

## **Consideraciones ambientales de los modelos constructivos. Consecuencias económicas de los defectos y omisiones en los proyectos de edificación**

Dra. Esperanza Conradi Galnares  
*Dpto. Construcciones Arquitectónicas I*  
[Universidad de Sevilla](mailto:conradi@us.es)  
([conradi@us.es](mailto:conradi@us.es))

Dr. D. José Antonio López Martínez  
*Dpto. Construcciones Arquitectónicas I*  
[Universidad de Sevilla](mailto:jalopez@arquitectura.us.es)  
([jalopez@arquitectura.us.es](mailto:jalopez@arquitectura.us.es))

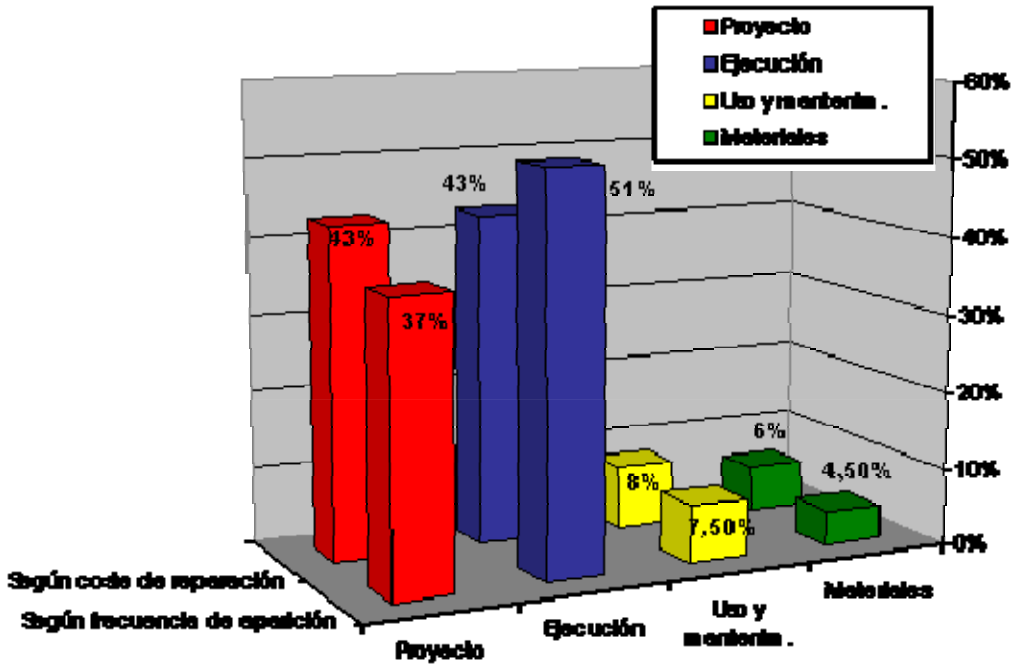
### **1. Introducción.**

Partiremos de la definición de proyecto extraída del artículo 4 de la Ley de Ordenación de la Edificación: " Es el conjunto de documentos mediante los cuales se definen y determinan las exigencias técnicas de las obras contempladas en el artículo 2. El proyecto habrá de justificar técnicamente las soluciones propuestas de acuerdo con las especificaciones requeridas por la normativa técnica aplicable".

La primera consideración a realizar es que es prioritario que "las exigencias técnicas" estén perfectamente definidas, ya que sólo se podrá exigir en la ejecución la calidad que previamente se haya concretado en el proyecto, pudiendo considerarse el mejor vehículo para la definición y exigencia de los adecuados niveles de calidad de la obra, de tal forma que un aumento de calidad en la redacción del mismo aumenta notablemente la calidad de la obra ejecutada.

