hipótesis de partida fundamental para el estudio que se desarrollará a continuación.

A estas ideas se deben añadir, e incluso contraponer, las diferencias existentes entre el proyecto de construcción y otros procesos:

- La singularidad de los proyectos de construcción casi excluye la aplicación de cualquier clase de control estadístico de procesos, además de llevarse a cabo mayoritariamente en la propia obra y con condiciones climáticas cambiantes.
- El largo ciclo de vida del proceso, especialmente desde la gestación de la idea a su materialización, provoca que las correcciones al proyecto, aunque no recomendables, deban ser permitidas tanto en el desarrollo del diseño como durante la realización. La única solución a este grave problema parece ser el "hacerlo bien a la primera".
- La dificultad en la definición de los niveles de calidad debido a la interacción de requisitos estéticos, espaciales y funcionales entre las diversas partes del edificio desde el primer momento del proyecto.
- La dificultad en las relaciones personales debido a que muchos de los contratistas implicados no han trabajado nunca con las otras firmas restantes y muchos operarios probablemente estén en la misma circunstancia con sus homólogos.
- La dificultad de lograr una realimentación adecuada debido a que el ciclo de construcción es muy largo, con lo que el ciclo de realimentación es mucho mayor que en otros procesos.
- La escasez de experiencia del cliente hace que la operación de definición sea generalmente complicada.

Otro factor clave y por esto importantísimo 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: promotor, proyectista, contratista, subcontratistas, usuarios, etc. Se han referenciado datos relativos a que hasta la mitad de los fallos observados podrían ser atribuidos al diseño del

proyecto o a la comunicación entre proyectista y contratista, mientras que 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 ha sido usado en situaciones inapropiadas.

Respecto al control de calidad en la fase de diseño o control del proyecto, se ha escrito que este debería incluir un control en la realización, llevado a cabo por uno mismo o no, más un control final de recepción por parte del cliente. Además 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 necesarios de ejecución) y la calidad descriptiva y justificativa de esta solución (planos, especificaciones, cálculos, explicaciones...).

De un estudio del International Council for Building Research, Studies and Documentation sobre los principales puntos de divergencia entre las ISO y el entorno de la construcción, se han podido extraer varias conclusiones generales:

- El contexto principal para la calidad en el diseño constructivo está en el proyecto único y singular, participado por muchas empresas y a menudo bajo diferentes contratos o subcontratos. Esto implica que los requerimientos especificados en el contrato serán siempre más relevantes que los propios modelos ISO.
- Muchas funciones de la ISO no son relevantes en proyectos únicos en la manera descrita o prevista por el modelo.
- En el proceso de construcción los criterios de aceptación se definen habitualmente mediante especificaciones contractuales, sin usar los requerimientos de las ISO 9000.
- Para los procesos de diseño, uno de los requerimientos más importantes es la provisión de una adecuada información en forma de base de datos o librería.
- En 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.

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).

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.

## **III. Los proyectos de edificación residencial en España**

### **1. Introducción**

---

En España, la Ley de Ordenación de la Edificación (LOE, 1999), establece los requisitos técnicos que han de cumplir los edificios, pero a pesar de la existencia de dicha regulación, los defectos en las viviendas de nueva construcción siguen siendo un problema generalizado que dan lugar a una gran cantidad de denuncias ante el Instituto Nacional de Consumo, que se ocupa de la protección del consumidor en España.

En los apartados sucesivos se hará un repaso por el marco normativo que establece los requisitos que han de cumplir los proyectos de edificación residencial en España, y que ha su vez regula las condiciones que se han de cumplir durante el desarrollo del proyecto para que sean satisfechos esos requisitos. También se analizarán los estudios referentes a la clasificación, origen y tipología de los defectos que se producen en la edificación.

### **2. Marco normativo**

---

Uno de los principales problemas en los proyectos de construcción, tal y como se ha visto anteriormente, y en particular en los de edificación residencial, derivan de la ausencia de implicación del cliente final (usuario) en la definición de los requisitos del mismo. En España, la definición de los mismos se establece de forma normativa.

Debe quedar constancia de que en este estudio no se evalúa la adecuación de los requisitos normativos de un proyecto de edificación a los requisitos de un cliente estándar, ya que la respuesta a dicha cuestión sería objeto de una investigación que se escapa de los objetivos del mismo.

#### **2.1. Requisitos y exigencias en los proyectos de edificación**

La sociedad demanda cada vez más la calidad de los edificios y ello incide tanto en la seguridad estructural y la protección contra incendios como en otros aspectos vinculados al bienestar de las personas, como la protección contra el ruido, el aislamiento térmico o la accesibilidad para personas con movilidad reducida. En todo caso, el proceso de la edificación, por su directa incidencia en la configuración de los espacios, implica siempre un compromiso de funcionalidad, economía, armonía y equilibrio medioambiental de evidente relevancia desde el punto de vista del interés general; así se contempla en la Directiva 85/384/CEE de la Unión Europea, cuando declara que «la creación arquitectónica, la calidad de las construcciones, su inserción armoniosa en el entorno, el respeto de los paisajes naturales y urbanos, así como del patrimonio colectivo y privado, revisten un interés público» (LOE, 1999).

Respondiendo a este orden de principios, en el año 1999 fue aprobada en España la Ley de Ordenación de la Edificación, cuyo objetivo prioritario es regular el proceso de la edificación actualizando y completando la configuración legal de los agentes que intervienen en el mismo,

fijando sus obligaciones para así establecer las responsabilidades y cubrir las garantías a los usuarios, en base a una definición de los requisitos básicos que deben satisfacer los edificios.

La ley establece los requisitos básicos que deben satisfacer los edificios de tal forma que la garantía para proteger a los usuarios se asiente no sólo en los requisitos técnicos de lo construido sino también en el establecimiento de un seguro de daños o de caución. Estos requisitos abarcan tanto los aspectos de funcionalidad y de seguridad de los edificios como aquellos referentes a la habitabilidad.

Para los distintos agentes que participan a lo largo del proceso de la edificación, y que han sido definidos anteriormente, se enumeran las obligaciones que corresponden a cada uno de ellos, de las que se derivan sus responsabilidades, configurándose el promotor como una persona física o jurídica que asume la iniciativa de todo el proceso y a la que se obliga a garantizar los daños materiales que el edificio pueda sufrir. Además la Ley delimita el ámbito de actuaciones que corresponden a los profesionales, el proyectista, el director de obra y el director de la ejecución de la obra, estableciendo claramente el ámbito específico de su intervención, en función de su titulación habilitante.

La responsabilidad civil de los diferentes agentes por daños materiales en el edificio se exigen de forma personal e individualizada, tanto por actos propios, como por actos de otros agentes por los que, con arreglo a la Ley, se deba responder. La responsabilidad se exige solidariamente cuando no pueda ser atribuida en forma individualizada al responsable del daño o cuando exista concurrencia de culpa, sin que pueda precisarse la influencia de cada agente interviniente en el daño producido.

En cuanto a los plazos de responsabilidad se establecen en períodos de uno, tres y diez años, en función de los diversos daños que puedan aparecer en los edificios. El constructor, durante el primer año, ha de responder por los daños materiales derivados de una deficiente ejecución; todos los agentes que intervienen en el proceso de la edificación, durante tres años, responderán por los daños materiales en el edificio causados por vicios o defectos que afecten a la habitabilidad y durante diez años, por los que resulten de vicios o defectos que afecten a la seguridad estructural del edificio. Las acciones para exigir responsabilidades prescriben en el plazo de dos años, al igual que las de repetición contra los agentes presuntamente responsables.

Por lo que se refiere a las garantías, la Ley establece, para los edificios de vivienda, la suscripción obligatoria por el constructor, durante el plazo de un año, de un seguro de daños materiales o de caución, o bien la retención por el promotor de un 5 por 100 del coste de la obra para hacer frente a los daños materiales ocasionados por una deficiente ejecución. Se establece igualmente para los edificios de vivienda la suscripción obligatoria por el promotor de un seguro que cubra los daños materiales que ocasionen en el edificio el incumplimiento de las condiciones de habitabilidad en el plazo de tres años, o que afecten a la seguridad estructural en el plazo de diez años, también llamado seguro decenal. Se fijan las normas sobre las garantías de suscripción obligatoria, así como los importes mínimos de garantía para los tres supuestos de uno, tres y diez años, respectivamente.

La Ley, en definitiva, trata, dentro del marco de competencias del Estado, de fomentar la calidad incidiendo en los requisitos básicos y en las obligaciones de los distintos agentes que se encargan de desarrollar las actividades del proceso de la edificación, para poder fijar las responsabilidades y las garantías que protejan al usuario y para dar cumplimiento al derecho constitucional a una vivienda digna y adecuada.

Con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar de la sociedad y la protección del medio ambiente, los edificios deberán proyectarse, construirse, mantenerse y conservarse de tal forma que se satisfagan los requisitos básicos siguientes (LOE, art. 3, 1999):

**1. Relativos a la funcionalidad:**

- Utilización, de tal forma que la disposición y las dimensiones de los espacios y la dotación de las instalaciones faciliten la adecuada realización de las funciones previstas en el edificio.
- Accesibilidad, de tal forma que se permita a las personas con movilidad y comunicación reducidas el acceso y la circulación por el edificio en los términos previstos en su normativa específica.
- Acceso a los servicios de telecomunicación, audiovisuales y de información de acuerdo con lo establecido en su normativa específica.

**2. Relativos a la seguridad:**

- Seguridad estructural, de tal forma que no se produzcan en el edificio, o partes del mismo, daños que tengan su origen o afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.
- Seguridad en caso de incendio, de tal forma que los ocupantes puedan desalojar el edificio en condiciones seguras, se pueda limitar la extensión del incendio dentro del propio edificio y de los colindantes y se permita la actuación de los equipos de extinción y rescate.
- Seguridad de utilización, de tal forma que el uso normal del edificio no suponga riesgo de accidente para las personas.

**3. Relativos a la habitabilidad:**

- Higiene, salud y protección del medio ambiente, de tal forma que se alcancen condiciones aceptables de salubridad y estanqueidad en el ambiente interior del edificio y que éste no deteriore el medio ambiente en su entorno inmediato, garantizando una adecuada gestión de toda clase de residuos.
- Protección contra el ruido, de tal forma que el ruido percibido no ponga en peligro la salud de las personas y les permita realizar satisfactoriamente sus actividades.
- Ahorro de energía y aislamiento térmico, de tal forma que se consiga un uso racional de la energía necesaria para la adecuada utilización del edificio.
- Otros aspectos funcionales de los elementos constructivos o de las instalaciones que permitan un uso satisfactorio del edificio.

El Código Técnico de la Edificación (CTE, aprobado por el R.D. 314/2006) es el marco normativo que establece las exigencias básicas de calidad de los edificios y de sus instalaciones, de tal forma que permite el cumplimiento de los anteriores requisitos básicos definidos en la LOE. En contenido del mismo es el siguiente:

- Parte 1: contiene las disposiciones y condiciones generales de aplicación del CTE y las exigencias básicas que deben cumplir los edificios.
- Parte 2: está formada por los denominados Documentos Básicos, para el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE. Estos Documentos, basados en el conocimiento consolidado de las distintas técnicas constructivas, se actualizan en función de los avances técnicos y las demandas sociales y se aprueban reglamentariamente. Estos a su vez contienen:
  - La caracterización de las exigencias básicas y su cuantificación, en la medida en que el desarrollo científico y técnico de la edificación lo permite, mediante el establecimiento de los niveles o valores límite de las prestaciones de los edificios o sus partes, entendidas dichas prestaciones como el conjunto de características cualitativas o cuantitativas del edificio, identificables objetivamente, que determinan su aptitud para cumplir las exigencias básicas correspondientes.
  - Unos procedimientos cuya utilización acredita el cumplimiento de aquellas exigencias básicas, concretadas en forma de métodos de verificación o soluciones sancionadas por la práctica. También contienen remisión o referencia a instrucciones, reglamentos u otras normas técnicas a los efectos de especificación y control de los materiales, métodos de ensayo y datos o procedimientos de cálculo, que deberán ser tenidos en cuenta en la redacción del proyecto del edificio y su construcción.

## **2.2. Condiciones a cumplir durante el desarrollo del proyecto de edificación**

El proyectista, que es el agente interviniente que, por encargo del promotor, se encarga de la redacción del proyecto, tiene la obligación, según el artículo 10 de la LOE (1999), de redactar el proyecto con sujeción a la normativa vigente y a lo que se haya establecido en el contrato con el promotor, por lo que forma parte de su responsabilidad definir el mismo de forma que se cumplan las exigencias básicas de calidad definidas anteriormente y a su vez los requisitos básicos de calidad establecidos por la LOE (1999). Del mismo modo, forma parte de su cometido, según el anejo I de la parte 1 del CTE (2006), incluir en el proyecto, como anejo a la memoria, el Plan de Control de Calidad.

Los artículos 6, 7 y 8 del CTE (2006) establecen las condiciones a cumplir del proyecto, de la ejecución de las obras y del edificio (una vez entregado), respectivamente.

En el artículo 6 del CTE (2006), en el que se definen las condiciones que debe cumplir el proyecto, se establece que el control del proyecto tiene por objeto verificar el cumplimiento del CTE y demás normativa aplicable y comprobar su grado de definición, la calidad del mismo y todos los aspectos que puedan tener incidencia en la calidad final del edificio proyectado. Además se hace referencia a que los Documentos Básicos que conforman la parte 2 del CTE, establecen los aspectos técnicos y formales del proyecto que deben ser objeto de control. Sin embargo en ninguno de los documentos básicos se hace mención alguna al control en fase de proyecto; ni a los aspectos técnicos objeto de control ni, obviamente, al agente interviniente responsable del mismo.

En el artículo 7 del CTE (2006), en el que se definen las condiciones que se deben cumplir durante la ejecución de las obras, se establecen los objetivos y actuaciones a llevar a cabo para satisfacer el correcto control de:

- La recepción de productos, equipos y sistemas (materiales).
- El control de la ejecución.
- El control de la obra terminada.

El control de recepción de productos, equipos y sistemas (materiales), cuya responsabilidad recae sobre el Director de Ejecución de la obra, tiene por objeto comprobar que las características técnicas de los productos, equipos y sistemas suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto y, comprende a su vez:

- Control de la documentación de los suministros. Los suministradores deben aportar los documentos de identificación del producto exigido por la normativa y por el proyecto y/o la dirección facultativa.
- Control de recepción mediante distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica. Los suministradores deben aportar documentación relativa a la ostentación de los materiales de marcas, sellos, certificaciones de conformidad u otros distintivos de calidad que faciliten el cumplimiento del CTE, y relativa a las evaluaciones técnicas de idoneidad en el caso de materiales innovadores.
- Control de recepción mediante ensayos. En determinados casos puede ser necesario realizar ensayos o pruebas sobre algunos productos en base a prescripciones reglamentarias, a especificaciones de proyecto o a órdenes de la dirección facultativa. Los ensayos a realizar, el tipo de muestreo, los criterios de aceptación o rechazo y las acciones a adoptar se harán según lo especificado en el proyecto o según lo indicado por la dirección facultativa.

Durante la construcción, el Director de Ejecución de la obra controlará la ejecución de cada unidad de obra verificando su replanteo, los materiales que se utilicen, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, así como las verificaciones y demás controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto, la legislación aplicable, las normas de buena práctica constructiva y las instrucciones de la dirección facultativa. Comprobará que se han adoptado las medidas necesarias para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos, y adoptará los métodos y procedimientos que se contemplen en las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores.

En la obra terminada, bien sobre el edificio en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, parcial o totalmente terminadas, deben realizarse, además de las que puedan establecerse con carácter voluntario, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el proyecto u ordenadas por la dirección facultativa y las exigidas por la legislación aplicable. En la recepción de la obra ejecutada pueden tenerse en cuenta además, las certificaciones de gestión de calidad que ostenten los agentes que intervienen, así como las verificaciones que, en su caso, realicen las Entidades de Control de Calidad de la edificación.

En el anejo II de la parte 1 del CTE (2006), se detalla el contenido de la documentación a recopilar del seguimiento del control de calidad de la obra, para ello; el Director de Ejecución de la obra recopilará la documentación del control realizado, verificando que es conforme con lo establecido en el proyecto, sus anejos y modificaciones, el constructor recabará de los suministradores de productos y facilitará al Director de Obra y al Director de Ejecución de la obra la documentación de

los productos anteriormente señalada así como sus instrucciones de uso y mantenimiento, y las garantías correspondientes cuando proceda.

Una vez finalizada la obra, la documentación del seguimiento del control será depositada por el Director de Ejecución de la obra en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, en la Administración Pública competente, que asegure su tutela y se comprometa a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten un interés legítimo.

Con respecto a las condiciones que ha de cumplir el edificio una vez recepcionado por el promotor, el artículo 8 establece que toda la documentación relativa al control realizado durante el proceso de ejecución debe incluirse en el Libro del Edificio, que según el artículo 7 de la LOE (1999), debe estar compuesto además por el proyecto, con la incorporación, en su caso, de las modificaciones debidamente aprobadas, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación. El Libro del Edificio debe ser entregado a cada propietario del edificio, siendo a partir de ese momento su responsabilidad velar por un correcto uso y mantenimiento del mismo.

Por tanto, a modo de resumen se puede decir que el marco normativo que regula la edificación obliga al Proyectista a redactar un Plan de Control de Calidad que debe ser incluido en el proyecto.

El proceso de control debería abarcar en primer lugar el control del propio proyecto, sin embargo, existe un claro vacío normativo ya que se define cual debe ser el objetivo del control pero no se determinan los aspectos que deben ser controlados ni sobre quién recae la responsabilidad de llevarlo a cabo.

Los siguientes procesos de control deben ir orientados hacia el control de materiales, el control de la ejecución y el control del edificio terminado, siendo responsabilidad del Director de Ejecución la programación y supervisión de los mismos. En la realización de esta parte del control de calidad resultan implicados prácticamente todos los agentes intervinientes en el proceso edificatorio.

Antes del inicio de las obras:

- El proyectista: Debe definir el contenido del control a realizar y las especificaciones para llevarlo a cabo.
- El Director de Ejecución de la obra debe realizar la programación del control de calidad.
- El Promotor ha de contratar los ensayos y pruebas de servicio con un Laboratorio acreditado.
- El Constructor ha de prever en los tiempos de ejecución, los plazos para la recepción, muestreo, ensayos y pruebas programados.

Durante la ejecución de la obra:

- El Director de obra toma las decisiones derivadas del proceso de control.

- El Director de Ejecución de la obra, realiza y dirige el control, adaptando la programación a los ritmos y circunstancias de la obra y ordenando, en base al plan de control de calidad, la realización de ensayos y pruebas precisas.
- El Promotor está obligado a que se realicen los ensayos y pruebas programadas y dirigidos por la Dirección Facultativa (Director de obra y Director de Ejecución de la obra).
- El Constructor ha de facilitar con los medios existentes en la obra las tareas de control y pruebas de servicio.
- Las Entidades y Laboratorios de Control de Calidad deben entregar el resultado de su actividad al Promotor y al Director de Ejecución de la obra.
- Los suministradores de productos y sistemas han de facilitar la documentación y las garantías de calidad que correspondan de los productos suministrados a la obra.

Una vez recepcionado el edificio por el promotor, es responsabilidad de los usuarios llevar a cabo un correcto uso y mantenimiento del mismo de acuerdo con las instrucciones incluidas en el Libro del Edificio.

### **3. Defectos en los proyectos de edificación**

---

Existen numerosas definiciones del concepto defecto de construcción en la literatura técnica (por ejemplo, Ilozor et al, 2004; Mills et al., 2009). Una de las definiciones más completa ha sido proporcionada por Watt (1999), que define un defecto de construcción como un "fracaso o deficiencia en las funciones, rendimiento o de requisito legal o de usuario de un edificio, y que pueden manifestarse en la estructura, los cerramientos, los acabados o las instalaciones del edificio afectado".