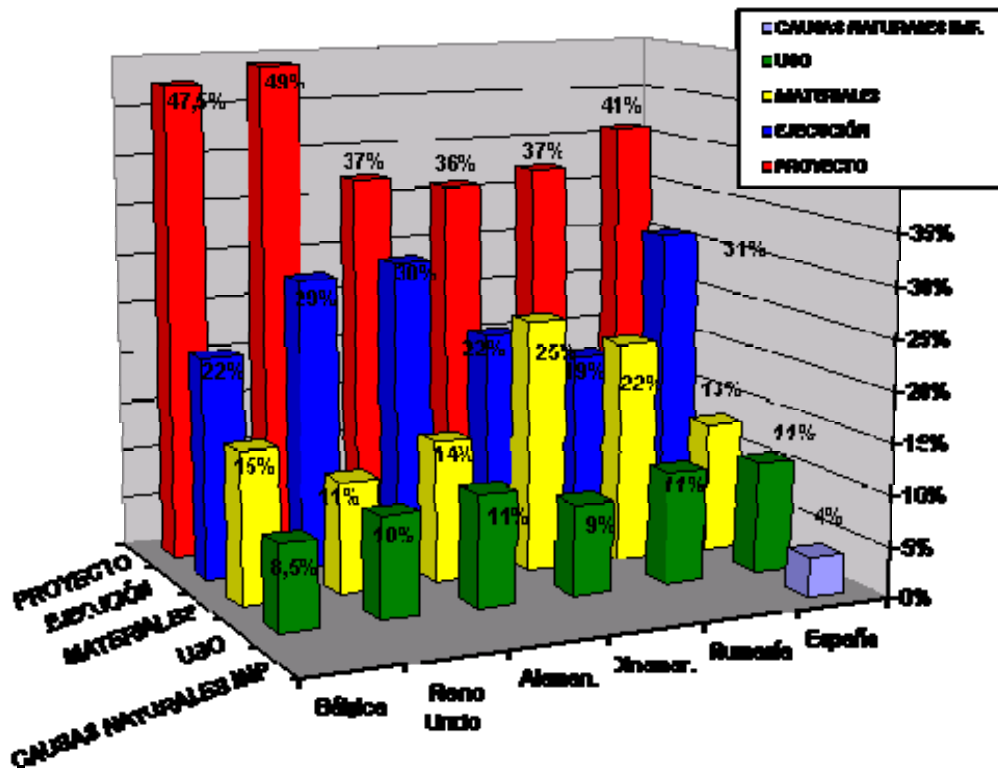
Si analizamos algunos de los datos estadísticos sobre costes de no-calidad (sobre los cuales hay diferentes opiniones según los autores), observamos un porcentaje del 40 al 45% atribuibles a defectos de proyectos, por lo que es fácil entender la importancia del análisis pormenorizado de los distintos factores que determinarán la correcta redacción de un proyecto.

## ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DE LOS DEFECTOS EN LA CONSTRUCCIÓN



Si analizamos el origen de los fallos en un ámbito más amplio, contrastando estos valores con los obtenidos en otros países europeos, tales como Bélgica, Reino Unido, Alemania, Dinamarca y Rumania, los datos que se obtienen son similares. Estos datos se han obtenido del libro "Fundamentación de la calidad en la construcción" del profesor Álvaro García Meseguer:

## ORIGEN DE DEFECTOS EN EDIFICIOS



Parece difícil establecer como mejorar la calidad de un proyecto, fundamentalmente porque las son muy distintas entre sí, y los técnicos que las desarrollan también, si bien, avalados por las estadísticas de los defectos que en mayor porcentaje se detectan en los proyectos, podemos afirmar que cuanto mayor sea la definición de las especificaciones del proyecto (exigencias técnicas) y por tanto menos incertidumbres se creen, mayor calidad se conseguirá. En el documento europeo sobre la competitividad en la construcción se cita (1):

*"Mejorar la calidad y la precisión de especificaciones técnicas y proyectos redundará en una reducción de los cambios intervenidos durante la construcción."*

A partir de las consideraciones realizadas, podemos concluir que los requisitos básicos o exigencias técnicas a cumplir por un proyecto son los siguientes:

- El proyecto debe contener toda la información necesaria para realizar la obra, evitando indefiniciones que creen incertidumbres durante la ejecución.
- La información debe estar técnicamente bien concebida, ajustándose a todo lo especificado en las Normativas de Obligado Cumplimiento, y posteriormente al Código Técnico de la Edificación (Donde los materiales, y los elementos que componen cada sistema constructivo sean adecuados, y estén correctamente diseñados para la función que han de cumplir).
- Se deberá exigir sólo lo necesario para cumplir las prescripciones reglamentarias y conseguir la calidad definida previamente: La fijación de especificaciones debe estar hecha con realismo, exigiendo lo que es necesario para optimizar los costes, ya que, en definitiva, tenemos que actuar como economistas de la construcción. No entendiéndose como una calidad de mínimos, sino como una necesidad de establecer las exigencias adecuadas para la función a desarrollar, es decir, que no se admitirán especificaciones innecesarias que generen costes adicionales tales como exigir un acabado de hormigón con tableros fenólicos en elementos que quedarán revestidos.