Es habitual también la utilización de otro tipo de términos para discriminar la fase en la que se presentan los defectos, ya que estos pueden aparecer durante la construcción (antes de la entrega del edificio), o en la fase de explotación (una vez entregado) (Chong y Low, 2006). A los defectos que aparecen durante la fase de explotación suelen denominárseles vicios de construcción. Estos a su vez se clasifican en:

- Vicios aparentes: son los vicios de construcción que aparecen en el momento o poco después de la entrega de la vivienda. El periodo suele fijarse en 12 meses (Forcada et al. 2012). Son defectos de remate o terminación que alarman al usuario, pero en realidad de fácil solución técnica y de bajo coste de reparación.
- Vicios ocultos o latentes: son los vicios de construcción que aparecen con posterioridad a la entrega de la vivienda en un plazo indeterminado y que afectan a la habitabilidad (impermeabilización, insonorización, aislamiento, etc) o estabilidad del edificio (cimentación, estructura o cerramientos). Estos defectos suelen ser de difícil y costosa reparación.

Con el objetivo de reducir los defectos y las reparaciones que acarrear, los investigadores se han centrado en estudiar e identificar causas, la magnitud y el costo de los defectos de construcción, tanto los que se producen en la fase de construcción como en la de explotación. Estos

investigadores analizan la información con el fin de llegar a la raíz del problema, teniendo en cuenta diversas perspectivas, tales como el tipo de defectos, su frecuencia de ocurrencia, el costo de rectificación y el defecto fuente y el origen.

Los defectos en la construcción son siempre la mayor preocupación en la industria de la construcción. Diferentes tipos de construcciones generan diferentes tipos de defectos y demandan diferentes niveles y tipos de calidad, dependiendo de las funciones, los tipos de sistemas y materiales utilizados. La mayoría de las investigaciones se concentran en defectos de materiales y sistemas, examinando diferentes tipos de defectos en condiciones dadas y determinando métodos para detectarlos. Como resultado, estas investigaciones son enfocadas a cuestiones técnicas y tecnológicas (Chong y Low, 2005).

Existen muy pocas investigaciones que estudien los defectos que aparecen en la fase de construcción ya que la información al respecto suele formar parte de las bases de datos internas de las empresas constructoras y no suelen hacerse públicas. Han sido diseñados numerosos sistemas para eliminar los defectos que se producen en esta etapa. Muchos de ellos han sido muy efectivos en la detección y eliminación de defectos, pero a pesar de ello han continuado produciéndose un gran número de reclamaciones sobre defectos que aparecen unos pocos años después de la entrega, lo que sugiere que existen todavía lagunas en los métodos existentes (Chong y Low, 2005).

Entre las investigaciones que tratan de identificar las causas que originan los defectos, Watt (1999) determinó que las causas biológicas, meteorológicas, geoquímicas y otros riesgos naturales, la intervención humana, la contaminación, la mala gestión, el uso inadecuado, la falta de mantenimiento y los trabajos de reparación son responsables de la mayoría de los defectos de construcción. Lo que sugiere que los materiales inadecuados, las malas decisiones y las reparaciones deficientes son las causas que originan los defectos.

Otra de las causas de la aparición de defectos en los edificios de viviendas se atribuye al alto número de subcontrataciones que se producen en la fase de ejecución, de forma que el Director de la obra tiende a centrarse en labores de gestión y coordinación, dejando a un lado el control de la ejecución (Karim et al., 2006). Además este alto nivel de subcontratación alienta prácticas de trabajo inadecuadas de los subcontratistas e implica largas cadenas de mando, lo que contribuye a un bajo nivel de rendimiento, comunicación y coordinación (Tam et al., 2011). Además surgen complicaciones porque la mayoría de los subcontratistas involucrados son empresas pequeñas, en España el 94% de las empresas del ámbito de la construcción tienen menos de 20 empleados (Asociación de Empresas Constructoras de Ámbito Nacional, 2009).

Otra de las causas detectadas reside en la tendencia de los promotores inmobiliarios de adjudicar la ejecución de las obras a los contratistas que ofertan el precio más bajo, siendo estos responsables en última instancia de la calidad de las viviendas entregadas (Karim et al., 2006).

Qazweeni y Daoud (1991) llevaron a cabo una investigación sobre los defectos constatados en un edificio de oficinas de 20 años de antigüedad, llegando a la conclusión de que los ataques químicos y deficiente mano de obra fueron las causas de la mayoría de los defectos. También señalaron que las pruebas de laboratorio dieron resultados imprecisos y por lo tanto no podían ser utilizadas para predecir defectos. Indicaron además que la química se podría utilizar para predecir defectos concretos. La investigación también sugiere que muchos defectos de construcción están latentes en la naturaleza y no aparecen en la etapa de construcción.

Las investigaciones llevadas a cabo por el Building Research Establishment (BRE, 1991) y Richardson (1991) concluyeron que las causas de los defectos de construcción tienen su origen en las condiciones meteorológicas, las condiciones ambientales, el terreno, el mal diseño del proyecto, los ataques químicos, los movimientos estructurales (debidos a un mal diseño estructural), el método de instalación, la mano de obra, el mantenimiento y las condiciones de trabajo.

Desde el punto de vista de la influencia del diseño y gestión del proyecto en el origen de los defectos, Atkinson (2003) determinó que los errores de gestión representaron más del 82% de todos los defectos de construcción y que estos errores aparecen siempre como vicios ocultos o latentes, no apareciendo en la fase de construcción.

Austin et al. (2002) demostraron la importancia de la integración de la planificación del diseño y el control en el proceso de construcción y que los constructores, por si solos, no son capaces de desarrollar una construcción de calidad sin el soporte de un correcto y claro diseño (proyecto).

Josephson y Hammarlund (1999) estudiaron siete edificios construidos en Suecia, a través de observaciones y encuestas, mostraron que el 32% de los costes por defectos tuvieron su origen en el cliente y el diseño, el 45% en la gestión de la construcción, y aproximadamente el 20% en los materiales y equipos. El factor humano tuvo gran influencia en el origen en los costes, muchos de ellos fueron causados únicamente por olvidos y descuidos, el 29% por falta de conocimiento, y un pequeño porcentaje fueron intencionados. En cuanto a los defectos de diseño, el 44% de los costes fueron debidos a falta de conocimiento y el 50% a falta de motivación.

El estudio realizado por el Conseil International du Batiment pour la Recherche l'Etude et la Documentation (C.I.B., 1992), en el que se realizó una encuesta en varios países Europeos para categorizar entre proyecto, ejecución, materiales, uso y otros, como la causa de los defectos originados en los edificios en la fase de explotación, teniendo en cuenta el conjunto del mismo, es decir, estructura, albañilería y acabados e instalaciones. Los resultados mostrados en la tabla 1 demuestran la fuerte incidencia de la etapa de proyecto en cuanto a la aparición de vicios ocultos o latentes.

<b>ENCUESTA DEL "CONSEIL INTERNATIONAL DU BATIMENT" (CIB) EDIFICACIÓN (ESTRUCTURA+ALBAÑILERÍA Y ACABADOS+INSTALACIONES)</b>					
PAIS	PROYECTO	EJECUCIÓN	MATERIALES	USO	NO CONOCIDO
Finlandia	50	30	10	10	
Francia	30	60	10		
Alemania	50	25	25		
(Rep. Fed. Alemana)					
Alemania	40	40	20		
(Rep. Dem. Alemana)					
Gran Bretaña	40	50	10		
Holanda	40	35	10	10	5
Noruega	45	40	15		
E.E.U.U	50	25	15	10	
<b>Media</b>	<b>43</b>	<b>38</b>	<b>14</b>		

*Tabla III.1. Distribución de porcentajes de defectos en fase de explotación por causa raíz*

Chong y Low (2005) orientaron su estudio a examinar las diferencias entre los defectos que aparecen durante la fase de construcción y los defectos que aparecen durante la fase de

explotación, en particular los que aparecen en el periodo comprendido entre los 2 y 6 años después de la entrega, e identificar las causas que los originan. Para ello analizaron 35 edificios construidos en Singapur que habían sido controlados por la Agencia Pública que gestiona la calidad en la construcción, por lo que disponían de la información obtenida durante la etapa de construcción y que además compartían Administrador de la Propiedad, por lo que también disponían de datos de la etapa de explotación. El análisis se planteó distribuyendo los defectos en cinco categorías de causas raíz que los originan: diseño, mano de obra, material utilizado, falta de protección y mantenimiento. Como se puede observar en la tabla 2, el diseño y el material empleado son causantes de más vicios ocultos o latentes que la mano de obra, mientras que la mano de obra y la falta de protección son responsables de todos los defectos que aparecen durante la etapa de construcción.

Elements	Causes (%)							
	Design		Workmanship		Material		Lack of protection	Maintenance
	Construction	Occupancy	Construction	Occupancy	Construction	Occupancy	Construction	Occupancy
Floors	0	39	83	35	0	30	17	6
Internal wall	0	46	89	42	0	22	10	1
Windows	0	49	67	18	0	32	33	0
External wall	0	57	74	38	16	39	10	0
Mechanical and electrical	0	73	70	32	0	25	30	0
Doors	0	47	74	24	0	34	26	2
Ceilings	0	53	82	20	1	20	17	0
Plumbing and sanitary	0	62	87	21	0	21	13	0
Roofs	0	45	70	48	0	24	30	0

Tabla III.2. Distribución de vicios ocultos por causa raíz

En una investigación posterior, Chong y Low (2006), realizaron una encuesta sobre los vicios ocultos aparecidos en 74 edificios para averiguar las causas que los originaron y con el objeto de proponer unas estrategias de diseño para su prevención. Del análisis de los resultados proporcionados por la encuesta, un total de 18.704 defectos, se desprendió que casi el 60% de estos defectos se pueden prevenir con un mejor diseño, el 33% con una mejor mano de obra, el 24% con mejores materiales, y 4% con un mejor mantenimiento. Lo que vuelve a demostrar que el diseño es una la causa raíz mas importante en la aparición de vicios ocultos (Josephson y Hammarlund, 1999; Atkinson, 2003; Austin et al., 2002; etc). Las estrategias propuestas para minimizar la aparición de vicios ocultos causados por un mal diseño fueron: la consolidación de normas y códigos de aplicación regionales y el desarrollo de una base de datos interna con normas y códigos existentes y lecciones aprendidas de los defectos recogidos por los administradores de propiedades.

Forcada et al. (2013) centraron su investigación en los defectos que se producen en la post-entrega de los edificios, limitando el tiempo de aparición hasta los 12 meses, lo que se denominó anteriormente como vicios aparentes. El motivo alegado para la pertinencia de la investigación es la falta de estudios sobre este tipo de defectos, ya que la mayoría se centran en los producidos durante el proceso de construcción o los que aparecen años después del comienzo de la explotación, los denominados vicios ocultos. Para llevar a cabo la investigación se analizaron 2.351 defectos registrados en las bases de datos de 4 empresas constructoras españolas sobre 7 promociones inmobiliarias desarrolladas entre los años 2004 y 2006. El análisis reveló, según la tabla 3, que los defectos más comunes fueron la omisión de un elemento o tarea (37,1%), los relacionados con un mal acabado o apariencia (19,5%) y las instalaciones inadecuadas (16,0%).

Defect type	Number of defects	%
Water problems	19	0.8
Surface appearance	458	19.5
Soiled (e.g., stained)	237	10.1
Misalignment	123	5.2
Detachment	81	3.4
Missing item or task	872	37.1
Affected functionality	97	4.1
Inappropriate installation	376	16.0
Damage	88	3.7
Total	2,351	100

Tabla III.3. Distribución de vicios aparentes por tipo de defecto

El estudio también reveló que, distribuyendo los defectos por localización en elementos constructivos, los más recurrentes fueron: el 25% en puertas y ventanas, el 18,5% en instalaciones y accesorios y el 14% en las paredes interiores (Tabla 4).

Element	Number of defects	%
Fixture and fittings	435	18.5
Doors and windows	338	14.4
Plumbing and sanitary system (P&B)	31	1.3
General	118	5.0
Mechanical and electrical system (M&E)	82	3.5
Furniture	161	6.8
Exterior works	199	8.5
Internal wall	329	14.0
Door	343	14.6
Ceiling	85	3.6
Floor	230	9.8
Total	2,351	100

Tabla III.4. Distribución de vicios aparentes por elemento constructivo

En España, antes de los estudios realizados recientemente por Forcada et al. (2012, 2013) y referenciados anteriormente, las investigaciones sobre los defectos de las viviendas han sido limitados y confinados al estudio realizado por Castro y Montero (1995). Este estudio reveló que el 48% de las viviendas analizadas, con un periodo de explotación menor de 10 años, tenían problemas relacionados con la calidad. El aspecto más problemático estaba relacionado con los acabados (25%), en la mayoría de los casos referido a solados o alicatados que se desprenden o mueven, a irregularidades de paredes o techos y a la aparición de grietas. Las infiltraciones de agua al interior de las viviendas, las deficiencias relacionadas con las carpinterías de madera (puertas, suelos, armarios, etc) y los problemas estructurales representaban el 11,2%, 8,5% y 6,7% respectivamente.

Desde el punto de vista de las rejas y reclamaciones, el estudio publicado por el Instituto Nacional de Consumo (I.N.C., 2009) pone de manifiesto que las solicitudes de información y quejas del sector de la vivienda ocupan el tercer puesto, con un 8,93%, del total de solicitudes y reclamaciones presentadas por las diferentes asociaciones de consumidores españolas. La evolución de las reclamaciones referidas al sector de la vivienda, con respecto al total de

reclamaciones desde el año 1990 hasta el 2009, indica que estas han ido disminuyendo año tras año; en el año 1990 representaban un 26,7%, en el 2000 un 15,9%, hasta llegar al 8,9% del 2009. Tanto estos indicadores como los términos en valor absoluto de número de reclamaciones relacionadas con el sector de la vivienda indican que estas han disminuido desde la entrada en vigor de la Ley de Ordenación de la Edificación (LOE, 2009).

A modo de resumen, y con el objetivo de ordenar las conclusiones de las investigaciones realizadas sobre los defectos en la construcción, se puede decir que:

- La mayoría de las investigaciones clasifican los defectos en función del momento de aparición de los mismos; los que aparecen en la fase de construcción, y los que aparecen en la fase de explotación. A estos últimos se les denomina vicios, ya sean: aparentes, cuando aparecen en un periodo inferior a los 12 meses tras la entrega, u ocultos, cuando aparecen con posterioridad.
- Con respecto a las causas generales que originan los defectos y los vicios de construcción, estas son atribuibles a fundamentalmente a materiales inadecuados, malos diseños y errores de gestión. También son atribuibles los defectos a otros factores humanos como la baja calidad de la mano de obra y el deficiente control de las subcontrataciones.
- Es habitual categorizar los defectos de construcción en función de 4 causas raíz que los originan: el diseño, la ejecución, los materiales y la utilización. En función de esta clasificación se puede decir que el diseño y la ejecución son responsables de la mayoría de los defectos que aparecen en la fase de explotación (vicios de construcción) y que la mano de obra y la gestión de la ejecución son los causantes de la mayoría de los defectos que se producen durante la fase de construcción.
- Con respecto a los vicios aparentes, los más frecuentes son: la omisión de un elemento o tarea, los relacionados con un mal acabado o apariencia y las instalaciones inadecuadas.
- Con respecto a los vicios ocultos, los más frecuentes son los relacionados con la durabilidad de los materiales utilizados y las filtraciones de agua hacia el interior de las viviendas.

Con el objetivo de reducir los defectos de construcción, los investigadores llegan a las siguientes reflexiones:

- Una forma inmediata de reducir y/o eliminar vicios, tanto aparentes como ocultos, es asegurar que los controles de calidad y las inspecciones derivadas de ellos se apliquen durante la fase de diseño y de construcción (AECCTI, 1993; Georgiou et al., 2000; Chong y Low, 2005; Mills et al., 2009).
- Cuando las operaciones de subcontratación se realizan de forma correcta desde el comienzo, las inspecciones sirven sólo como una verificación de la calidad. Sin embargo, la falta de supervisión y de habilidades de gestión, la incompreensión de las necesidades del cliente, la falta de registros y autorizaciones de las operaciones subcontratadas, y la facilidad de entrada de los subcontratistas en la construcción contribuyen a la aparición de defectos. Por lo tanto, la inspección del trabajo de los subcontratistas se convierte una

parte fundamental dentro del proceso de construcción (Mills et al., 2009; Love et al., 2010; Forcada et al., 2012).

- Los defectos detectados por los clientes en la etapa de explotación durante los 12 primeros meses que dura la garantía para daños materiales en los acabados, son predominantemente funcionales o estéticos más que técnicos, y por lo tanto podrían ser abordados antes de la entrega, de esta forma, los costes de reparación podrían reducirse y la imagen y reputación del contratista permanecería intacta. Sin embargo, las presiones para entregar un edificio en un plazo determinado y los problemas de coordinación con los subcontratistas, a menudo dar lugar a la aparición de defectos (Forcada et. al, 2013).

## IV. Análisis de la aplicación del control de calidad

### 1. Introducción

En el capítulo anterior se ha estudiado como se establece reglamentariamente el proceso del control de calidad en los proyectos de edificación en España. A pesar de la existencia de dicha regulación, como se ha visto también en el capítulo anterior, continúan apareciendo defectos en los edificios. Partiendo de la premisa de que el énfasis en el control de calidad es fundamental para asegurar que los defectos en los edificios se reduzcan (Forcada et al., 2013), se analiza en este capítulo la aplicación del control de calidad con el fin de verificar si realmente se lleva a cabo de forma correcta y si las consecuencias de dicha planificación mantienen una relación directa con los defectos que se producen.

### 2. Modelos de planes de control de calidad

La redacción del plan de control de calidad es responsabilidad del Proyectista que debe incluirlo en el proyecto de ejecución como anejo. Es necesario dejar constancia que la LOE, en su artículo 10, en el que define la figura del Proyectista, establece como titulación habilitante para la función de Proyectista en los edificios para uso administrativo, sanitario, religioso, residencial en todas sus formas, docente y cultural, la de Arquitecto.

Es por esto que el primer paso del análisis debe orientarse a examinar el criterio fijado por los Colegios Oficiales de Arquitectos de España, en relación al contenido de los planes de control de calidad. Es habitual que los Colegios Profesionales faciliten a sus colegiados modelos y documentos tipo, que faciliten el ejercicio de su profesión. Por ello se ha buscado en las páginas web de los 26 Colegios Oficiales de Arquitectos existentes en España, directrices para la redacción y modelos de planes de control de calidad. Se analizan a continuación los modelos de planes de control de calidad que facilitan a sus colegiados los Colegios Oficiales de Arquitectos de Galicia, Asturias, Madrid y Murcia, por ser los únicos accesibles de forma libre sin estar colegiado. Se adjuntan como anexo al presente estudio.

El análisis de los modelos de planes de control de calidad se planteado en primer lugar desde el punto de vista del alcance de los mismos, es decir, tal y como se establece reglamentariamente, el control de calidad abarca por un lado el control del proyecto y por otro el control de la ejecución, que ha su vez se divide en control de recepción, control de la ejecución y control de la obra terminada, por lo que se ha comprobado si los modelos incluyen dichos controles.

	Control del Proyecto	Control de la Ejecución		
		Recepción	Ejecución	Obra terminada
C.O.A. Asturias	X	√	√	√
C.O.A. Galicia	X	√	√	√
C.O.A. Madrid	X	√	√	√
C.O.A. Murcia	X	√	√	√

Tabla IV.1. Alcance de los modelos de planes de control propuestos por los Colegios de Arquitectos de Asturias, Galicia, Madrid y Murcia.

El siguiente aspecto analizado han sido las particularidades propias de cada modelo de plan de control de calidad. El resultado para cada modelo se incluye a continuación:

Colegio Oficial de Arquitectos de Asturias

- En la introducción se deriva la responsabilidad de planificar el control de calidad al Director de Ejecución, si bien, como se ha visto en apartados anteriores, la responsabilidad de la planificación recae sobre el Proyectista, recayendo sobre el Director de Ejecución la responsabilidad de la programación y supervisión del control de calidad.
- Dentro del control de la recepción de productos, equipos y sistemas, el modelo propuesto se limita a transcribir literalmente lo especificado en el artículo correspondiente del CTE.
- Dentro del control de la ejecución vuelve a transcribirse literalmente el enunciado correspondiente del CTE. Además se establecen los niveles y tipos de control reglamentarios para el control de la ejecución de las estructuras de hormigón, el control del hormigón (como material) y el acero para hormigón armado. Se incluye un apartado adicional para "Otros materiales" en el que se insta al Director de Ejecución, bajo la conformidad del "Arquitecto Director de Obra" establecer la relación de otros ensayos a realizar.
- Con respecto al control de la obra terminada, vuelve a transcribirse literalmente el artículo correspondiente del CTE.

Colegio Oficial de Arquitectos de Galicia

- Tanto para el control de la recepción, como para el control de la ejecución, como para el control de la obra terminada se transcriben literalmente los artículos correspondientes del CTE, con la particularidad de que se enumeran además, por elementos constructivos, los artículos de las normas y reglamentos que regulan el control mediante ensayos, el control de la ejecución y el control de la obra terminada de los propios elementos constructivos.

Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid

- Se transcriben parcialmente los enunciados de los artículos del CTE que definen el control de la recepción, el control de la ejecución y el control de la obra terminada.

Colegio Oficial de Arquitectos de Murcia.

- Se transcriben los enunciados de los artículos del CTE que definen el control de la recepción, el control de la ejecución y el control de la obra terminada.

El último aspecto analizado ha sido dirigido a identificar las similitudes, coincidencias y puntos de concordancia entre los modelos de planes de control propuestos. Los resultados son los siguientes:

- Los cuatro modelos de planes de control analizados hacen referencia exclusivamente al control de la recepción, al control de la ejecución y al control de la obra terminada. Ninguno de ellos menciona el control del proyecto.
- Los cuatro modelos analizados se limitan a transcribir, de una forma más o menos completa, el articulado correspondiente a los controles del Código Técnico de la Edificación.
- Ninguno de los modelos analizados define de manera específica los controles a llevar a cabo. En el control de la recepción no se determinan los productos, equipos o sistemas que deben ser controlados, ya sea documentalmente, mediante la existencia de distintivos o mediante ensayos. En el control de la ejecución no se hace referencia a los muestreos previstos para el control, a los tipos de controles o inspecciones, a los criterios de rechazo o a las posibles acciones a llevar a cabo. En el control de la obra terminada tampoco se determinan específicamente las pruebas a llevar a cabo.
- Todos los modelos derivan las especificaciones de los controles a lo recogido en el pliego de condiciones del proyecto o en la "legislación aplicable".

### **3. Aplicación de los planes de control de calidad**

---

Una vez analizados los contenidos de los modelos de planes de control de calidad facilitados por los Colegios Profesionales de Arquitectos, se ha continuado el análisis con el estudio de una muestra, tomada de forma aleatoria, de 15 planes de control de calidad de proyectos de edificación residencial visados en España.

La muestra incluye planes de control calidad de proyectos de diferente envergadura, desde viviendas unifamiliares, hasta grandes edificios de viviendas. Además la distribución de los proyectos, localizados en varias zonas geográficas de España, hace que se pueda considerar como una muestra representativa de los criterios que suelen adoptar.

En la tabla que se figura a continuación se incluyen el número de viviendas, la fecha de visado, la superficie construida total, el presupuesto de ejecución material, el presupuesto de control de calidad y el porcentaje del presupuesto de ejecución material dedicado al control de calidad, de cada uno de los proyectos analizados.

	Nº viviendas	Fecha	Sup. Const.	P.E.M.	Ppto. C.C.	% Ppto. C.C.
Proyecto 1	47	2011	12.301	3.491.131	34.950	1,00
Proyecto 2	8	2011	392	399.360	5.990	1,50
Proyecto 3	2	2012	412	190.500	525	0,28
Proyecto 4	120	2011	11.016	7.280.000	10.205	0,14
Proyecto 5	2	2012	298	233.200	233	0,10
Proyecto 6	22	2012	2.843	144.892	3.310	2,28
Proyecto 7	11	2012	3.647	1.101.297	4.762	0,43
Proyecto 8	7	2011	855	383.660	0	0,00
Proyecto 9	52	2010	10.155	3.923.339	21.100	0,54
Proyecto 10	22	2009	2.477	2.072.239	60.000	2,90
Proyecto 11	40	2009	6.345	2.560.000	4.798	0,19
Proyecto 12	15	2009	4.210	870.000	4.698	0,54
Proyecto 13	24	2010	2.984	1.145.839	22.917	2,00
Proyecto 14	15	2011	3.125	1.292.250	12.300	0,95
Proyecto 15	11	2012	1.264	471.876	3.865	0,82

Tabla IV.2. Datos generales de los 15 proyectos de edificación residencial cuyos planes de control han sido analizados.

Al igual que en el análisis de los modelos de planes de control de calidad se ha estudiado en primer lugar, el alcance de los mismos.

	Control del Proyecto	Control de la Ejecución		
		Recepción	Ejecución	Obra terminada
Proyecto 1	X	√	√	√
Proyecto 2	X	√	X	√
Proyecto 3	X	√	X	X
Proyecto 4	X	√	√	√
Proyecto 5	X	√	X	X
Proyecto 6	X	√	√	√
Proyecto 7	X	√	X	X
Proyecto 8	X	√	X	X
Proyecto 9	X	√	√	√
Proyecto 10	X	√	√	X
Proyecto 11	X	√	√	√
Proyecto 12	X	√	√	√
Proyecto 13	X	√	X	X
Proyecto 14	X	√	√	X
Proyecto 15	X	√	√	√

Tabla IV.3. Alcance de los planes de control de calidad de una muestra aleatoria de 15 proyectos de edificación residencial visados en España.

Las conclusiones derivadas del análisis del alcance del contenido de los planes de control de calidad son las siguientes:

- La mayoría de ellos, también al igual que los modelos, se limitan a transcribir de forma más o menos literal los enunciados de los artículos correspondientes al control de calidad del Código Técnico de la Edificación.

- Al igual que los modelos de planes de control facilitados por los Colegios Profesionales de Arquitectos, todos ellos hacen referencia exclusivamente al control de la ejecución, ninguno de ellos menciona el control del proyecto. Todos ellos tienen en cuenta la fase de control de recepción pero no la de control de ejecución de las obras y control de la obra terminada.
- En un alto porcentaje de incidencia, los planes de control de calidad analizados que incluyen, para el control de recepción de productos, equipos y sistemas mediante distintivos de calidad, un listado de productos que deben tener marcado CE.
- Para el control de recepción de productos, equipos y sistemas mediante ensayos, muchos de los planes de control incluyen una descripción completa de los tipos, muestreos y criterios de aceptación y rechazo de los mismos, pero exclusivamente para cimentaciones y estructuras.
- Las especificaciones para el control de ejecución de la obra se limitan a meras referencias al pliego de condiciones del proyecto o a la "legislación aplicable". Lo mismo ocurre para el control de la obra terminada, no se incluye especificación alguna a las pruebas de servicio a realizar.
- Ninguno de los planes de control de calidad analizados incluye en sí mismo el presupuesto dedicado a dicho concepto, siendo incluido este como un capítulo más del presupuesto del proyecto de ejecución. Estos presupuestos únicamente incluyen los ensayos derivados del control de recepción y las pruebas derivadas del control de la obra terminada.

Dado que, como se acaba de mencionar, los presupuestos de los planes de control de calidad únicamente incluyen los ensayos y pruebas de servicio, se ha considerado interesante analizar sobre qué capítulos del presupuesto de las obras se realizan dichos controles, expresando el porcentaje de repercusión económica, y el grado de especificación de los mismos (tipo, muestreo, criterios de aceptación y rechazo, y acciones a llevar a cabo).

Se han englobado todas las unidades de obra en los capítulos de: movimiento de tierras, cimentación y estructura, albañilería, carpintería interior y exterior, instalaciones, pinturas, urbanización y otros. Las distribuciones de los ensayos y pruebas por capítulos de cada proyecto se incluyen a continuación:

PROYECTO 1	Control de la Ejecución						
	Control de recepción					Obra terminada	
	Ensayos					Pruebas de servicio	
	Tipo	Muestreo	Criterios A/R	Acciones	% Ppto.	Descripción	% Ppto.
Mov. Tierras	X	X	X	X	0	X	0
Cim. y Estr.	√	√	X	X	51,17	X	0
Albañilería	√	√	X	X	16,27	X	0
Carpintería	√	√	X	X	3,66	√	2,44
Instalaciones	√	√	X	X	1,25	√	25,21
Pinturas	X	X	X	X	0	X	0
Urbanización	X	X	X	X	0	X	0
Otros	X	X	X	X	0	X	0

Tabla IV.4. Distribución de los ensayos y pruebas de servicio del control de calidad del Proyecto 1.

PROYECTO 2	Control de la Ejecución						
	Control de recepción					Obra terminada	
	Ensayos					Pruebas de servicio	
	Tipo	Muestreo	Criterios A/R	Acciones	% Ppto.	Descripción	% Ppto.
Mov. Tierras	X	X	X	X	0	X	0
Cim. y Estr.	X	X	X	X	100,00	X	0
Albañilería	X	X	X	X	0	X	0
Carpintería	X	X	X	X	0	X	0
Instalaciones	X	X	X	X	0	X	0
Pinturas	X	X	X	X	0	X	0
Urbanización	X	X	X	X	0	X	0
Otros	X	X	X	X	0	X	0

Tabla IV.5. Distribución de los ensayos y pruebas de servicio del control de calidad del Proyecto 2.

PROYECTO 3	Control de la Ejecución						
	Control de recepción					Obra terminada	
	Ensayos					Pruebas de servicio	
	Tipo	Muestreo	Criterios A/R	Acciones	% Ppto.	Descripción	% Ppto.
Mov. Tierras	X	X	X	X	0	X	0
Cim. y Estr.	√	X	X	X	100,00*	X	0
Albañilería	√	X	X	X	100,00*	X	0
Carpintería	√	X	X	X	100,00*	X	0
Instalaciones	X	X	X	X	0	√	100,00*
Pinturas	X	X	X	X	0	X	0
Urbanización	X	X	X	X	0	X	0
Otros	X	X	X	X	0	X	0

\*No existe descomposición del presupuesto para la partida de control de calidad.

Tabla IV.6. Distribución de los ensayos y pruebas de servicio del control de calidad del Proyecto 3.

PROYECTO 4	Control de la Ejecución						
	Control de recepción					Obra terminada	
	Ensayos					Pruebas de servicio	
	Tipo	Muestreo	Criterios A/R	Acciones	% Ppto.	Descripción	% Ppto.
Mov. Tierras	X	X	X	X	0	X	0
Cim. y Estr.	√	√	√	X	86,76	X	0
Albañilería	√	√	X	X	4,12	X	0
Carpintería	√	√	X	X	3,89	X	0
Instalaciones	X	X	X	X	0	√	5,23
Pinturas	X	X	X	X	0	X	0
Urbanización	X	X	X	X	0	X	0
Otros	X	X	X	X	0	X	0

Tabla IV.7. Distribución de los ensayos y pruebas de servicio del control de calidad del Proyecto 4.

Se observa que en los proyectos 1, 2, 3 y 4, a pesar de no responder a una tipología y tamaño similar, el control de la recepción recae fundamentalmente sobre la cimentación y estructura, y el control de la obra terminada sobre las instalaciones.

PROYECTO 5	Control de la Ejecución						
	Control de recepción					Obra terminada	
	Ensayos					Pruebas de servicio	
	Tipo	Muestreo	Criterios A/R	Acciones	% Ppto.*	Descripción	% Ppto.
Mov. Tierras	X	X	X	X	??	X	??
Cim. y Estr.	X	X	X	X	??	X	??
Albañilería	X	X	X	X	??	X	??
Carpintería	X	X	X	X	??	X	??
Instalaciones	X	X	X	X	??	X	??
Pinturas	X	X	X	X	??	X	??
Urbanización	X	X	X	X	??	X	??
Otros	X	X	X	X	??	X	??

\*En el capítulo correspondiente al control de calidad dentro del presupuesto no se incluye descripción alguna, únicamente el importe total de la partida.

Tabla IV.8. Distribución de los ensayos y pruebas de servicio del control de calidad del Proyecto 5.

PROYECTO 6	Control de la Ejecución						
	Control de recepción					Obra terminada	
	Ensayos					Pruebas de servicio	
	Tipo	Muestreo	Criterios A/R	Acciones	% Ppto.*	Descripción	% Ppto.
Mov. Tierras	X	X	X	X	??	X	??
Cim. y Estr.	X	X	X	X	??	X	??
Albañilería	X	X	X	X	??	X	??
Carpintería	X	X	X	X	??	X	??
Instalaciones	X	X	X	X	??	X	??
Pinturas	X	X	X	X	??	X	??
Urbanización	X	X	X	X	??	X	??
Otros	X	X	X	X	??	X	??

\*En el capítulo correspondiente al control de calidad dentro del presupuesto no se incluye descripción alguna, únicamente el importe total de la partida.

Tabla IV.9. Distribución de los ensayos y pruebas de servicio del control de calidad del Proyecto 6.

PROYECTO 7	Control de la Ejecución						
	Control de recepción					Obra terminada	
	Ensayos					Pruebas de servicio	
	Tipo	Muestreo	Criterios A/R	Acciones	% Ppto.*	Descripción	% Ppto.
Mov. Tierras	X	X	X	X	??	X	??
Cim. y Estr.	X	X	X	X	??	X	??
Albañilería	X	X	X	X	??	X	??
Carpintería	X	X	X	X	??	X	??
Instalaciones	X	X	X	X	??	X	??
Pinturas	X	X	X	X	??	X	??
Urbanización	X	X	X	X	??	X	??
Otros	X	X	X	X	??	X	??

\*En el capítulo correspondiente al control de calidad dentro del presupuesto no se incluye descripción alguna, únicamente el importe total de la partida.

Tabla IV.10. Distribución de los ensayos y pruebas de servicio del control de calidad del Proyecto 7.

PROYECTO 8	Control de la Ejecución						
	Control de recepción					Obra terminada	
	Ensayos					Pruebas de servicio	
	Tipo	Muestreo	Criterios A/R	Acciones	% Ppto.*	Descripción	% Ppto.
Mov. Tierras	X	X	X	X	0	X	0
Cim. y Estr.	X	X	X	X	0	X	0
Albañilería	X	X	X	X	0	X	0
Carpintería	X	X	X	X	0	X	0
Instalaciones	X	X	X	X	0	X	0
Pinturas	X	X	X	X	0	X	0
Urbanización	X	X	X	X	0	X	0
Otros	X	X	X	X	0	X	0

\*El presupuesto no incluye ningún capítulo referente al control de calidad.

Tabla IV.11. Distribución de los ensayos y pruebas de servicio del control de calidad del Proyecto 8.

PROYECTO 9	Control de la Ejecución						
	Control de recepción					Obra terminada	
	Ensayos					Pruebas de servicio	
	Tipo	Muestreo	Criterios A/R	Acciones	% Ppto.*	Descripción	% Ppto.
Mov. Tierras	X	X	X	X	??	X	??
Cim. y Estr.	X	X	X	X	??	X	??
Albañilería	X	X	X	X	??	X	??
Carpintería	X	X	X	X	??	X	??
Instalaciones	X	X	X	X	??	X	??
Pinturas	X	X	X	X	??	X	??
Urbanización	X	X	X	X	??	X	??
Otros	X	X	X	X	??	X	??

\*En el capítulo correspondiente al control de calidad dentro del presupuesto no se incluye descripción alguna, únicamente el importe total de la partida.

Tabla IV.12. Distribución de los ensayos y pruebas de servicio del control de calidad del Proyecto 9.

PROYECTO 10	Control de la Ejecución						
	Control de recepción					Obra terminada	
	Ensayos					Pruebas de servicio	
	Tipo	Muestreo	Criterios A/R	Acciones	% Ppto.*	Descripción	% Ppto.
Mov. Tierras	X	X	X	X	??	X	??
Cim. y Estr.	X	X	X	X	??	X	??
Albañilería	X	X	X	X	??	X	??
Carpintería	X	X	X	X	??	X	??
Instalaciones	X	X	X	X	??	X	??
Pinturas	X	X	X	X	??	X	??
Urbanización	X	X	X	X	??	X	??
Otros	X	X	X	X	??	X	??

\*En el capítulo correspondiente al control de calidad dentro del presupuesto no se incluye descripción alguna, únicamente el importe total de la partida.

Tabla IV.13. Distribución de los ensayos y pruebas de servicio del control de calidad del Proyecto 10.

En los proyectos 5, 6, 7, 9 y 10, también de tipología y tamaño diverso y con localizaciones diferentes no se realiza justificación alguna al importe destinado al control de calidad. Caso especial merece el proyecto 8 en el que ni si quiera existe un capítulo para el control de calidad.

PROYECTO 11	Control de la Ejecución						
	Control de recepción					Obra terminada	
	Ensayos					Pruebas de servicio	
	Tipo	Muestreo	Criterios A/R	Acciones	% Ppto.	Descripción	% Ppto.
Mov. Tierras	X	X	X	X	0	X	0
Cim. y Estr.	√	√	√	X	17,46	X	0
Albañilería	X	X	X	X	0	X	0
Carpintería	X	X	X	X	0	X	0
Instalaciones	X	X	X	X	0	X	82,54
Pinturas	X	X	X	X	0	X	0
Urbanización	X	X	X	X	0	X	0
Otros	X	X	X	X	0	X	0

Tabla IV.14. Distribución de los ensayos y pruebas de servicio del control de calidad del Proyecto 11.

PROYECTO 12	Control de la Ejecución						
	Control de recepción					Obra terminada	
	Ensayos					Pruebas de servicio	
	Tipo	Muestreo	Criterios A/R	Acciones	% Ppto.	Descripción	% Ppto.
Mov. Tierras	X	X	X	X	0	X	0
Cim. y Estr.	X	X	X	X	28,68	X	0
Albañilería	X	X	X	X	0	X	0
Carpintería	X	X	X	X	0	X	0
Instalaciones	X	X	X	X	0	√	71,32
Pinturas	X	X	X	X	0	X	0
Urbanización	X	X	X	X	0	X	0
Otros	X	X	X	X	0	X	0

Tabla IV.15. Distribución de los ensayos y pruebas de servicio del control de calidad del Proyecto 12.

PROYECTO 13	Control de la Ejecución						
	Control de recepción					Obra terminada	
	Ensayos					Pruebas de servicio	
	Tipo	Muestreo	Criterios A/R	Acciones	% Ppto.*	Descripción	% Ppto.
Mov. Tierras	X	X	X	X	??	X	??
Cim. y Estr.	X	X	X	X	??	X	??
Albañilería	X	X	X	X	??	X	??
Carpintería	X	X	X	X	??	X	??
Instalaciones	X	X	X	X	??	X	??
Pinturas	X	X	X	X	??	X	??
Urbanización	X	X	X	X	??	X	??
Otros	X	X	X	X	??	X	??

\*En el capítulo correspondiente al control de calidad dentro del presupuesto no se incluye descripción alguna, únicamente el importe total de la partida.

Tabla IV.16. Distribución de los ensayos y pruebas de servicio del control de calidad del Proyecto 13.

PROYECTO 14	Control de la Ejecución						
	Control de recepción					Obra terminada	
	Ensayos					Pruebas de servicio	
	Tipo	Muestreo	Criterios A/R	Acciones	% Ppto.	Descripción	% Ppto.
Mov. Tierras	X	X	X	X	0	X	0
Cim. y Estr.	X	X	X	X	32,78	X	0
Albañilería	X	X	X	X	27,68	X	0
Carpintería	X	X	X	X	0	X	0
Instalaciones	X	X	X	X	0	√	39,54
Pinturas	X	X	X	X	0	X	0
Urbanización	X	X	X	X	0	X	0
Otros	X	X	X	X	0	X	0

Tabla IV.17. Distribución de los ensayos y pruebas de servicio del control de calidad del Proyecto 14.