Es importante tener presente, que en la ejecución de una obra, únicamente se podrá exigir lo que realmente esté definido en el proyecto, por ello, si no contiene toda la información necesaria, o ésta no aparece técnicamente bien concebida, esto repercutirá en la ejecución, provocando situaciones de incertidumbre que en muchos casos desembocará en una toma de decisiones en obra, precipitadas, o tomadas sin conocer todos los datos de partida. Cuanto más ambiguo sea el proyecto, más difícil será la relación con la Empresa Constructora, y más difícil será alcanzar un grado de calidad adecuado, y más costes de no-calidad o costes innecesarios se producirán.

## 2. Evaluación de la calidad actual de los proyectos.

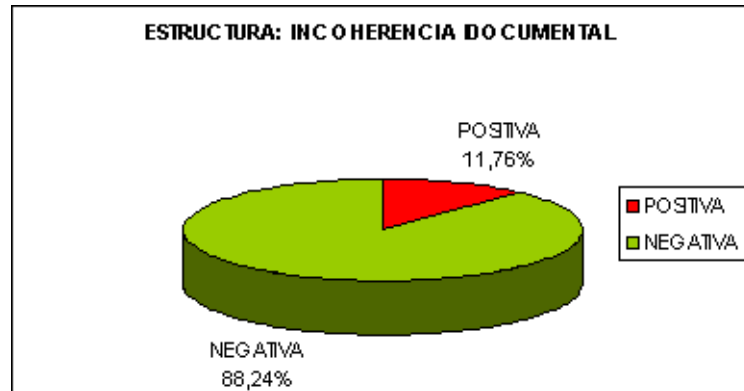
Para evaluar la calidad actual de los proyectos se ha partido de un análisis de los defectos y carencias detectados en los proyectos promovidos por la Empresa Pública del Suelo de Andalucía (2) (E.P.S.A.) fundamentalmente, porque al disponer de una muestra tan amplia de proyectos de viviendas, (81 proyectos, que incluyen un total de 3.924 viviendas) los datos que se obtienen son sin duda representativos, y las conclusiones que se extraen a partir de los mismos permitirán corroborar las hipótesis de partida y su comparación con los análisis efectuados por otras fuentes de información citadas en otros apartados del presente documento. Es importante también resaltar, que los proyectos analizados están, en su mayoría ejecutados, y aun cuando en ellos no se valorará la repercusión que sus defectos u omisiones hayan podido producir en las viviendas terminadas, (ya que es prácticamente imposible establecer una clara relación causa-efecto, debido a que influyen innumerables variables) si es posible realizar una valoración genérica de la repercusión que esta falta de calidad en los proyectos, causada fundamentalmente por indefiniciones u omisiones, ha producido tanto en las obras ya terminadas, como durante su ejecución provocando retrasos e incluso paralización de las obras, con las consecuencias económicas que esto ha supuesto.

A partir de los datos obtenidos en el análisis de los proyectos supervisados, se pueden extraer distintas conclusiones, de los defectos de cada subsistema constructivo analizada en todos sus aspectos, si bien, la primera conclusión, antes de valorar pormenorizadamente, ninguno de los porcentajes conseguidos, es que la calidad de los proyectos es muy inferior a la deseada, ya que, en casi todos los casos estudiados el porcentaje de supervisión positiva es menor del 50%, lo cual implica que, actualmente, afrontar el aumento de la calidad de los proyectos como algo inminente, se ha convertido en una necesidad. En estos casos concretos, al tratarse de una auditoria externa, realizada una vez finalizados los proyectos; esta ausencia de la calidad exigida, ha provocado en los técnicos redactores (proyectistas) un claro aumento de costes, evitables en gran medida si se hubiese optado por una supervisión de los proyectos basadas en el Autocontrol del propio proyectista, que hubiera detectado estos errores (o un alto porcentaje de ellos) a priori, es decir, durante su proceso de elaboración, evitando con ello incrementar costes a posteriori, subsanando los errores detectados y rehaciendo un trabajo ya concluido. (*"Supervisión del proceso de forma que garantice un producto de calidad, frente al control de calidad del producto finalizado"*).