PROYECTO 15	Control de la Ejecución						
	Control de recepción					Obra terminada	
	Ensayos					Pruebas de servicio	
	Tipo	Muestreo	Criterios A/R	Acciones	% Ppto.	Descripción	% Ppto.
Mov. Tierras	X	X	X	X	0	X	0
Cim. y Estr.	X	X	X	X	22,61	X	0
Albañilería	X	X	X	X	1,78	X	0
Carpintería	X	X	X	X	0	X	0
Instalaciones	X	X	X	X	0	√	75,61
Pinturas	X	X	X	X	0	X	0
Urbanización	X	X	X	X	0	X	0
Otros	X	X	X	X	0	X	0

Tabla IV.18. Distribución de los ensayos y pruebas de servicio del control de calidad del Proyecto 15.

Llama la atención que en los proyectos 11, 12 y 15, el presupuesto dedicado a las pruebas de servicio de las instalaciones sea el triple que el dedicado a los ensayos de recepción de las cimentaciones y estructuras, como siempre a pesar de la diferencia de tamaño de los proyectos.

Del análisis de los datos recogidos en las tablas anteriores se desprenden los siguientes resultados (para el cálculo de los porcentajes se han tenido únicamente en consideración aquellos presupuestos en los que existe una descomposición por partidas):

- El presupuesto medio del control de calidad dedicado a la realización de ensayos (control de recepción) es del 56,9%, frente al 43,1 % dedicado a pruebas de servicio (control de la obra terminada).
- Del 56,9 % del presupuesto dedicado a ensayos, el mayor porcentaje del mismo se dedica al control de cimentaciones y estructuras, con un valor medio del 48,5 %, frente al 7,1 % dedicado a albañilería, el 1,1 % dedicado a carpinterías y el 0,2% dedicado a instalaciones.

- Del 43,1 % del presupuesto dedicado a pruebas finales, el mayor porcentaje se dedica al control de instalaciones, con un valor medio del 42,8 %, frente al 0,3 % dedicado a carpinterías.
- Sólo se incluyen los tipos, muestreos y criterios de aceptación y rechazo para los ensayos de cimentaciones y estructuras, aunque en ningún caso se incluyen las acciones a adoptar en caso de rechazo.

## **4. Conclusiones**

---

A pesar de que las reclamaciones han disminuido desde la introducción de las garantías establecidas por la Ley de Ordenación de la Edificación (LOE, 1999), continúan apareciendo defectos importantes en los edificios.

Aunque varios autores llegan a la conclusión de que muchos de los defectos que se producen tienen su origen en errores de diseño, la normativa de aplicación no desarrolla suficientemente el control que debe llevarse a cabo para asegurar que el proyecto cumpla con los requisitos establecidos, ya que no se determinan los aspectos que deben ser controlados ni sobre quién recae la responsabilidad de llevarlo a cabo. Como consecuencia de ello, ni los modelos de planes de control de calidad facilitados por los colegios profesionales, ni los propios planes de control incluidos como anejos a los proyectos analizados, hacen referencia al control del proyecto. Los proyectistas, quizás por temor a evidenciar malos diseños o quizás sólo por orgullo, muestran resistencia a ver sus proyectos sometidos a control.

Con respecto al control de la ejecución, como se ha comprobado anteriormente, los proyectistas, en la mayoría de los casos se limitan a incluir en sus planes de control de calidad el texto extraído literalmente de la normativa, amparados por el visto bueno de sus colegios profesionales. Esto da lugar a que rara vez se definan con exactitud los elementos, o fases concretas que deben ser controladas, tanto en el control de recepción de productos, equipos o sistemas, como en el propio control de la ejecución, como en el de la obra terminada.

Dentro del control de recepción mediante ensayos, merece mención especial como excepción el control de las cimentaciones y estructuras, ya que si es habitual que para este tipo de elementos se describan los tipos de ensayos, muestreos y criterios de aceptación o rechazo. Esta circunstancia descansa sobre dos bases en cierto modo unidas entre sí: la obligatoriedad normativa del control mediante ensayos de los elementos de hormigón estructural (Instrucción de Hormigón Estructural EHE, 2008) y las graves consecuencias técnicas y económicas de los defectos de estabilidad de los edificios. Es por ello que el mayor porcentaje de la inversión económica destinada al control de calidad recaiga sobre las cimentaciones y estructuras.

Además cabe señalar que con la entrada en vigor de la Ley de Ordenación de la Edificación, como ya se ha mencionado, es obligatorio que el promotor suscriba un seguro decenal de daños sobre los elementos que confieren la estabilidad al edificio (cimentación, estructuras y cerramientos). Para ello el promotor se ve obligado a contratar a un Organismo de Control Técnico, por imposición de la compañía aseguradora, que se encarga de controlar tanto el diseño como la ejecución de dichos elementos, siendo este el único control externo que se realiza hasta la solicitud de suministros de energía una vez terminado el edificio. No cabe duda de que como consecuencia de el mayor énfasis en el control de estos elementos, los defectos estructurales se han reducido (Instituto Nacional de Consumo, 2009).

Como se ha visto, la responsabilidad de llevar a cabo el control de la ejecución propiamente dicho recae sobre el director de ejecución, debiendo controlar cada unidad de obra (la titulación habilitante para llevar a cabo dicha actividad en proyectos de edificación residencial es la de Aparejador o Arquitecto Técnico). La ausencia de directrices específicas en los planes de control de calidad para llevar a cabo esa labor, genera en consecuencia que se deje en manos del conocimiento y el buen hacer del técnico la realización de un control adecuado, lo que se aleja bastante del objetivo fundamental del control de calidad. Por si fuera poco, en varios casos, el proyectista deriva sus responsabilidades, como la planificación del propio control o la elección de los ensayos a realizar, en el director de ejecución.

En el control del edificio terminado mediante la realización de pruebas de servicio, aparecen ciertas similitudes con el control que se realiza sobre las cimentaciones y estructuras, el énfasis del control se realiza sobre las instalaciones, igualando casi el importe económico que se dedica para las cimentaciones y estructuras, lo que da lugar que a no aparezcan defectos relacionadas con las mismas en el momento de la entrega del edificio. Uno de los motivos por el que se planifica de esta forma es porque varias de las instalaciones del edificio son inspeccionadas por las empresas suministradoras de energías antes de realizar el suministro o por la propia administración pública, como es el caso de las instalaciones de los garajes, cuya inspección es obligatoria para la obtención de la correspondiente licencia.

En contrapartida se hace menos hincapié en el control de calidad de los acabados ya que la reparación de este tipo de defectos no acarrea consecuencias graves, a pesar de que son estos defectos los que producen una mayor insatisfacción de los clientes repercutiendo sobre la imagen del contratista. La reducción de la aparición de vicios aparentes pasa por realizar un mayor control en la etapa previa a la entrega, siendo necesario comprobar especialmente: que los elementos de baños y cocinas son correctos, que las tareas de acabado de superficie se han realizado correctamente, que los suelos y paredes son uniformes, que las ventanas y puertas abren y cierran correctamente, y que las instalaciones están completamente finalizadas (Forcada et. al, 2013).

## **V. Conclusiones**

En la investigación presentada en este trabajo se han analizado los parámetros que rodean la planificación del control de calidad en los proyectos de edificación residencial.

Las particularidades propias de la industria de la construcción dificultan la obtención de la calidad de los proyectos, entendiendo esta como la totalidad de atributos que hacen que el proyecto sea capaz de cumplir con el cometido establecido o de cumplir con las necesidades dadas, de forma satisfactoria, durante un periodo de tiempo aceptable.

Los numerosos intervinientes en el proceso constructivo, que conllevan a la fragmentación de los trabajos y a la dificultad de controlarlos, los sistemas de desarrollo y contratación de los proyectos, que hacen recaer la responsabilidad de la calidad en diferentes agentes, y lo particular de cada proyecto, que dificulta la transmisión de conocimientos y experiencias acumuladas, son algunos ejemplos de las dificultades que aparecen de forma habitual en el desarrollo de cualquier proyecto de construcción. Como consecuencia de ello, continúa siendo habitual la aparición de defectos, tanto en la fase de construcción como en la fase de explotación de los edificios.

A pesar del creciente interés, en muchos casos mediático, por la implantación de sistemas de gestión de la calidad en las empresas involucradas en el sector, especialmente constructoras, se ha visto que ello no garantiza la calidad del producto, sino la calidad de la gestión y del proceso de producción de la propia empresa, por lo que el objetivo se aleja del fin último del aseguramiento de la calidad, que no es otro que la satisfacción del cliente.

Cabe recordar que, al contrario que en el resto de las industrias, en la edificación no existe implicación por parte del cliente a lo hora de definir los requisitos del proyecto, estableciéndose estos de forma normativa. Del mismo modo, también se establecen de forma normativa las condiciones que deben cumplirse en el desarrollo del proyecto para estos sean satisfechos. Entre ellas destaca la obligatoriedad de realizar un control de calidad.

La realización del control de calidad está supeditada a la planificación inicial del mismo, que debe incluirse en el propio proyecto. El alcance teórico del control abarca la fase de diseño y la fase de ejecución. Sin embargo existe un vacío normativo en la definición de los aspectos que deben ser controlados en la fase de diseño, lo que da lugar a que este ni se planifique ni lleve a cabo, a pesar de que varios autores llegan a la conclusión de que muchos de los defectos que se producen en los edificios tienen su origen en errores de diseño.

A pesar de que normativamente los aspectos relativos al control de la ejecución si se encuentran desarrollados, la planificación del mismo es inexistente. Únicamente se presta atención al control de recepción de los materiales que conforman la cimentación y estructura de los edificios, a pesar de que dichos elementos son objeto de un control adicional externo. La intensificación de este control ha dado lugar a una paulatina disminución de los defectos estructurales de los edificios.

En la aplicación del control de calidad en la fase de ejecución se ha observado también cierta tendencia a la intensificación del control sobre aquellos elementos, partes o sistemas del edificio que van a ser controlados posteriormente de forma externa, como es el caso de las instalaciones, que tampoco suelen presentar defectos. Siguiendo esta misma teoría podría ser interesante establecer reglamentariamente el control externo de los acabados, justo en el momento previo a la

entrega del edificio, ya que podrían evitarse los múltiples defectos con los que se encuentran los usuarios en el momento de adquirir su vivienda.

Ha llamado notablemente la atención al autor del presente estudio, la ausencia de registros de defectos relacionados con el aislamiento acústico de las viviendas, a pesar de que en mi labor profesional me he encontrado inmerso, como tercera parte, en numerosos conflictos derivados por esta cuestión. De hecho, en ninguno de los artículos referenciados que tratan sobre los defectos de la construcción se hace referencia a ello.

Como conclusión final se puede afirmar que es necesario un sistema de supervisión de los proyectos, ya que el visado de los Colegios Profesionales no se puede interpretar como una medida de control de la calidad de los mismos. Dicha supervisión debería orientarse a la calidad de la solución propuesta, y a la calidad de la descripción y justificación de la solución, y debería extenderse a todas las partes que forman el proyecto, incluido el plan de control de calidad.

Como línea de investigación futura, sería interesante abordar el estudio de la adecuación de los requisitos normativos a las necesidades de los clientes, ya que la calidad no puede lograrse sólo siguiendo las normas, ya que estas suelen ser más simples que el conjunto de requisitos establecidos por el usuario.

Sería también objeto de una investigación futura determinar que aspectos que deberían ser controlados, y de que forma, en la fase de diseño del proyecto de edificación residencial, ya que no existen pautas específicas en la información analizada.

El diseño de la planificación del control de ejecución utilizando las técnicas, recomendadas por muchos autores, destinadas a prevenir defectos como pueden ser los árboles de decisiones, los diagramas de espina de pez, diagramas causa-efecto, etc., podría ser también objeto de investigación.

Por último, sería pertinente una investigación encaminada a estudiar y analizar los defectos derivados del aislamiento acústico de los edificios, ya que no se ha encontrado ningún tipo de información al respecto.

## **Anexos.** Modelos de Planes de Control de los Colegios Oficiales de Arquitectos de Asturias, Galicia, Madrid y Murcia

---

## **PLAN DE CONTROL DE CALIDAD**

Se prescribe el presente Plan de Control de Calidad, como anejo al presente proyecto, con el objeto de dar cumplimiento a lo establecido en el RD 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

Antes del comienzo de la obra el Director de la Ejecución de la Obra realizará la planificación del control de calidad correspondiente a la obra objeto del presente proyecto, atendiendo a las características del mismo, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones de éste, y a las indicaciones del Director de Obra, además de a las especificaciones de la normativa de aplicación vigente. Todo ello contemplando los siguientes aspectos:

- 1.- El control de recepción de productos, equipos y sistemas**
- 2.- El control de la ejecución de la obra**
- 3.- El control de la obra terminada**

Para ello:

- A) El Director de la Ejecución de la Obra recopilará la documentación del control realizado, verificando que es conforme con lo establecido en el proyecto, sus anejos y modificaciones.
- B) El Constructor recabará de los suministradores de productos y facilitará al Director de Obra y al Director de la Ejecución de la Obra la documentación de los productos anteriormente señalada, así como sus instrucciones de uso y mantenimiento, y las garantías correspondientes cuando proceda; y
- C) La documentación de calidad preparada por el Constructor sobre cada una de las unidades de obra podrá servir, si así lo autorizara el Director de la Ejecución de la Obra, como parte del control de calidad de la obra.

Una vez finalizada la obra, la documentación del seguimiento del control será depositada por el Director de la Ejecución de la Obra en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, en la Administración Pública competente, que asegure su tutela y se comprometa a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten un interés legítimo.

### **1.- Control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas**

El control de recepción abarcará ensayos de comprobación sobre aquellos productos a los que así se les exija en la reglamentación vigente, en el documento de proyecto o por la Dirección Facultativa. Este control se efectuará sobre el muestreo del producto, sometiéndose a criterios de aceptación y rechazo y adoptándose en consecuencia las decisiones determinadas en el Plan o, en su defecto, por la Dirección Facultativa.

El Director de Ejecución de la Obra cursará instrucciones al Constructor para que aporte certificados de calidad, el marcado CE para productos, equipos y sistemas que se incorporen a la obra.

Durante la obra se realizarán los siguientes controles:

#### **1.1.- Control de la documentación de los suministros**

Los suministradores entregarán al Constructor, quien los facilitará al Director de Ejecución de la Obra, los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la Dirección Facultativa. Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:

- Los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.

- El certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física.
- Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al mercado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.

### 1.2.- Control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad

El suministrador proporcionará la documentación precisa sobre:

- Los distintivos de calidad que ostenten los productos, equipos o sistemas suministrados, que aseguren las características técnicas de los mismos exigidas en el proyecto y documentará, en su caso, el reconocimiento oficial del distintivo de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.3 del capítulo 2 del CTE.
- Las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores, de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.5 del capítulo 2 del CTE, y la constancia del mantenimiento de sus características técnicas.

El Director de la Ejecución de la Obra verificará que esta documentación es suficiente para la aceptación de los productos, equipos y sistemas amparados por ella.

### 1.3.- Control mediante ensayos

Para verificar el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE puede ser necesario, en determinados casos, realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto u ordenados por la Dirección Facultativa.

La realización de este control se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el proyecto o indicados por la Dirección Facultativa sobre el muestreo del producto, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo y las acciones a adoptar.

## 2.- Control de ejecución de la obra

De aquellos elementos que formen parte de la estructura, cimentación y contención, se deberá contar con el visto bueno del arquitecto Director de Obra, a quién deberá ser puesto en conocimiento por el Director de Ejecución de la Obra cualquier resultado anómalo para adoptar las medidas pertinentes para su corrección.

Durante la construcción, el Director de la Ejecución de la Obra controlará la ejecución de cada unidad de obra verificando su replanteo, los materiales que se utilicen, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, así como las verificaciones y demás controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto, la legislación aplicable, las normas de buena práctica constructiva y las instrucciones de la Dirección Facultativa. En la recepción de la obra ejecutada se tendrán en cuenta las verificaciones que, en su caso, realicen las Entidades de Control de Calidad de la Edificación.

Se comprobará que se han adoptado las medidas necesarias para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos.

En el control de ejecución de la obra se adoptarán los métodos y procedimientos que se contemplen en las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores, previstas en el artículo 5.2.5 del CTE.

En concreto, para:

### 2.1.- LA EJECUCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE HORMIGÓN

Se llevará a cabo según el nivel de control **NORMAL** prescrito en la Instrucción EHE, debiéndose presentar su planificación previamente al comienzo de la obra.

## 2.2.- EL HORMIGÓN ESTRUCTURAL

Se llevará a cabo según el nivel de control **ESTADÍSTICO** prescrito en la Instrucción EHE, debiéndose presentar su planificación previamente al comienzo de la obra.

## 2.3.- EL ACERO PARA HORMIGÓN ARMADO

Dado que el acero deberá disponer de la Marca AENOR, se llevará a cabo el control prescrito en la Instrucción EHE para los productos que están en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.

## 2.4.- OTROS MATERIALES

El Director de la Ejecución de la Obra establecerá, de conformidad con el Director de la Obra, la relación de ensayos y el alcance del control preciso.

## **3.- Control de la obra terminada**

Se realizarán las pruebas de servicio prescritas por la legislación aplicable, programadas en el Programa de Control y especificadas en el Pliego de Condiciones, así como aquellas ordenadas por la Dirección Facultativa.

De la acreditación del control de recepción en obra, del control de ejecución y del control de recepción de la obra terminada, se dejará constancia en la documentación de la obra ejecutada.

En \_\_\_\_\_, a \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Fdo: el/los arquitecto/s

## **PLAN DE CONTROL DE CALIDAD**

Se redacta el presente Plan de Control de Calidad como anejo del proyecto reseñado a continuación con el objeto de dar cumplimiento a lo establecido en el Decreto 232/1993 de 30 de septiembre de Control de Calidad en la Edificación en la comunidad autónoma de Galicia y en el RD 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el CTE modificado por RD 1371/2007.

<b>Proyecto</b>	
<b>Situación</b>	
<b>Población</b>	
<b>Promotor</b>	
<b>Arquitecto</b>	
<b>Director de obra</b>	
<b>Director de la ejecución</b>	

El control de calidad de las obras incluye:

- A. El control de recepción de productos**
- B. El control de la ejecución**
- C. El control de la obra terminada**

Para ello:

- 1) **El director de la ejecución** de la obra recopilará la documentación del control realizado, verificando que es conforme con lo establecido en el proyecto, sus anejos y modificaciones.
- 2) **El constructor** recabará de los suministradores de productos y facilitará al director de obra y al director de la ejecución de la obra la documentación de los productos anteriormente señalada, así como sus instrucciones de uso y mantenimiento, y las garantías correspondientes cuando proceda; y
- 3) La documentación de calidad preparada por **el constructor** sobre cada una de las unidades de obra podrá servir, si así lo autorizara el director de la ejecución de la obra, como parte del control de calidad de la obra.

Una vez finalizada la obra, la documentación del seguimiento del control será depositada por el **director de la ejecución de la obra** en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, en la Administración Pública competente, que asegure su tutela y se comprometa a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten un interés legítimo.

## **A. CONTROL DE RECEPCIÓN DE LOS PRODUCTOS**

El control de recepción tiene por objeto comprobar las características técnicas mínimas exigidas que deben reunir los productos, equipos y sistemas que se incorporen de forma permanente en el edificio proyectado, así como sus condiciones de suministro, las garantías de calidad y el control de recepción.

Durante la construcción de las obras el director de la ejecución de la obra realizará los siguientes controles:

### **1. Control de la documentación de los suministros**

Los suministradores entregarán al constructor, quien los facilitará al director de la ejecución de la obra, los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:

- Los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.
- El certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física.
- Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al mercado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.

### **2. Control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad**

El suministrador proporcionará la documentación precisa sobre:

- Los distintivos de calidad que ostenten los productos, equipos o sistemas suministrados, que aseguren las características técnicas de los mismos exigidas en el proyecto y documentará, en su caso, el reconocimiento oficial del distintivo de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.3 del capítulo 2 del CTE.
- Las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores, de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.5 del capítulo 2 del CTE, y la constancia del mantenimiento de sus características técnicas.

El director de la ejecución de la obra verificará que esta documentación es suficiente para la aceptación de los productos, equipos y sistemas amparados por ella.

### **3. Control mediante ensayos**

Para verificar el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE puede ser necesario, en determinados casos, realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto u ordenados por la dirección facultativa.

La realización de este control se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el proyecto o indicados por la dirección facultativa sobre el muestreo del producto, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo y las acciones a adoptar.

**HORMIGONES ESTRUCTURALES:** El control se hará conforme lo establecido en el capítulo 15 de la Instrucción EHE.

Las condiciones o características de calidad exigidas al hormigón se especifican indicando las referentes a su resistencia a compresión, su consistencia, tamaño máximo del árido, el tipo de ambiente a que va a estar expuesto.

**CONTROL DE LA RESISTENCIA DEL HORMIGÓN** es el indicado en el art. 88 de la EHE.

**Modalidades de control:**

a) **Modalidad 1: Control a nivel reducido.** Condiciones:

- Se adopta un valor de la resistencia de cálculo a compresión  $f_{cd}$  no superior a 10 N/mm<sup>2</sup>
- El hormigón no está sometido a clases de exposición III o IV

Además se trata de un edificio incluido en una de estas tres tipologías:

- Obras de ingeniería de pequeña importancia
- Edificio de viviendas de una o dos plantas con luces inferiores a 6 m
- Edificio de viviendas de hasta cuatro plantas con luces inferiores a 6 m. (sólo elementos que trabajen a flexión)

Ensayos: Medición de la consistencia del hormigón:

- Se realizará un ensayo de medida de la consistencia según UNE 83313:90 al menos cuatro veces espaciadas a lo largo del día, quedando constancia escrita.

b) **Modalidad 2: Control al 100 por 100.** Cuando se conozca la resistencia de todas las amasadas. Válida para cualquier obra.

- Se realizará determinando la resistencia de todas las amasadas componentes de la obra o la parte de la obra sometida a esta modalidad.

c) **Modalidad 3: Control estadístico del hormigón.** Cuando sólo se conozca la resistencia de una fracción de las amasadas que se colocan. Es de aplicación en todas las obras de hormigón en masa, armado o pretensado.

División de la obra en lotes según los siguientes límites:

Límite superior	Tipo de elemento estructural		
	Elementos comprimidos	Elementos flexionados	Macizos
Volumen hormigón	100 m <sup>3</sup>	100 m <sup>3</sup>	100 m <sup>3</sup>
Tiempo hormigonado	2 semanas	2 semanas	1 semana
Superficie construida	500 m <sup>2</sup>	1.000 m <sup>2</sup>	-
Nº de plantas	2	2	-
<b>Nº de LOTES según la condición más estricta</b>			

Si los hormigones están fabricados en central de hormigón preparado **en posesión de un Sello o Marca de Calidad**, se podrán usar los siguientes valores como mínimos de cada lote:

Límite superior	Tipo de elemento estructural		
	Elementos comprimidos	Elementos flexionados	Macizos
Volumen hormigón	200 m <sup>3</sup>	200 m <sup>3</sup>	200 m <sup>3</sup>
Tiempo hormigonado	4 semanas	4 semanas	2 semana
Superficie construida	1.000 m <sup>2</sup>	2.000 m <sup>2</sup>	-
Nº de plantas	4	4	-
<b>Nº de LOTES según la condición más estricta</b>			

Siempre y cuando los resultados de control de producción sean satisfactorios y estén a disposición del Peticionario, siendo tres el número mínimo de lotes que deberá muestrearse correspondiendo a los tres tipos de elementos estructurales que figuran en el cuadro.

En el caso de que en algún lote la  $f_{est}$  fuera menor que la resistencia característica de proyecto, se pasará a realizar el control normal sin reducción de intensidad, hasta que en cuatro lotes consecutivos se obtengan resultados satisfactorios.

El control se realizará determinando la resistencia de N amasadas<sup>1</sup> por lote.

Siendo,  $N \geq 2$  si  $f_{ck} \leq 25 \text{ N/mm}^2$

$N \geq 4$  si  $25 \text{ N/mm}^2 < f_{ck} \leq 35 \text{ N/mm}^2$

$N \geq 6$  si  $f_{ck} > 35 \text{ N/mm}^2$

Con las siguientes condiciones:

- Las tomas de muestra se realizarán al azar entre las amasadas de la obra.
- No se mezclan en un mismo lote elementos de tipología estructural.
- Los ensayos se realizarán sobre probetas fabricadas, conservadas y rotas según UNE 83300:84, 83301:91, 83303:84 y 83304:84.
- Los laboratorios que realicen los ensayos deberán cumplir lo establecido en el RD 1230/1989 y disposiciones que lo desarrollan.

**CONTROL DE LOS COMPONENTES DEL HORMIGÓN** se realizará de la siguiente manera:

- a) Si la central dispone de un Control de Producción y está en posesión de un Sello o Marca de Calidad oficialmente reconocido, o si el hormigón fabricado en central, está en posesión de un distintivo reconocido o un CC-EHE, no es necesario el control de recepción en obra de los materiales componentes del hormigón.
- b) Para el resto de los casos se establece en el **anexo I** el número de ensayos por lote para el cemento, el agua de amasado, los áridos y otros componentes del hormigón según lo dispuesto en el art. 81 de la EHE.

<sup>1</sup> Se emplea la palabra "amasada" como equivalente a unidad de producto y ésta como la cantidad de hormigón fabricada de una sola vez, si bien, en algún caso y a efectos de control, se podrá tomar en su lugar la cantidad de hormigón fabricado en un intervalo de tiempo determinado y en las mismas condiciones esenciales.

**CONTROL DEL ACERO** se realizará de la siguiente manera:

Se establecen dos niveles de control: reducido y normal.

- **Control reducido:** sólo aplicable a armaduras pasivas cuando el consumo de acero en obra es reducido, con la condición de que el acero esté certificado.

<b>Comprobaciones sobre cada diámetro</b>	<b>Condiciones de aceptación o rechazo</b>		
La sección equivalente no será inferior al 95,5% de su sección nominal	Si las dos comprobaciones resultan satisfactorias	<b>partida aceptada</b>	
	Si las dos comprobaciones resultan no satisfactorias	<b>partida rechazada</b>	
	Si se registra un sólo resultado no satisfactorio se comprobarán cuatro nuevas muestras correspondientes a la partida que se controla	Si alguna resulta no satisfactoria	<b>partida rechazada</b>
		Si todas resultan satisfactorias	<b>partida aceptada</b>
Formación de grietas o fisuras en las zonas de doblado y ganchos de anclaje, mediante inspección en obra	La aparición de grietas o fisuras en los ganchos de anclaje o zonas de doblado de cualquier barra		<b>partida rechazada</b>

- **Control normal:** aplicable a todas las armaduras (activas y pasivas) y en todo caso para hormigón pretensado.

<b>Clasificación de las armaduras según su diámetro</b>	
Serie fina	$\Phi \leq 10 \text{ mm}$
Serie media	$12 \leq \Phi \leq 20 \text{ mm}$
Serie gruesa	$\Phi \geq 25 \text{ mm}$

	<b>Productos certificados</b>		<b>Productos no certificados</b>	
Los resultados del control del acero deben ser conocidos	antes de la puesta en uso de la estructura		antes del hormigonado de la parte de obra correspondiente	
Lotes	Serán de un mismo suministrador		Serán de un mismo suministrador, designación y serie.	
Cantidad máxima del lote	<b>armaduras pasivas</b>	<b>armaduras activas</b>	<b>armaduras pasivas</b>	<b>armaduras activas</b>
	40 toneladas o fracción	20 toneladas o fracción	20 toneladas o fracción	10 toneladas o fracción
Nº de probetas	<b>dos probetas por cada lote</b>			

- Se tomarán y se realizarán las siguientes comprobaciones según lo establecido en EHE:
  - Comprobación de la sección equivalente para armaduras pasivas y activas.
  - Comprobación de las características geométricas de las barras corrugadas.
  - Realización del ensayo de doblado-desdoblado para armaduras pasivas, alambres de pretensado y barras de pretensado.
- Se determinarán, al menos en dos ocasiones durante la realización de la obra, el límite elástico, carga de rotura y alargamiento (en rotura, para las armaduras pasivas; bajo carga máxima, para las activas) como mínimo en una probeta de cada diámetro y tipo de acero empleado y

suministrador según las UNE 7474-1:92 y 7326:88 respectivamente. En el caso particular de las mallas electrosoldadas se realizarán, como mínimo, dos ensayos por cada diámetro principal empleado en cada una de las dos ocasiones; y dichos ensayos incluirán la resistencia al arrancamiento del nudo soldado según UNE 36462:80.

- En el caso de existir empalmes por soldadura, se deberá comprobar que el material posee la composición química apta para la soldabilidad, de acuerdo con UNE 36068:94, así como comprobar la aptitud del procedimiento de soldeo.

### **Condiciones de aceptación o rechazo**

Se procederá de la misma forma tanto para aceros certificados como no certificados.

- Comprobación de la sección equivalente: Se efectuará igual que en el caso de control a nivel reducido.
- Características geométricas de los resaltos de las barras corrugadas: El incumplimiento de los límites admisibles establecidos en el certificado específico de adherencia será condición suficiente para que se rechace el lote correspondiente.
- Ensayos de doblado-desdoblado: Si se produce algún fallo, se someterán a ensayo cuatro nuevas probetas del lote correspondiente. Cualquier fallo registrado en estos nuevos ensayos obligará a rechazar el lote correspondiente.
- Ensayos de tracción para determinar el límite elástico, la carga de rotura y el alargamiento en rotura: Mientras los resultados de los ensayos sean satisfactorios, se aceptarán las barras del diámetro correspondiente. Si se registra algún fallo, todas las armaduras de ese mismo diámetro existentes en obra y las que posteriormente se reciban, serán clasificadas en lotes correspondientes a las diferentes partidas suministradas, sin que cada lote exceda de las 20 toneladas para las armaduras pasivas y 10 toneladas para las armaduras activas. Cada lote será controlado mediante ensayos sobre dos probetas. Si los resultados de ambos ensayos son satisfactorios, el lote será aceptado. Si los dos resultados fuesen no satisfactorios, el lote será rechazado, y si solamente uno de ellos resulta no satisfactorio, se efectuará un nuevo ensayo completo de todas las características mecánicas que deben comprobarse sobre 16 probetas. El resultado se considerará satisfactorio si la media aritmética de los dos resultados más bajos obtenidos supera el valor garantizado y todos los resultados superan el 95% de dicho valor. En caso contrario el lote será rechazado.
- Ensayos de soldeo: En caso de registrarse algún fallo en el control del soldeo en obra, se interrumpirán las operaciones de soldadura y se procederá a una revisión completa de todo el proceso.

**FORJADOS UNIDIRECCIONALES DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL:** El control se hará conforme lo establecido en el capítulo VII de la Instrucción EFHE.

Verificación de espesores de recubrimiento:

- a) Si los elementos resistentes están en posesión de un distintivo oficialmente reconocido, se les eximirá de la verificación de espesores de recubrimiento, salvo indicación contraria de la Dirección Facultativa.
- b) Para el resto de los casos se seguirá el procedimiento indicado en el **anexo II**.

## **ESTRUCTURAS DE ACERO:**

### **Control de los Materiales**

En el caso venir con certificado expedido por el fabricante se controlará que se corresponde de forma inequívoca cada elemento de la estructura con el certificado de origen que lo avala.

Para las características que no queden avaladas por el certificado de origen se establecerá un control mediante ensayos realizados por un laboratorio independiente.

En los casos que alguno de los materiales, por su carácter singular, carezcan de normativa nacional específica se podrán utilizar otras normativas o justificaciones con el visto bueno de la dirección facultativa.

### **Control de la Fabricación**

El control se realizará mediante el control de calidad de la documentación de taller y el control de la calidad de la fabricación con las especificaciones indicadas en el apartado 12.4 del DB SE-A

## **ESTRUCTURAS DE FÁBRICA:**

En el caso de que las piezas no tuvieran un valor de resistencia a compresión en la dirección del esfuerzo, se tomarán muestras según UNE EN771 y se ensayarán según EN 772-1:2002, aplicando el esfuerzo en la dirección correspondiente. El valor medio obtenido se multiplicará por el valor  $\delta$  de la tabla 8.1 del DB SE-F, no superior a 1,00 y se comprobará que el resultado obtenido es mayor o igual que el valor de la resistencia normalizada especificada en el proyecto.

En cualquier caso, o cuando se haya especificado directamente la resistencia de la fábrica, podrá acudir a determinar directamente esa variable a través de la EN 1052-1.

## **ESTRUCTURAS DE MADERA:**

Comprobaciones:

- a) con carácter general:
  - aspecto y estado general del suministro;
  - que el producto es identificable y se ajusta a las especificaciones del proyecto.
- b) con carácter específico: se realizarán, también, las comprobaciones que en cada caso se consideren oportunas de las que a continuación se establecen salvo, en principio, las que estén avaladas por los procedimientos reconocidos en el CTE;
  - madera aserrada:
    - especie botánica: La identificación anatómica se realizará en laboratorio especializado;
    - Clase Resistente: La propiedad o propiedades de resistencia, rigidez y densidad, se especificarán según notación y ensayos del apartado 4.1.2;
    - tolerancias en las dimensiones: Se ajustarán a la norma UNE EN 336 para maderas de coníferas. Esta norma, en tanto no exista norma propia, se aplicará también para maderas de frondosas con los coeficientes de hinchazón y merma de la especie de frondosa utilizada;
    - contenido de humedad: Salvo especificación en contra, debe ser  $\leq 20\%$  según UNE 56529 o UNE 56530.

- tableros:
  - propiedades de resistencia, rigidez y densidad: Se determinarán según notación y ensayos del apartado 4.4.2;
  - tolerancias en las dimensiones: Según UNE EN 312-1 para tableros de partículas, UNE EN 300 para tablero de virutas orientadas (OSB), UNE EN 622-1 para tableros de fibras y UNE EN 315 para tableros contrachapados;
- elementos estructurales de madera laminada encolada:
  - Clase Resistente: La propiedad o propiedades de resistencia, de rigidez y la densidad, se especificarán según notación del apartado 4.2.2;
  - tolerancias en las dimensiones: Según UNE EN 390.
- otros elementos estructurales realizados en taller.
  - Tipo, propiedades, tolerancias dimensionales, planeidad, contraflechas (en su caso): Comprobaciones según lo especificado en la documentación del proyecto.
- madera y productos derivados de la madera, tratados con productos protectores.
  - Tratamiento aplicado: Se comprobará la certificación del tratamiento.
- elementos mecánicos de fijación.
  - Se comprobará la certificación del tipo de material utilizado y del tratamiento de protección.

### **Criterio general de no-aceptación del producto:**

El incumplimiento de alguna de las especificaciones de un producto, salvo demostración de que no suponga riesgo apreciable, tanto de las resistencias mecánicas como de la durabilidad, será condición suficiente para la no-aceptación del producto y en su caso de la partida.

### **El resto de controles se realizarán según las exigencias de la normativa vigente de aplicación de la que se incorpora un listado por materiales y elementos constructivos.**

## **CONTROL EN LA FASE DE RECEPCIÓN DE MATERIALES Y ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS**

### **1. CEMENTOS**

#### **Instrucción para la recepción de cementos (RC-03)**

Aprobada por el Real Decreto 1797/2003, de 26 de diciembre (BOE 16/01/2004).

- Artículos 8, 9 y 10. Suministro y almacenamiento
- Artículo 11. Control de recepción

#### **Cementos comunes**

Obligatoriedad del marcado CE para este material (UNE-EN 197-1), aprobada por Resolución de 1 de Febrero de 2005 (BOE 19/02/2005).

#### **Cementos especiales**

Obligatoriedad del marcado CE para los cementos especiales con muy bajo calor de hidratación (UNE-EN 14216) y cementos de alto horno de baja resistencia inicial (UNE-EN 197-4), aprobadas por Resolución de 1 de Febrero de 2005 (BOE 19/02/2005).

#### **Cementos de albañilería**

Obligatoriedad del marcado CE para los cementos de albañilería (UNE-EN 413-1), aprobada por Resolución de 1 de Febrero de 2005 (BOE 19/02/2005).

### **2. HORMIGÓN ARMADO Y PRETENSADO**

#### **Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)**

Aprobada por Real Decreto 2661/1998 de 11 de diciembre. (BOE 13/01/1998)

- Artículo 1.1. Certificación y distintivos
- Artículo 81. Control de los componentes del hormigón
- Artículo 82. Control de la calidad del hormigón
- Artículo 83. Control de la consistencia del hormigón

- Artículo 84. Control de la resistencia del hormigón
- Artículo 85. Control de las especificaciones relativas a la durabilidad del hormigón
- Artículo 86. Ensayos previos del hormigón
- Artículo 87. Ensayos característicos del hormigón
- Artículo 88. Ensayos de control del hormigón
- Artículo 90. Control de la calidad del acero
- Artículo 91. Control de dispositivos de anclaje y empalme de las armaduras postesas.
- Artículo 92. Control de las vainas y accesorios para armaduras de pretensado
- Artículo 93. Control de los equipos de tesado
- Artículo 94. Control de los productos de inyección

### **3. FORJADOS UNIDIRECCIONALES DE HORMIGÓN ARMADO O PRETENSADO**

#### **Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón estructural realizados con elementos prefabricados. (EFHE)**

Aprobada por Real Decreto 642/2002, de 5 de julio. (BOE 06/08/2002)

- Artículo 4. Exigencias administrativas (Autorización de uso)
- Artículo 34. Control de recepción de los elementos resistentes y piezas de entrevigado
- Artículo 35. Control del hormigón y armaduras colocados en obra

### **4. ESTRUCTURAS METÁLICAS**

#### **Código Técnico de la Edificación, Documento Básico DB SE-A-Seguridad Estructural-Acero**

Aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. (BOE 28/3/2006). Epígrafe 12. Control de calidad

- Epígrafe 12.3 Control de calidad de los materiales
- Epígrafe 12.4 Control de calidad de la fabricación

## 5. ESTRUCTURAS DE MADERA

### **Código Técnico de la Edificación, Documento Básico DB SE-M-Seguridad Estructural-Madera**

Aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. (BOE 28/3/2006). Epígrafe 13. Control

- Epígrafe 13.1 Suministro y recepción de los productos

## 6. ESTRUCTURAS DE FÁBRICA

### **Código Técnico de la Edificación, Documento Básico DB SE-F-Seguridad Estructural-Fábrica**

Aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. (BOE 28/3/2006). Epígrafe 8. Control de la ejecución

- Epígrafe 8.1 Recepción de materiales

## 7. RED DE SANEAMIENTO

### **Código Técnico de la Edificación, Documento Básico DB HE Ahorro de Energía**

Aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. (BOE 28/3/2006) Epígrafe 6. Productos de construcción

### **Geotextiles y productos relacionados. Requisitos para uso en sistemas de drenaje**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos (UNE-EN 13252), aprobada por Orden de 29 de noviembre de 2001 (BOE 07/12/2001).

### **Plantas elevadoras de aguas residuales para edificios e instalaciones. (Kits y válvulas de retención para instalaciones que contienen materias fecales y no fecales.**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos (UNE-EN 12050), aprobada por Orden de 29 de noviembre de 2001 (BOE 07/12/2001).

### **Tuberías de fibrocemento para drenaje y saneamiento. Pasos de hombre y cámaras de inspección**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos (UNE-EN 588-2), aprobada por Resolución de 3 de octubre de 2003 (BOE 31/10/2002).