Esta situación se agravaría si ni siquiera se realizase esta auditoría externa, es decir, si ocurriese como en la gran mayoría de los casos, que no existe supervisión alguna y la repercusión de estas omisiones, indefiniciones y defectos de los proyectos recae directamente en problemas durante la ejecución de las obras. Esta circunstancia se refleja claramente, como veremos en el siguiente apartado, en las obras que materializan los proyectos supervisados y que no han corregido muchos de los errores detectados, y han provocado retrasos en los plazos de ejecución, demolición de elementos y, en definitiva, notables aumentos de presupuesto. Con esto, podemos afirmar, que el aumento de calidad de los proyectos, provoca una considerable disminución de los costes de no-calidad en la edificación.

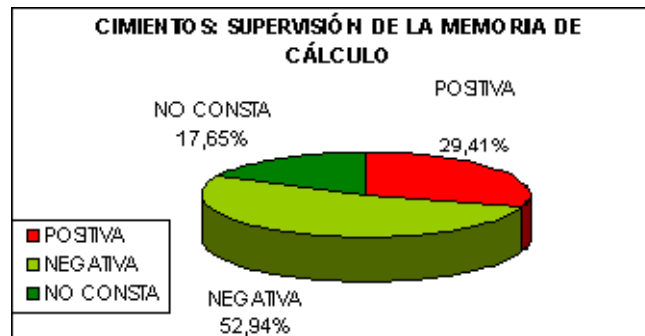
Si analizamos pormenorizadamente los datos estadísticos y porcentajes de defectos obtenidos, podemos concluir lo siguiente:

1. El primer dato que resalta, es la incoherencia documental, en este aspecto, se valora la falta de concordancia entre los distintos documentos del proyecto. Este factor, es uno de los que más problemas suele generar, sobre todo si se detecta una vez comenzada la ejecución de las obras, ya que, crea incertidumbres, y en general, una toma de decisiones precipitada que suele desembocar en aumento de costes de ejecución (costes de no-calidad). En el caso de los proyectos supervisados, sólo se ha detectado esta incoherencia (3) en las subsistemas constructivos de estructura y albañilería (cerramientos y particiones), con una amplia diferencia entre ellas, obteniéndose, en estructura, una supervisión negativa en un 88,24% de los proyectos analizados.



Este valor es sin duda, desorbitado, aunque hay que matizar, que este subsistema constructivo es el que más relación tiene con los restantes del proyecto, teniendo en cuenta que una variación en las instalaciones (Huecos que atraviesan la estructura horizontal), en la distribución interior de las viviendas, en la cubierta (variando los sumideros, o la dirección de vertido), o simplemente variaciones en la propia estructura por motivos ornamentales (variación de vuelos, aleros...) provocan incidencias directas en este subsistema constructivo; lo cual no disculpa, la falta de coherencia entre los documentos del proyecto, siendo fundamental tener una especial dedicación para la supervisión y análisis detallado de la repercusión que cualquier variación que se produzca en estructura pueda tener en cada uno de los documentos del proyecto (planos, Pliego de Prescripciones Técnicas, Presupuesto y Memoria). En el otro subsistema constructivo, en la que se han detectado incoherencias documentales, ha sido en Cerramientos y Particiones, siendo los valores obtenidos casi opuestos a los anteriores, con una supervisión negativa, exclusivamente en un 17,68% de los casos.

2. Si analizamos, la supervisión realizada a la memoria, y anejos de cálculo de los distintos subsistemas constructivos, observamos una clara diferencia entre la parte estructural (cimientos y estructura) en la que la supervisión positiva ronda el 30% de los casos (29,41% y 27,45% respectivamente) y en cubiertas e instalaciones que, por el contrario, se acercan al 70% (68,63% y 67,50% cada uno).



En lo referente al cálculo de cimientos y estructura del edificio, es obvio, que estos cálculos son de mayor envergadura y que la trascendencia de sus errores siempre es mayor. Por ello, su supervisión es más detallada y se detectan más fallos u omisiones (en ambos casos se aprecia un considerable porcentaje de proyectos en los que "no consta" la suficiente documentación; (17,65% en cimientos y un 15,69% en estructura). La importancia de la supervisión de estos dos subsistemas constructivos, que como se aprecia en todos sus aspectos analizados son los que más porcentaje de errores han desprendido, se corrobora al ser los dos únicos en los que, actualmente, es obligatoria la suscripción de un seguro decenal, son los que más asiduamente están siendo supervisadas por las Entidades de Control (OCT) (4).