### **Juntas elastoméricas de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y drenaje (de caucho vulcanizado, de elastómeros termoplásticos, de materiales celulares de caucho vulcanizado y de poliuretano vulcanizado).**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos (UNE-EN 681-1, 2, 3 y 4) aprobada por Resolución de 16 de enero de 2003 (BOE 06/02/2003).

### **Canales de drenaje para zonas de circulación para vehículos y peatones**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos (UNE-EN 1433), aprobada por Resolución de 12 de junio de 2003 (BOE 11/07/2003).

### **Pates para pozos de registro enterrados**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos (UNE-EN 13101), aprobada por Resolución de 10 de octubre de 2003 (BOE 31/10/2003).

### **Válvulas de admisión de aire para sistemas de drenaje**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos (UNE-EN 12380), aprobada por Resolución de 10 de octubre de 2003. (BOE 31/10/2003)

### **Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibra de acero**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos (UNE-EN 1916), aprobada por Resolución de 14 de abril de 2003 (BOE 28/04/2003).

### **Pozos de registro y cámaras de inspección de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibras de acero.**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos (UNE-EN 1917), aprobada por Resolución de 14 de abril de 2003 (BOE 28/04/2003).

### **Pequeñas instalaciones de depuración de aguas residuales para poblaciones de hasta 50 habitantes equivalentes. Fosas sépticas.**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos (UNE-EN 12566-1), aprobada por Resolución de 1 de febrero de 2005 (BOE 19/02/2005).

### **Escaleras fijas para pozos de registro.**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos (UNE-EN 14396), aprobada por Resolución de 1 de febrero de 2005 (BOE 19/02/2005).

## 8. CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURAS

### **Sistemas y Kits de encofrado perdido no portante de bloques huecos, paneles de materiales aislantes o a veces de hormigón**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos (Guía DITE Nº 009), aprobada por Resolución de 26 de noviembre de 2002 (BOE 19/12/2002).

### **Geotextiles y productos relacionados. Requisitos para uso en movimientos de tierras, cimentaciones y estructuras de construcción**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos (UNE-EN 13251), aprobada por Orden de 29 de noviembre de 2001 (BOE 07/12/2001).

### **Anclajes metálicos para hormigón**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos, aprobadas por Resolución de 26 de noviembre de 2002 (BOE 19/12/2002) y Resolución de 1 de febrero de 2005 (BOE 19/02/2005).

- Anclajes metálicos para hormigón. Guía DITE Nº 001-1 ,2, 3 y 4.
- Anclajes metálicos para hormigón. Anclajes químicos. Guía DITE Nº 001-5.

### **Apoyos estructurales**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos, aprobada por Resolución de 1 de febrero de 2005 (BOE 19/02/2005).

- Apoyos de PTFE cilíndricos y esféricos. UNE-EN 1337-7.
- Apoyos de rodillo. UNE-EN 1337- 4.
- Apoyos oscilantes. UNE-EN 1337-6.

### **Aditivos para hormigones y pastas**

Obligatoriedad del mercado CE para los productos relacionados, aprobada por Resolución de 6 de mayo de 2002 y Resolución de 9 de noviembre de 2005 (BOE 30/05/2002 y 01/12/2005).

- Aditivos para hormigones y pastas. UNE-EN 934-2
- Aditivos para hormigones y pastas. Aditivos para pastas para cables de pretensado. UNE-EN 934-4

### **Ligantes de soleras continuas de magnesita. Magnesita cáustica y de cloruro de magnesio**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos (UNE-EN 14016-1), aprobada por Resolución de 1 de febrero de 2005 (BOE 19/02/2005).

### **Áridos para hormigones, morteros y lechadas**

Obligatoriedad del mercado CE para los productos relacionados, aprobada por Resolución de 14 de enero de 2004 (BOE 11/02/2004).

- Áridos para hormigón. UNE-EN 12620.
- Áridos ligeros para hormigones, morteros y lechadas. UNE-EN 13055-1.
- Áridos para morteros. UNE-EN 13139.

### **Vigas y pilares compuestos a base de madera**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos, de acuerdo con la Guía DITE nº 013; aprobada por Resolución de 26 de noviembre de 2002 (BOE 19/12/2002).

### **Kits de postensado compuesto a base de madera**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos (UNE EN 523), aprobada por Resolución de 26 de noviembre de 2002 (BOE 19/12/2002).

### **Vainas de fleje de acero para tendones de pretensado**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos, de acuerdo con la Guía DITE nº 011; aprobada por Resolución de 26 de noviembre de 2002 (BOE 19/12/2002).

## 9. ALBAÑILERÍA

### **Cales para la construcción**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos (UNE-EN 459-1), aprobada por Resolución de 3 de octubre de 2003 (BOE 31/10/2002).

### **Paneles de yeso**

Obligatoriedad del mercado CE para los productos relacionados, aprobada por Resolución de 6 de mayo de 2002 (BOE 30/05/2002) y Resolución de 9 de Noviembre de 2005 (BOE 01/12/2005).

- Paneles de yeso. UNE-EN 12859.
- Adhesivos a base de yeso para paneles de yeso. UNE-EN 12860.

### **Chimeneas**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos (UNE-EN 13502), aprobada por Resolución de 14 de abril de 2003 (BOE 28/04/2003), Resolución de 28 de junio de 2004 (BOE 16/07/2004) y Resolución de 1 de febrero de 2005 (BOE 19/02/2005).

- Terminales de los conductos de humos arcillosos / cerámicos. UNE-EN 13502.
- Conductos de humos de arcilla cocida. UNE -EN 1457.
- Componentes. Elementos de pared exterior de hormigón. UNE- EN 12446
- Componentes. Paredes interiores de hormigón. UNE- EN 1857
- Componentes. Conductos de humo de bloques de hormigón. UNE-EN 1858
- Requisitos para chimeneas metálicas. UNE-EN 1856-1

#### **Kits de tabiquería interior (sin capacidad portante)**

Obligatoriedad del marcado CE para estos productos, de acuerdo con la Guía DITE nº 003; aprobada por Resolución de 26 de noviembre de 2002 (BOE 19/12/2002).

#### **Especificaciones de elementos auxiliares para fábricas de albañilería**

Obligatoriedad del marcado CE para estos productos aprobada por Resolución de 28 de junio de 2004 (BOE 16/07/2004).

- Tirantes, flejes de tensión, abrazaderas y escuadras. UNE-EN 845-1.
- Dinteles. UNE-EN 845-2.
- Refuerzo de junta horizontal de malla de acero. UNE- EN 845-3.

#### **Especificaciones para morteros de albañilería**

Obligatoriedad del marcado CE para estos productos aprobada por Resolución de 28 de junio de 2004 (BOE 16/07/2004).

- Morteros para revoco y enlucido. UNE-EN 998-1.
- Morteros para albañilería. UNE-EN 998-2.

### **10. AISLAMIENTOS TÉRMICOS**

#### **Código Técnico de la Edificación, Documento Básico DB HE Ahorro de Energía**

Aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. (BOE 28/3/2006)

- 4 Productos de construcción
- Apéndice C Normas de referencia. Normas de producto.

#### **Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación**

Obligatoriedad del marcado CE para los productos relacionados, aprobada por Resolución de 12 de junio de 2003 (BOE 11/07/2003) y modificación por Resolución de 1 de febrero de 2005 (BOE19/02/2005).

- Productos manufacturados de lana mineral (MW). UNE-EN 13162
- Productos manufacturados de poliestireno expandido (EPS). UNE-EN 13163
- Productos manufacturados de poliestireno extruido (XPS). UNE-EN 13164
- Productos manufacturados de espuma rígida de poliuretano (PUR). UNE-EN 13165
- Productos manufacturados de espuma fenólica (PF). UNE-EN 13166
- Productos manufacturados de vidrio celular (CG). UNE-EN 13167
- Productos manufacturados de lana de madera (WW). UNE-EN 13168
- Productos manufacturados de perlita expandida (EPB). UNE-EN 13169
- Productos manufacturados de corcho expandido (ICB). UNE-EN 13170
- Productos manufacturados de fibra de madera (WF). UNE-EN 13171

#### **Sistemas y kits compuestos para el aislamiento térmico exterior con revoco**

Obligatoriedad del marcado CE para estos productos, de acuerdo con la Guía DITE nº 004; aprobada por Resolución de 26 de noviembre de 2002 (BOE 19/12/2002).

#### **Anclajes de plástico para fijación de sistemas y kits compuestos para el aislamiento térmico exterior con revoco**

Obligatoriedad del marcado CE para estos productos, de acuerdo con la Guía DITE nº 01; aprobada por Resolución de 26 de noviembre de 2002 (BOE 19/12/2002).

### **11. AISLAMIENTO ACÚSTICO**

#### **Norma Básica de la Edificación (NBE CA-88) «Condiciones acústicas de los edificios» (cumplimiento alternativo al DB HR hasta 23/10/08)**

Aprobada por Orden Ministerial de 29 de septiembre de 1988. (BOE 08/10/1988)

- Artículo 21. Control de la recepción de materiales
- Anexo 4. Condiciones de los materiales
- 4.1. Características básicas exigibles a los materiales
- 4.2. Características básicas exigibles a los materiales específicamente acondicionantes acústicos
- 4.3. Características básicas exigibles a las soluciones constructivas
- 4.4. Presentación, medidas y tolerancias

- 4.5. Garantía de las características
- 4.6. Control, recepción y ensayos de los materiales
- 4.7. Laboratorios de ensayo

#### **Código Técnico de la Edificación, Documento Básico DB HR. Protección frente al ruido. (obligado cumplimiento a partir 24/10/08)**

Aprobado por Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre. (BOE 23/10/07)

- 4.1. Características exigibles a los productos
- 4.3. Control de recepción en obra de productos

### **12. IMPERMEABILIZACIONES**

#### **Código Técnico de la Edificación, Documento Básico DB HS1-Salubridad. Protección frente a la humedad.**

Aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. (BOE 28/3/2006)

- Epígrafe 4. Productos de construcción

#### **Sistemas de impermeabilización de cubiertas aplicados en forma líquida**

Obligatoriedad del marcado CE para estos productos, de acuerdo con la Guía DITE nº 005; aprobada por Resolución de 26 de noviembre de 2002 (BOE 19/12/2002).

#### **Sistemas de impermeabilización de cubiertas con membranas flexibles fijadas mecánicamente**

Obligatoriedad del marcado CE para estos productos, de acuerdo con la Guía DITE nº 006; aprobada por Resolución de 26 de noviembre de 2002 (BOE 19/12/2002).

### **13. REVESTIMIENTOS**

#### **Materiales de piedra natural para uso como pavimento**

Obligatoriedad del marcado CE para los productos relacionados, aprobada por Resolución de 3 de octubre de 2003 (BOE 31/10/2002).

- Baldosas. UNE-EN 1341
- Adoquines. UNE-EN 1342
- Bordillos. UNE-EN 1343

#### **Adoquines de arcilla cocida**

Obligatoriedad del marcado CE para estos productos (UNE-EN 1344) aprobada por Resolución de 14 de abril de 2003 (BOE 28/04/2003).

#### **Adhesivos para baldosas cerámicas**

Obligatoriedad del marcado CE para estos productos (UNE-EN 12004) aprobada por Resolución de 16 de enero (BOE 06/02/2003).

#### **Adoquines de hormigón**

Obligatoriedad del marcado CE para estos productos (UNE-EN 1338) aprobada por Resolución de 14 de enero de 2004 (BOE 11/02/2004).

#### **Baldosas prefabricadas de hormigón**

Obligatoriedad del marcado CE para estos productos (UNE-EN 1339) aprobada por Resolución de 14 de enero de 2004 (BOE 11/02/2004).

#### **Materiales para soleras continuas y soleras. Pastas autonivelantes**

Obligatoriedad del marcado CE para estos productos (UNE-EN 13813) aprobada por Resolución de 14 de abril de 2003 (BOE 28/04/2003)

#### **Techos suspendidos**

Obligatoriedad del marcado CE para estos productos (UNE-EN 13964) aprobada por Resolución de 1 de febrero de 2004 (BOE 19/02/2004).

#### **Baldosas cerámicas**

Obligatoriedad del marcado CE para estos productos (UNE-EN 14411) aprobada por Resolución de 1 de febrero de 2004 (BOE 19/02/2004).

### **14. CARPINTERÍA, CERRAJERÍA Y VIDRIERÍA**

#### **Dispositivos para salidas de emergencia**

Obligatoriedad del marcado CE para los productos relacionados, aprobada por Resolución de 6 de mayo de 2002 (BOE 30/05/2002).

- Dispositivos de emergencia accionados por una manilla o un pulsador para salidas de socorro. UNE-EN 179
- Dispositivos antipánico para salidas de emergencias activados por una barra horizontal. UNE-EN 1125

#### **Herrajes para la edificación**

Obligatoriedad del marcado CE para los productos relacionados, aprobada por Resolución de 14 de abril de 2003 (BOE 28/04/2003), Resolución

de 3 de octubre de 2003 (BOE 31/10/2002) y ampliado en Resolución de 1 de febrero de 2005 (BOE 19/02/2005).

- Dispositivos de cierre controlado de puertas. UNE-EN 1154.
- Dispositivos de retención electromagnética para puertas batientes. UNE-EN 1155.
- Dispositivos de coordinación de puertas. UNE-EN 1158.
- Bisagras de un solo eje. UNE-EN 1935.
- Cerraduras y pestillos. UNE -EN 12209.

#### **Tableros derivados de la madera para su utilización en la construcción**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos (UNE-EN 13986) aprobada por Resolución de 14 de abril de 2003 (BOE 28/04/2003).

#### **Sistemas de acristalamiento sellante estructural**

Obligatoriedad del mercado CE para los productos relacionados, aprobada por Resolución de 26 de noviembre de 2002 (BOE 19/12/2002).

- Vidrio. Guía DITE nº 002-1
- Aluminio. Guía DITE nº 002-2
- Perfiles con rotura de puente térmico. Guía DITE nº 002-3

#### **Puertas industriales, comerciales, de garaje y portones**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos (UNE-EN 13241-1) aprobada por Resolución de 28 de junio de 2004 (BOE 16/07/2004).

#### **Toldos**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos (UNE-EN 13561) aprobada por Resolución de 1 de febrero de 2005 (BOE 19/02/2005).

#### **Fachadas ligeras**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos (UNE-EN 13830) aprobada por Resolución de 1 de febrero de 2005 (BOE 19/02/2005).

### **15. PREFABRICADOS**

#### **Productos prefabricados de hormigón. Elementos para vallas**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos aprobada por Resolución de 6 de mayo de 2002 (BOE 30/05/2002) y ampliadas por Resolución de 1 de febrero de 2005 (BOE 19/02/2005)

- Elementos para vallas. UNE-EN 12839.
- Mástiles y postes. UNE-EN 12843.

#### **Componentes prefabricados de hormigón armado de áridos ligeros de estructura abierta**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos (UNE-EN 1520), aprobada por Resolución de 28 de junio de 2004 (BOE 16/07/2004).

#### **Kits de construcción de edificios prefabricados de estructura de madera**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos, de acuerdo con la Guía DITE nº 007; aprobada por Resolución de 26 de noviembre de 2002 (BOE 19/12/2002).

#### **Escaleras prefabricadas (kits)**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos, de acuerdo con la Guía DITE nº 008; aprobada por Resolución de 26 de noviembre de 2002 (BOE 19/12/2002).

#### **Kits de construcción de edificios prefabricados de estructura de troncos**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos, de acuerdo con la Guía DITE nº 012; aprobada por Resolución de 26 de noviembre de 2002 (BOE 19/12/2002).

#### **Bordillos prefabricados de hormigón**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos (UNE-EN 1340), aprobada por Resolución de 28 de junio de 2004 (BOE 16/07/2004)

### **16. INSTALACIONES**

#### **▪ INSTALACIONES DE FONTANERÍA Y APARATOS SANITARIOS**

#### **Código Técnico de la Edificación, Documento Básico DB HS 4 Suministro de agua**

Aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. (BOE 28/3/2006)

- Epígrafe 5. Productos de construcción

#### **Juntas elastoméricas de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y drenaje (de caucho vulcanizado, de elastómeros**

#### **termoplásticos, de materiales celulares de caucho vulcanizado y de poliuretano vulcanizado)**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos (UNE-EN 681-1, 2, 3 y 4), aprobada por Resolución de 16 de enero de 2003 (BOE 06/02/2003).

#### **Dispositivos anti-inundación en edificios**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos (UNE-EN 13564), aprobada por Resolución de 14 de abril de 2003 (BOE 28/04/2003).

#### **Fregaderos de cocina**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos (UNE-EN 13310), aprobada por Resolución de 9 de noviembre de 2005 (BOE 01/12/2005).

#### **Inodoros y conjuntos de inodoros con sifón incorporado**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos (UNE-EN 997), aprobada por Resolución de 1 de febrero de 2005 (BOE 19/02/2005).

### **▪ INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

#### **Columnas y báculos de alumbrado**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos aprobada por Resolución de 10 de octubre de 2003 (BOE 31/10/2003) y ampliada por resolución de 1 de 28 de junio de 2004 (BOE 16/07/2004)

- Acero. UNE-EN 40-5.
- Aluminio. UNE-EN 40-6
- Mezcla de polímeros compuestos reforzados con fibra. UNE-EN 40-7

### **▪ INSTALACIONES DE GAS**

#### **Juntas elastoméricas empleadas en tubos y accesorios para transporte de gases y fluidos hidrocarbonados**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos (UNE-EN 682) aprobada por Resolución de 3 de octubre de 2002 (BOE 31/10/2002)

#### **Sistemas de detección de fuga**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos (UNE-EN 682) aprobada por Resolución de 28 de junio de 2004 (BOE 16/07/2004)

### **▪ INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN, CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN**

#### **Sistemas de control de humos y calor**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos aprobada por Resolución de 28 de junio de 2004 (BOE 16/07/2004)

- Aireadores naturales de extracción de humos y calor. UNE-EN12101-2.
- Aireadores extractores de humos y calor. UNE-ENE-12101-3.

#### **Paneles radiantes montados en el techo alimentados con agua a una temperatura inferior a 120°C**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos (UNE-EN 14037-1) aprobada por Resolución de 28 de junio de 2004 (BOE 16/07/2004).

#### **Radiadores y convectores**

Obligatoriedad del mercado CE para estos productos (UNE-EN 442-1) aprobada por Resolución de 1 de febrero de 2005 (BOE 19/02/2005)

### **▪ INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

#### **Instalaciones fijas de extinción de incendios. Sistemas equipados con mangueras.**

Obligatoriedad del mercado CE para los productos relacionados, aprobada por Resolución de 3 de octubre de 2002 (BOE 31/10/2002).

- Bocas de incendio equipadas con mangueras semirrígidas. UNE-EN 671-1
- Bocas de incendio equipadas con mangueras planas. UNE-EN 671-2

#### **Sistemas fijos de extinción de incendios. Componentes para sistemas de extinción mediante agentes gaseosos**

Obligatoriedad del mercado CE para los productos relacionados, aprobada por Resolución de 3 de octubre de 2002 (BOE 31/10/2002), ampliada por Resolución de 28 de Junio de 2004 (BOE16/07/2004) y modificada por Resolución de 9 de Noviembre de 2005(BOE 01/12/2005).

- Válvulas direccionales de alta y baja presión y sus actuadores para sistemas de CO2. UNE-EN 12094-5.
- Dispositivos no eléctricos de aborto para sistemas de CO2. UNE-EN 12094-6
- Difusores para sistemas de CO2. UNE-EN 12094-7
- Válvulas de retención y válvulas antiretorno. UNE-EN 12094-13
- Requisitos y métodos de ensayo para los dispositivos manuales de disparo y paro. UNE-EN-12094-3.

- Requisitos y métodos de ensayo para detectores especiales de incendios. UNEEN-12094-9.
- Requisitos y métodos de ensayo para dispositivos de pesaje. UNE-EN-12094-11.
- Requisitos y métodos de ensayo para dispositivos neumáticos de alarma. UNEEN-12094-12

#### **Sistemas de extinción de incendios. Sistemas de extinción por polvo**

Obligatoriedad del marcado CE para estos productos (UNE-EN 12416-1 y 2) aprobada por Resolución de 3 de octubre de 2002 (BOE 31/10/2002) y modificada por Resolución de 9 de Noviembre de 2005 (BOE 01/12/2005).

#### **Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas de rociadores y agua pulverizada.**

Obligatoriedad del marcado CE para estos productos aprobada por Resolución de 3 de octubre de 2002 (BOE 31/10/2002), ampliadas y modificadas por Resoluciones del 14 de abril de 2003(BOE 28/04/2003), 28 de junio de 2004(BOE 16/07/2004) y 19 de febrero de 2005(BOE 19/02/2005).

- Rociadores automáticos. UNE-EN 12259-1
- Conjuntos de válvula de alarma de tubería mojada y cámaras de retardo. UNEEN 12259-2
- Conjuntos de válvula de alarma de tubería seca. UNE-EN 12259-3
- Alarmas hidroneumáticas. UNE-EN-12259-4
- Componentes para sistemas de rociadores y agua pulverizada. Detectores de flujo de agua. UNE-EN-12259-5

#### **Sistemas de detección y alarma de incendios.**

Obligatoriedad del marcado CE para estos productos aprobada por Resolución de 14 de abril de 2003 (BOE 28/04/2003), ampliada por Resolución del 10 de octubre de 2003 (BOE 31/10/2003).

- Dispositivos de alarma de incendios-dispositivos acústicos. UNE-EN 54-3.
- Equipos de suministro de alimentación. UNE-EN 54-4.
- Detectores de calor. Detectores puntuales. UNE-EN 54-5.
- Detectores de humo. Detectores puntuales que funcionan según el principio de luz difusa, luz transmitida o por ionización. UNE-EN-54-7.
- Detectores de humo. Detectores lineales que utilizan un haz óptico de luz. UNE-EN-54-12.

#### **Reglamento de instalaciones de protección contra incendios (RIPCI-93)**

Aprobado por Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre. (BOE 14/12/1993)

#### **Fase de recepción de equipos y materiales**

- Artículo 2
- Artículo 3
- Artículo 9

#### **COMPORTAMIENTO ANTE EL FUEGO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**

#### **Código Técnico de la Edificación, Documento Básico DB SI Seguridad en Caso de Incendio**

Aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. (BOE 28/3/2006)

- Justificación del comportamiento ante el fuego de elementos constructivos y los materiales (ver REAL DECRETO 312/2005, de 18 de marzo, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego).

**REAL DECRETO 312/2005, de 18 de marzo, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.**

#### **INSTALACIONES TÉRMICAS**

#### **Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE) (Hasta el 28 de febrero de 2008)**

Aprobado por Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio (BOE 05/08/1998), y modificado por Real Decreto 1218/2002, de 22 de noviembre. (BOE 03/12/2004)

#### **Fase de recepción de equipos y materiales**

- ITE 04 - EQUIPOS Y MATERIALES
  - ITE 04.1 GENERALIDADES
  - ITE 04.2 TUBERÍAS Y ACCESORIOS
  - ITE 04.3 VÁLVULAS
  - ITE 04.4 CONDUCTOS Y ACCESORIOS
  - ITE 04.5 CHIMENEAS Y CONDUCTOS DE HUMOS
  - ITE 04.6 MATERIALES AISLANTES TÉRMICOS
  - ITE 04.7 UNIDADES DE TRATAMIENTO Y UNIDADES TERMINALES
  - ITE 04.8 FILTROS PARA AIRE
  - ITE 04.9 CALDERAS
  - ITE 04.10 QUEMADORES
  - ITE 04.11 EQUIPOS DE PRODUCCIÓN DE FRÍO
  - ITE 04.12 APARATOS DE REGULACIÓN Y CONTROL
  - ITE 04.13 EMISORES DE CALOR

#### **Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE) (A partir del 1 de marzo de 2008)**

REAL DECRETO 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

#### **INSTALACIONES DE ELECTRICIDAD**

#### **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT)**

Aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto. (BOE 18/09/2002)

- Artículo 6. Equipos y materiales
- ITC-BT-06. Materiales. Redes aéreas para distribución en baja tensión
- ITC-BT-07. Cables. Redes subterráneas para distribución en baja tensión

#### **INSTALACIONES DE GAS**

#### **Reglamento de instalaciones de gas en locales destinados a usos domésticos, colectivos o comerciales (RIG)**

Aprobado por Real Decreto 1853/1993, de 22 de octubre. (BOE 24/11/1993)

- Artículo 4. Normas.

#### **INSTALACIONES DE INFRAESTRUCTURAS DE TELECOMUNICACIÓN**

**Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios y de la actividad de instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones (RICT).**

Aprobado por Real Decreto 401/2003, de 4 de abril. (BOE 14/05/2003)

#### **Fase de recepción de equipos y materiales**

- Artículo 10. Equipos y materiales utilizados para configurar las instalaciones

#### **INSTALACIÓN DE APARATOS ELEVADORES**

#### **Disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 95/16/CE, sobre ascensores**

Aprobadas por Real Decreto 1314/1997 de 1 de agosto. (BOE 30/09/1997)

#### **Fase de recepción de equipos y materiales**

- Artículo 6. marcado «CE» y declaración «CE» de conformidad

## **B. CONTROL DE EJECUCIÓN**

Durante la construcción, el director de la ejecución de la obra controlará la ejecución de cada unidad de obra verificando su replanteo, los materiales que se utilicen, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, así como las verificaciones y demás controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto, la legislación aplicable, las normas de buena práctica constructiva y las instrucciones de la dirección facultativa. En la recepción de la obra ejecutada pueden tenerse en cuenta las certificaciones de conformidad que ostenten los agentes que intervienen, así como las verificaciones que, en su caso, realicen las entidades de control de calidad de la edificación.

Se comprobará que se han adoptado las medidas necesarias para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos.

En el control de ejecución de la obra se adoptarán los métodos y procedimientos que se contemplen en las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores, previstas en el artículo 5.2.5.

**Los diferentes controles se realizarán según las exigencias de la normativa vigente de aplicación de la que se incorpora un listado por elementos constructivos.**

### **CONTROL EN LA FASE DE EJECUCIÓN DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS**

#### **1. HORMIGÓN ARMADO Y PRETENSADO**

##### **Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)**

Aprobada por Real Decreto 2661/1998 de 11 de diciembre. (BOE 13/01/1998)

##### **Fase de ejecución de elementos constructivos**

- Artículo 95. Control de la ejecución
- Artículo 97. Control del tesado de las armaduras activas
- Artículo 98. Control de ejecución de la inyección
- Artículo 99. Ensayos de información complementaria de la estructura

#### **2. FORJADOS UNIDIRECCIONALES DE HORMIGÓN ARMADO O PRETENSADO**

##### **Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón estructural realizados con elementos prefabricados. (EFHE)**

Aprobada por Real Decreto 642/2002, de 5 de julio. (BOE 06/08/2002)

##### **Fase de ejecución de elementos constructivos**

- CAPÍTULO V. Condiciones generales y disposiciones constructivas de los forjados
- CAPÍTULO VI. Ejecución
- Artículo 36. Control de la ejecución

#### **3. ESTRUCTURAS METÁLICAS**

##### **Código Técnico de la Edificación, Documento Básico DB SE-A-Seguridad Estructural-Acero**

Aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. (BOE 28/3/2006). Epígrafe 12. Control de calidad

##### **Fase de ejecución de elementos constructivos**

- Epígrafe 12.5 Control de calidad del montaje

#### **4. ESTRUCTURAS DE FÁBRICA**

##### **Código Técnico de la Edificación, Documento Básico DB SE-F-Seguridad Estructural-Fábrica**

Aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. (BOE 28/3/2006). Epígrafe 8. Control de la ejecución

##### **Fase de ejecución de elementos constructivos**

- Epígrafe 8.2 Control de la fábrica

- Epígrafe 8.3 Morteros y hormigones de relleno
- Epígrafe 8.4 Armaduras
- Epígrafe 8.5 Protección de fábricas en ejecución

#### **5. IMPERMEABILIZACIONES**

##### **Código Técnico de la Edificación, Documento Básico DB HS1-Salubridad. Protección frente a la humedad.**

Aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. (BOE 28/3/2006)

##### **Fase de ejecución de elementos constructivos**

- Epígrafe 5 Construcción

#### **6. AISLAMIENTO TÉRMICO**

##### **Código Técnico de la Edificación, Documento Básico DB HE Ahorro de Energía**

Aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. (BOE 28/3/2006)

##### **Fase de ejecución de elementos constructivos**

- 5 Construcción
- Apéndice C Normas de referencia. Normas de ensayo.

#### **7. AISLAMIENTO ACÚSTICO**

##### **Norma Básica de la Edificación (NBE CA-88) «Condiciones acústicas de los edificios» (cumplimiento alternativo al DB HR hasta 23/10/08)**

Aprobada por Orden Ministerial de 29 de septiembre de 1988. (BOE 08/10/1988)

##### **Fase de ejecución de elementos constructivos**

- Artículo 22. Control de la ejecución

##### **Código Técnico de la Edificación, Documento Básico DB HR. Protección frente al ruido. (obligado cumplimiento a partir 24/10/08)**

Aprobado por Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre. (BOE 23/10/07)

- 5.2. Control de la ejecución

#### **8. INSTALACIONES**

##### **INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

**Reglamento de instalaciones de protección contra incendios (RIPCI-93)**

Aprobado por Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre. (BOE 14/12/1993)

**Fase de ejecución de las instalaciones**

- Artículo 10

▪ **INSTALACIONES TÉRMICAS**

**Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE) (Hasta el 28 de febrero de 2008)**

Aprobado por Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio (BOE 05/08/1998), y modificado por Real Decreto 1218/2002, de 22 de noviembre. (BOE 03/12/2004)

**Fase de ejecución de las instalaciones**

- Artículo 7. Proyecto, ejecución y recepción de las instalaciones
- ITE 05 - MONTAJE
  - ITE 05.1 GENERALIDADES
  - ITE 05.2 TUBERÍAS, ACCESORIOS Y VÁLVULAS
  - ITE 05.3 CONDUCTOS Y ACCESORIOS

**Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE) (A partir del 1 de marzo de 2008)**

- REAL DECRETO 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

▪ **INSTALACIONES DE GAS**

**Reglamento de instalaciones de gas en locales destinados a usos domésticos, colectivos o comerciales (RIG)**

Aprobado por Real Decreto 1853/1993, de 22 de octubre. (BOE 24/11/1993)

**Fase de ejecución de las instalaciones**

- Artículo 4. Normas.

▪ **INSTALACIONES DE FONTANERÍA**

**Código Técnico de la Edificación, Documento Básico DB HS 4 Suministro de agua**

Aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. (BOE 28/3/2006)

**Fase de recepción de las instalaciones**

- Epígrafe 6. Construcción

▪ **RED DE SANEAMIENTO**

**Código Técnico de la Edificación, Documento Básico DB HE Ahorro de Energía**

Aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. (BOE 28/3/2006)

**Fase de recepción de materiales de construcción**

Epígrafe 5. Construcción

▪ **INSTALACIONES DE INFRAESTRUCTURAS DE TELECOMUNICACIÓN**

**Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios y de la actividad de instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones (RICT).**

Aprobado por Real Decreto 401/2003, de 4 de abril. (BOE 14/05/2003)

**Fase de ejecución de las instalaciones**

- Artículo 9. Ejecución del proyecto técnico

**Desarrollo del Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios y la actividad de instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones**

Aprobado por Orden CTE/1296/2003, de 14 de mayo. (BOE 27/05/2003)

**Fase de ejecución de las instalaciones**

- Artículo 3. Ejecución del proyecto técnico

▪ **INSTALACIÓN DE APARATOS ELEVADORES**

**Disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 95/16/CE, sobre ascensores**

Aprobadas por Real Decreto 1314/1997 de 1 de agosto. (BOE 30/09/1997)

**Fase de ejecución de las instalaciones**

- Artículo 6. marcado «CE» y declaración «CE» de conformidad

## C. CONTROL DE LA OBRA TERMINADA

Con el fin de comprobar las prestaciones finales del edificio en la obra terminada deben realizarse las verificaciones y pruebas de servicio establecidas en el proyecto o por la dirección facultativa y las previstas en el CTE y resto de la legislación aplicable que se enumera a continuación:

### ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

#### 1. HORMIGÓN ARMADO Y PRETENSADO

##### Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)

Aprobada por Real Decreto 2661/1998 de 11 de diciembre. (BOE 13/01/1998)

- Artículo 4.9. Documentación final de la obra

#### 2. FORJADOS UNIDIRECCIONALES DE HORMIGÓN ARMADO O PRETENSADO

##### Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón estructural realizados con elementos prefabricados. (EFHE)

Aprobada por Real Decreto 642/2002, de 5 de julio. (BOE 06/08/2002)

- Artículo 3.2. Documentación final de la obra

#### 3. AISLAMIENTO ACÚSTICO

##### Código Técnico de la Edificación, Documento Básico DB HR. Protección frente al ruido. (obligado cumplimiento a partir 24/10/08)

Aprobado por Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre. (BOE 23/10/07)

- 5.3. Control de la obra terminada

#### 4. IMPERMEABILIZACIONES

##### Código Técnico de la Edificación, Documento Básico DB HS1-Salubridad. Protección frente a la humedad.

Aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. (BOE 28/3/2006)

- Epígrafe 5.3 Control de la obra terminada

#### 5. INSTALACIONES

##### INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

##### Reglamento de instalaciones de protección contra incendios (RIPCI-93)

Aprobado por Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre. (BOE 14/12/1993)

- Artículo 18

##### INSTALACIONES TÉRMICAS

##### Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE) (Hasta el 28 de febrero de 2008)

Aprobado por Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio (BOE 05/08/1998), y modificado por Real Decreto 1218/2002, de 22 de noviembre. (BOE 03/12/2004)

- Artículo 7. Proyecto, ejecución y recepción de las instalaciones
- ITE 06 - PRUEBAS, PUESTA EN MARCHA Y RECEPCIÓN
  - ITE 06.1 GENERALIDADES
  - ITE 06.2 LIMPIEZA INTERIOR DE REDES DE DISTRIBUCIÓN
  - ITE 06.3 COMPROBACIÓN DE LA EJECUCIÓN
  - ITE 06.4 PRUEBAS
  - ITE 06.5 PUESTA EN MARCHA Y RECEPCIÓN

- APÉNDICE 06.1 Modelo del certificado de la instalación

##### Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE) (A partir del 1 de marzo de 2008)

- REAL DECRETO 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

##### INSTALACIONES DE ELECTRICIDAD

##### Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT)

Aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto. (BOE 18/09/2002)

##### Fase de recepción de las instalaciones

- Artículo 18. Ejecución y puesta en servicio de las instalaciones
- ITC-BT-04. Documentación y puesta en servicio de las instalaciones
- ITC-BT-05. Verificaciones e inspecciones
- Procedimiento para la tramitación, puesta en servicio e inspección de las instalaciones eléctricas no industriales conectadas a una alimentación en baja tensión en la Comunidad de Madrid, aprobado por (Orden 9344/2003, de 1 de octubre. (BOCM 18/10/2003)

##### INSTALACIONES DE GAS

##### Reglamento de instalaciones de gas en locales destinados a usos domésticos, colectivos o comerciales (RIG)

Aprobado por Real Decreto 1853/1993, de 22 de octubre. (BOE 24/11/1993)

- Artículo 12. Pruebas previas a la puesta en servicio de las instalaciones.
- Artículo 13. Puesta en disposición de servicio de la instalación.
- Artículo 14. Instalación, conexión y puesta en marcha de los aparatos a gas.
- ITC MI-IRG-09. Pruebas para la entrega de la instalación receptora
- ITC MI-IRG-10. Puesta en disposición de servicio
- ITC MI-IRG-11. Instalación, conexión y puesta en marcha de aparatos a gas

##### Instrucción sobre documentación y puesta en servicio de las instalaciones receptoras de Gases Combustibles

Aprobada por Orden Ministerial de 17 de diciembre de 1985. (BOE 09/01/1986)

- 3. Puesta en servicio de las instalaciones receptoras de gas que precisen proyecto.
- 4. Puesta en servicio de las instalaciones de gas que no precisan proyecto para su ejecución.

##### INSTALACIÓN DE APARATOS ELEVADORES

##### Disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 95/16/CE, sobre ascensores

Aprobadas por Real Decreto 1314/1997 de 1 de agosto. (BOE 30/09/1997)

- ANEXO VI. Control final

## **ANEJO I. CONTROL DE LOS COMPONENTES DEL HORMIGÓN**

**(Obligatorio sólo para hormigones realizados en obra o que la central no disponga de un control de producción reconocido)**

### **ÁRIDOS**

- Con antecedentes o experiencia suficiente de su empleo, no será preciso hacer ensayos.
- Con carácter general cuando no se disponga de un certificado de idoneidad de los áridos emitido, como máximo un año antes de la fecha de empleo, por un laboratorio oficial u oficialmente acreditado (según EHE art. 28º y 81.3)

<b>ENSAYOS</b>		<b>Nº ENSAYOS</b>
1	UNE EN 933-2:96 Granulometría de las partículas de los áridos	
2	UNE 7133:58 Terrones de arcilla	
3	UNE 7134:58 Partículas blandas	
4	UNE 7244:71 Material retenido por tamiz 0,063 que flota en líquido de peso específico 2	
5	UNE 1744-1:99 Compuestos de azufre, expresados en SO <sub>3</sub> = referidos al árido seco	
6	UNE 1744-1:99 Sulfatos solubles en ácidos, expresados en SO <sub>3</sub> = referidos al árido seco	
7	UNE 1744-1:99 Cloruros	
8	UNE 933-9:99 Azul de metileno	
9	UNE 146507:99 Reactividad a los álcalis del cemento	
10	UNE EN 1097-1:97 Friabilidad de la arena	
11	UNE EN 1097-2:99 Resistencia al desgaste de la grava	
12	UNE 83133:90 y UNE 83134:90 Absorción de agua por los áridos	
13	UNE 1367-2:99 Pérdida de peso máxima con sulfato magnésico	
14	UNE 7238:71 Coeficiente de forma del árido grueso	
15	UNE 933-3:97 Índice de lajas del árido grueso	

### **AGUA**

- En general, podrán emplearse todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.
- En general, cuando no se posean antecedentes de su utilización en obras de hormigón, o en caso de duda, deberán analizarse las aguas (según EHE art. 27 y 81.2)

<b>ENSAYOS</b>		<b>Nº ENSAYOS</b>
1	UNE 7234:71 Exponente de hidrógeno pH	
2	UNE 7130:58 Sustancias disueltas	
3	UNE 7131:58 Sulfatos, expresados en SO <sub>4</sub>	
4	UNE 7178:60 Ión cloruro Cl <sup>-</sup>	
5	UNE 7132:58 Hidratos de carbono	
6	UNE 7235:71 Sustancias orgánicas solubles en éter	
7	UNE 7236:71 Toma de muestras para el análisis químico	

## CEMENTO

Ensayos 1 al 14 (art. 81.1.2 de la EHE):

- Antes de comenzar el hormigonado o si varían las condiciones de suministro o cuando lo indique la Dirección de la Obra.
- En cementos con Sello o Marca de Calidad, oficialmente reconocido por la Administración competente, de un Estado miembro de la Unión Europea o que sea parte del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, se le eximirá de los ensayos de recepción previstos en la Instrucción para la recepción de cementos RC-97. En tal caso, el suministrador deberá aportar, en el acto de recepción, una copia del correspondiente certificado emitido por Organismo autorizado y, en su caso, del de equivalencia (apartado 10.b.4 de RC-97).

Ensayos 9 al 14 (art. 81.1.2 de la EHE):

- Una vez cada tres meses de obra y cuando lo indique la Dirección de Obra. Cuando el cemento se halle en posesión de un Sello o Marca de conformidad oficialmente homologado la Dirección de Obra podrá eximirle, mediante comunicación escrita, de la realización de estos ensayos, siendo sustituidos por la documentación de identificación del cemento y los resultados del autocontrol que se posean. En cualquier caso deberán conservarse muestras preventivas durante 100 días.

ENSAYOS		Nº ENSAYOS
1	UNE EN 196-2:96 Pérdida por calcinación	
2	UNE EN 196-2:96 Residuo insoluble	
3	UNE EN 196-5:96 Puzolanicidad	
4	UNE 80118:88 Exp. Calor de hidratación	
5	UNE 80117:87 Exp. Blancura	
6	UNE 80304:86 Composición potencial del Clínker	
7	UNE 80217:91 Álcalis	
8	UNE 80217:91 Alúmina	
9	UNE EN 196-2:96 Contenido de sulfatos	
10	UNE 80217:91 Contenido de cloruros	
11	UNE EN 196-3:96 Tiempos de fraguado	
12	UNE EN 196-3:96 Estabilidad de volumen	
13	UNE EN 196-1:96 Resistencia a compresión	
14	UNE EN 196-2:96 Contenido en sulfuros	

## **ADITIVOS Y ADICIONES**

- No podrán utilizarse aditivos que no se suministren correctamente etiquetados y acompañados del certificado de garantía del fabricante, firmado por una persona física. Los aditivos no pueden tener una proporción superior al 5% del peso del cemento.
- Cuando se utilicen cenizas volantes o humo de sílice (adiciones) se exigirá el correspondiente certificado de garantía emitido por un laboratorio oficial u oficialmente acreditado con los resultados de los ensayos prescritos.

Ensayos 1 al 3 (Ensayos sobre aditivos):

- Antes de comenzar la obra se comprobará el efecto de los aditivos sobre las características de calidad del hormigón, mediante ensayos previos (según art. 86º de EHE) También se comprobará la ausencia en la composición del aditivo de compuestos químicos que puedan favorecer la corrosión de las armaduras y se determinará el pH y residuo seco.
- Durante la ejecución de la obra se vigilará que los tipos y marcas del aditivo utilizado sean precisamente los aceptados.

Ensayos del 4 al 10 para las cenizas volantes y del 8 al 11 para el humo de sílice (Ensayos sobre adiciones):

- Se realizarán en laboratorio oficial u oficialmente acreditado. Al menos una vez cada tres meses de obra se realizarán las siguientes comprobaciones sobre adiciones: trióxido de azufre, pérdida por calcinación y finura para las cenizas volantes, y pérdida por calcinación y contenido de cloruros para el humo de sílice, con el fin de comprobar la homogeneidad del suministro.

<b>ENSAYOS</b>		<b>Nº ENSAYOS</b>
1	UNE 83210:88 EX Determinación del contenido de halogenuros totales	
2	UNE 83227:86 Determinación del pH	
3	UNE EN 480-8:97 Residuo seco	
4	UNE EN 196-2:96 Anhídrido sulfúrico	
5	UNE EN 451-1:95 Óxido de calcio libre	
6	UNE EN 451-2:95 Finura	
7	UNE EN 196-3:96 Expansión por el método de las agujas	
8	UNE 80217:91 Cloruros	
9	UNE EN 196-2:96 Pérdida al fuego	
10	UNE EN 196-1:96 Índice de actividad	
11	UNE EN 196-2:96 Óxido de silicio	

## **ANEJO II. CONTROL DE LOS RECUBRIMIENTOS DE LOS ELEMENTOS RESISTENTES PREFABRICADOS**

**(Obligatorio sólo para elementos resistentes prefabricados que no dispongan de un distintivo oficialmente reconocido)**

El control del espesor de los recubrimientos se efectuará antes de la colocación de los elementos resistentes. En el caso de armaduras activas, la verificación del espesor del recubrimiento se efectuará visualmente, midiendo la posición de las armaduras en los correspondientes bordes del elemento. En el caso de armaduras pasivas, se procederá a repicar el recubrimiento de cada elemento que compone la muestra en, al menos, tres secciones de las que cada una deberá ser la sección central. Una vez repicada se desechará la correspondiente vigueta.

Para la realización del control se divide la obra en lotes:

TIPO DE FORJADO	TAMAÑO MÁXIMO DEL LOTE	Nº LOTES	Nº DE ENSAYOS	
			Nivel intenso Una muestra por lote, compuesta por dos elementos prefabricados	Nivel normal Una muestra por lote compuesta por un elemento prefabricado
Forjado interior	500 m2 de superficie, sin rebasar dos plantas			
Forjado de cubierta	400 m2 de superficie			
Forjado sobre cámara sanitaria	300 m2 de superficie			
Forjado exterior en balcones o terrazas	150 m2 de superficie, sin rebasar una planta			

# Plan de control de calidad

El control y seguimiento de la calidad de lo que se va a ejecutar en obra se encuentra regulado a través del Pliego de condiciones del presente proyecto.

Por lo que se refiere al Plan de control de calidad que cita el Anejo I de la Parte I del CTE, en el apartado correspondiente a los Anejos de la Memoria, podrá ser elaborado, atendiendo a las prescripciones de la normativa de aplicación vigente, a las características del proyecto y a lo estipulado en el Pliego de condiciones de éste, por el Proyectista, por el Director de Obra o por el Director de la Ejecución. En este último caso se realizará, además, siguiendo las indicaciones del Director de Obra

En su contenido regirán las siguientes prescripciones generales:

## **1. En cuanto a la recepción en obra:**

El control de recepción abarcará ensayos de comprobación sobre aquellos productos a los que así se les exija en la reglamentación vigente, en el documento de proyecto o por la Dirección Facultativa. Este control se efectuará sobre el muestreo del producto, sometiéndose a criterios de aceptación y rechazo, y adoptándose en consecuencia las decisiones determinadas en el Plan o, en su defecto, por la Dirección Facultativa.

El Director de Ejecución de la obra cursará instrucciones al constructor para que aporte certificados de calidad, el marcado CE para productos, equipos y sistemas que se incorporen a la obra.

## **2. En cuanto al control de calidad en la ejecución:**

De aquellos elementos que formen parte de la estructura, cimentación y contención, se deberá contar con el visto bueno del arquitecto Director de Obra, a quién deberá ser puesto en conocimiento cualquier resultado anómalo para adoptar las medidas pertinentes para su corrección.

En concreto, para:

### **2.1 EL HORMIGÓN ESTRUCTURAL**

Se llevará a cabo según control estadístico, debiéndose presentar su planificación previo al comienzo de la obra.

### **2.2 EL ACERO PARA HORMIGÓN ARMADO**

Se llevará a cabo según control a nivel normal, debiéndose presentar su planificación previo al comienzo de la obra.

### 2.3 OTROS MATERIALES

El Director de la Ejecución de la obra establecerá, de conformidad con el Director de la Obra, la relación de ensayos y el alcance del control preciso.

### **3. En cuanto al control de recepción de la obra terminada:**

Se realizarán las pruebas de servicio prescritas por la legislación aplicable, programadas en el Plan de control y especificadas en el Pliego de condiciones, así como aquellas ordenadas por la Dirección Facultativa.

De la acreditación del control de recepción en obra, del control de calidad y del control de recepción de la obra terminada, se dejará constancia en la documentación final de la obra.

En, \_\_\_\_\_ a \_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Fdo: el/los arquitecto/s

## PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

Se prescribe el presente Plan de Control de Calidad, como anejo al presente proyecto, con el objeto de dar cumplimiento a lo establecido en el RD 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

Normativa autonómica:

Ley 8/2005, de 14 de diciembre, para la Calidad en la Edificación de la Región de Murcia. (BORM nº 29, de 04/02/2006).

Antes del comienzo de la obra el Director de la Ejecución de la obra realizará la planificación del control de calidad correspondiente a la obra objeto del presente proyecto, atendiendo a las características del mismo, a lo estipulado en el Pliego de condiciones de éste, y a las indicaciones del Director de Obra, además de a las especificaciones de la normativa de aplicación vigente. Todo contemplando los siguientes aspectos:

El control de calidad de la obra incluirá:

- A. El control de recepción de productos, equipos y sistemas**
- B. El control de la ejecución de la obra**
- C. El control de la obra terminada**

Para ello:

- 1) El director de la ejecución de la obra recopilará la documentación del control realizado, verificando que es conforme con lo establecido en el proyecto, sus anejos y modificaciones.
- 2) El constructor recabará de los suministradores de productos y facilitará al director de obra y al director de la ejecución de la obra la documentación de los productos anteriormente señalada, así como sus instrucciones de uso y mantenimiento, y las garantías correspondientes cuando proceda.
- 3) La documentación de calidad preparada por el constructor sobre cada una de las unidades de obra podrá servir, si así lo autorizara el director de la ejecución de la obra, como parte del control de calidad de la obra.

Una vez finalizada la obra, la documentación del seguimiento del control será depositada por el director de la ejecución de la obra en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, en la Administración Pública competente, que asegure su tutela y se comprometa a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten un interés legítimo.

### **1. Control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas:**

El control de recepción abarcará ensayos de comprobación sobre aquellos productos a los que así se les exija en la reglamentación vigente, en el documento de proyecto o por la Dirección Facultativa. Este control se efectuará sobre el muestreo del producto, sometándose a criterios de aceptación y rechazo, y adoptándose en consecuencia las decisiones determinadas en el Plan o, en su defecto, por la Dirección Facultativa.

El Director de Ejecución de la obra cursará instrucciones al constructor para que aporte certificados de calidad, el marcado CE para productos, equipos y sistemas que se incorporen a la obra.

Durante la obra se realizarán los siguientes controles:

#### **1.1 Control de la documentación de los suministros**

Los suministradores entregarán al constructor, quien los facilitará al director de ejecución de la obra, los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:

- Los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.
- El certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física.
- Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.

## 1.2 Control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad

El suministrador proporcionará la documentación precisa sobre:

- Los distintivos de calidad que ostenten los productos, equipos o sistemas suministrados, que aseguren las características técnicas de los mismos exigidas en el proyecto y documentará, en su caso, el reconocimiento oficial del distintivo de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.3 del capítulo 2 del CTE.
- Las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores, de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.5 del capítulo 2 del CTE, y la constancia del mantenimiento de sus características técnicas.

El director de la ejecución de la obra verificará que esta documentación es suficiente para la aceptación de los productos, equipos y sistemas amparados por ella.

## 1.3 Control mediante ensayos

Para verificar el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE puede ser necesario, en determinados casos, realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto u ordenados por la dirección facultativa.

La realización de este control se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el proyecto o indicados por la dirección facultativa sobre el muestreo del producto, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo y las acciones a adoptar.

## 2. Control de ejecución de la obra:

De aquellos elementos que formen parte de la estructura, cimentación y contención, se deberá contar con el visto bueno del arquitecto Director de Obra, a quién deberá ser puesto en conocimiento por el Director de Ejecución de la Obra cualquier resultado anómalo para adoptar las medidas pertinentes para su corrección.

Durante la construcción, el director de la ejecución de la obra controlará la ejecución de cada unidad de obra verificando su replanteo, los materiales que se utilicen, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, así como las verificaciones y demás controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto, la legislación aplicable, las normas de buena práctica constructiva y las instrucciones de la dirección facultativa. En la recepción de la obra ejecutada se tendrán en cuenta las verificaciones que, en su caso, realicen las entidades de control de calidad de la edificación.

Se comprobará que se han adoptado las medidas necesarias para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos.

En el control de ejecución de la obra se adoptarán los métodos y procedimientos que se contemplen en las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores, previstas en el artículo 5.2.5 del CTE.

En concreto, para:

### 2.1 EL HORMIGÓN ESTRUCTURAL

Se llevará a cabo durante la ejecución según control Nivel Normal , y durante el suministro , Control Estadístico ,debiéndose presentar su planificación previo al comienzo de la obra.

### 2.2 EL ACERO PARA HORMIGÓN ARMADO

Se llevará a cabo según control a nivel Acero con marcado CE , debiéndose presentar su planificación previo al comienzo de la obra.

### 2.3 OTROS MATERIALES

El Director de la Ejecución de la obra establecerá, de conformidad con el Director de la Obra, la relación de ensayos y el alcance del control preciso.

## 3. Control de la obra terminada:

Se realizarán las pruebas de servicio prescritas por la legislación aplicable, programadas en el Plan de control y especificadas en el Pliego de condiciones, así como aquellas ordenadas por la Dirección Facultativa.

De la acreditación del control de recepción en obra, del control de ejecución y del control de recepción de la obra terminada, se dejará constancia en la documentación de la obra ejecutada.

## Referencias

---

- Asociación de Empresas Constructoras de Ámbito Nacional. (SEOPAN). (2009). *Construcción, informe regional*.
- Asociación de Empresas de Control de Calidad y Control Técnico Independientes. (AECCTI). (1993). *Construcción, calidad y costes*.
- Atkinson, G. (1995). *Construction Quality and Quality Standards. The European Perspective*.
- Atkinson, A.R.. (2003). *The pathology of building defects: a human error approach*.
- Austin, S.A., Baldwin, A.N., Steele, J.L.. (2002). *Improving building design through integrated planning and control*.
- Baden Hellard, R. (1993). *Total quality in construction projects (achieving profitability with custom satisfaction)*.
- Ball, P.L. (1987). *La economía y la seguridad en la calidad de la construcción*.
- Banco de España. (2013). *Informe sobre el parque de viviendas construido en España*.
- British Research Establishment. (BRE). (1978). *A survey of quality and value in buildings*.
- British Research Establishment. (BRE). (1982). *Quality in Traditional Housing, vol. 1: an investigation into faults and their avoidance*.
- British Research Establishment. (BRE). (1987). *Better briefing jeans better buildings*.
- Building Research Establishment. (BRE). (1991). *Housing defects reference manual, the building research establishment defect action sheets*.
- Burati, J.L., Farrington, J.J.. (1987). *Costs of quality deviations in design and construction*.
- Burati, Matthews, Kalidindi. (1992). *Causes of quality deviations in design and construction*.
- Calavera, J. (1991). *Aspectos humanos y psicológicos en la implantación del control de calidad de construcción*.
- Castro, N., Montero, F. (1995). *Informe sobre la vivienda en España. Calidad y reclamaciones. Estudio sobre consumo*.
- Chini, A., Valdez, H. (2003). *ISO 9000 and the U.S. Construction industry*.
- Chong, W.K., Low, S.P. (2005). *Assesment of defects at construction and occupancy stages*.
- Chong, W.K., Low, S.P. (2006). *Latent buildings defects: causes and design strategies to prevent them*.
- Comité Euro-International du Béton. (1988). *Quality assurance for building*.
- Consejo de las Comunidades Europeas (CEE). (1989). *Directiva 89/106/CEE. Aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros sobre los productos de construcción*.
- Consejo de las Comunidades Europeas (CEE). (1985). *Directiva 85/1384/CEE. Reconocimiento mutuo de diplomas, certificados y otros títulos en el sector de la arquitectura, y que incluye medidas destinadas a facilitar el ejercicio efectivo del derecho de establecimiento y de la libre prestación de servicios*.
- European Normalization. (EN). (1991). EN 45020:1991. *Standardization and related activities. General Vocabulary*.
- Floyd, L.W. (1991). *Quality management practise for médium and smaller companies*.
- Forcada, N., Macarulla, M., Fuertes, A., Casals, M., Gangoellés, M., Roca, X. (2012). *Influence of building type on post-handover defects in housing*.
- Forcada, N., Macarulla, M., Love, P.E.D. (2013). *Assessment of residencial defects at post-handover*.
- Gale, A.W. (1996). *The development and implementation of a quality costing system*.
- Garrido, A. (1996). *Aseguramiento de la calidad en la construcción*.
- Georgiou, J., Love, P.E.D., Smith, J. (2000). *A review of builder registration in Victoria*.

- Grupo de trabajo sobre rehabilitación "GTR". (2011). *Una visión-país para el sector de la edificación en España. Hoja de ruta para un nuevo sector de la vivienda.*
- Hammarlund, Y., Josephson, P.E. (1991). *Sources of quality failures in building.*
- Hammarlund, Y., Jacobsson, S., Josephson, P.E. (1990). *Quality failure cost in building construction.*
- Heredia, R. de. (1993). *Calidad Total. Conceptos generales y aplicación a Proyectos de Construcción.*
- Illozor, B.D., Okoroh, M.L., Egbu, C.E. (2004). *Understanding residential house defects in Australia from the State of Victoria.*
- Instituto Nacional de Consumo. (INC). (2009). *Balance de consultas y reclamaciones presentadas en las organizaciones de consumidores de ámbito nacional.*
- Instituto Nacional de Estadística (INE). (2013). *Censo de población y vivienda.*
- International Council for Building Research, Studies and Documentation. (CIB). (1993). *Master list of headings for the arrangement and presentation of information in technical documents of design and construction.*
- International Council for Building Research Studies and Documentation. (CIB) (1992). *Building Pathology a State of the art report.*
- Internacional Organization for Standardization. (ISO). (1995). ISO 8402:1995: *Quality management and quality assurance. Vocabulary.*
- Internacional Organization for Standardization. (ISO). (2005). ISO 9000:2005: *Quality management systems – Fundamentals and vocabulary.*
- Internacional Organization for Standardization. (ISO). (2008). ISO 9001:2008: *Quality management systems – Requirements.*
- Internacional Organization for Standardization. (ISO). (2009). ISO 9004:2009: *Quality management systems – Guidelines for performance improvements.*
- Internacional Organization for Standardization. (ISO). (2012). ISO 19011:2012: *Quality management systems auditing.*
- Ishikawa, K. (1994). *Introducción al control de calidad.*
- Jefatura del Estado. (1978). *Constitución Española de 1978. B.O.E. 6 de Diciembre de 1978.*
- Jefatura del Estado. (1999). *Ley de Ordenación de la Edificación. Ley 38/1995 de 5 de Noviembre.*
- Jefatura del Estado (1997). *Condiciones de Seguridad y Salud en Obras de Construcción. Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre.*
- Josephson, P.E., Hammarlund, Y.. (1999). *The causes and costs of defects in construction.*
- Juran, J.M.. (1990). *Juran y la planificación para la calidad.*
- Karim, K., Marosszeky, M., David, S. (2006). *Managing subcontractor supply chain for quality in construction.*
- Love, P.E.D., Davis, P.R., and Worrall, D. (2010). *Occupational licensing of building trades.*
- Love, P.E.D., Mandal, P., and Li, H. (1999). *Determining the causal structure of rework in construction.*
- Meinders, P.J. (1991). *Quality assurance and its effects on liability, guarantee and insurance in the building sector.*
- Merchán, F. (1996). *Manual de control de calidad total en la construcción. 2ª revisión revisada y aumentada.*
- Mills, A., Love, P.E.D., and Williams, P. (2009). *Defects cost of residencial construction.*
- Moatazed-Keivani, R., Ghanbari-Parsa A. and Kagaya S. (1999). *ISO 9000 standars: perceptions and experiences in the UK construction industry.*
- Nelson, C. (1996). *TQM and ISO 9000 for Architects and Designers.*
- Qazweeni, J.A., Daoud, O.K. (1991). *Concrete deterioration in a 20 year old structure in Kuwait.*
- Richardson, B.A. (1991). *Defects and deterioration in buildings.*
- Serpell. (1999). *Integrating quality systems in construction projects: the Chilean case.*
- Sjöholt, O., Lakka, A. (1995). *Measuring the results of quality improvement work.*

- Tam, V.M.Y, Shen, L.Y., Kong, J.S.Y. (2011). *Impacts of multilayer chain subcontracting on Project management performance.*
- Tang, S.L., Ahmed, S.M., Aoieong, Raymond T. and Poon, S.W. (2005). *Construction quality management.*
- Tyler, A. (1991). *Management, Quality and Economics in Building.*
- Van den Beukel, A. (1989). *Quality Costs.*
- Von der Geest, Duff, Gale. (1994). *The development and implementation of a quality consting system within a construcction firm in the UK.*
- Watt, D. (1999). *Building pathology: Principles and practise.*
- WS Atkins y Universidad de Navarra. (2001). *El camino europeo a la excelencia en construcción.*