3. Al interpretar los datos obtenidos en la supervisión de la solución adoptada en cada subsistema constructivo, resalta como valor más desfavorable, la supervisión de la estructura, en la que únicamente el 17,65% de los proyectos, han dado como resultado una valoración positiva, los restantes subsistemas constructivos, alcanzan unos porcentajes en torno al 50% (Desde el 41,18% de las cubiertas, hasta el 56,68% de las carpinterías). Cabe destacar, que en este apartado los datos obtenidos en el análisis de los cimientos, no son muy desfavorables, encontrándose en la media de las restantes subsistemas constructivos (50,98%).

4. En relación a los datos obtenidos en el análisis de la definición gráfica, como último aspecto analizado en cada subsistema constructivo, las conclusiones son similares a las anteriores, en estructura aparecen los datos más desfavorables (25,49% de supervisión positiva) y los restantes giran en torno al 50%, exceptuando los acabados que, debido a que su definición gráfica no suele ser muy extensa, la supervisión positiva alcanza el 92,16% de los casos,(estas cifras se deben en gran medida, a la ausencia de análisis del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares) y las instalaciones con un 75,00%.

Es importante destacar que en esta valoración aumentan los porcentajes de omisiones en los proyectos, es decir, en su supervisión se les ha asignado la denominación de "no consta" (es decir, que en ellos se omite información sustancial para el desarrollo y ejecución de la citada subsistema constructivo) a unos porcentajes superiores a las restantes valoraciones, alcanzando en ellos unos valores cercanos al 20% en estructura, cubiertas, cerramientos y carpintería. Se entiende, a partir de estos datos, que esta situación viene provocada fundamentalmente por la escasez de detalles y soluciones constructivas de los distintos encuentros que son necesarios para la correcta resolución de estos subsistemas constructivos y que, suelen motivar gran cantidad de errores durante la ejecución.

5. Otro dato a destacar en el análisis realizado, es que los arquitectos redactores eran en su mayoría técnicos con una amplia experiencia profesional, con una media de 12 años de dedicación. Teniendo el 33% de ellos una experiencia superior a los 14 años cuando redactaron los proyectos objeto del presente estudio. A partir de estos datos, se puede concluir que las carencias y omisiones detectadas en los proyectos no son fruto de la inexperiencia de sus técnicos redactores.

6. Para contrastar los resultados obtenidos en este análisis se incluyen datos de entidades de control (OCT), que actualmente están revisando, los subsistemas constructivos de cimientos y estructuras: La entidad NORCONTROL (Delegación de Huelva), ha supervisado en el tiempo de vigencia de la Ley de Ordenación de la Edificación, 200 proyectos, de los cuales 15 de ellos han obtenido "Reservas Técnicas" (han sido inaceptables), 150 han tenido que aportar documentación modificada o complementaria, y solo los 35 restantes han sido supervisados sin incidencias. Es decir que actualmente (años 2001-2002) de los proyectos analizados, solo el 17,5% se han considerado aceptables, el 75% incompletos y/o con necesidad de modificar parcialmente el proyecto y el 7,5% se ha considerado inaceptable. Esta situación se agrava si tenemos en cuenta que los técnicos redactores de los proyectos analizados ya conocían que iban a ser supervisados (ya que la implantación y repercusión real de la L.O.E. así lo ha establecido) y aún así el porcentaje de carencias e indefiniciones es altísimo, lo cual nos hace reflexionar sobre la calidad de los restantes subsistemas constructivos que no son supervisados.

Se incorpora a continuación un análisis genérico de algunos aspectos extraídos de los informes de Supervisión de Obras de las mismas Empresas Consultoras que realizaron la supervisión sobre los proyectos anteriormente estudiados. Aun cuando entre ellos es difícil establecer una clara relación causa-efecto, si se pueden estimar algunas conclusiones que complementen el estudio sobre la calidad de los proyectos, y su repercusión sobre los costes de edificación.

- El primer aspecto que se ha entendido directamente relacionado con la repercusión de la falta de calidad de los proyectos en la ejecución, es que en un 68,20 % de los casos, se ha manifestado explícitamente, por parte del responsable de la Empresa Constructora (Jefe de obra) incoherencia en la documentación existente, derivando esta situación en improvisaciones e irreflexiva toma de decisiones, que a su vez han provocado retrasos en la ejecución, cuantificándose en un 20,50% de ellas un paro temporal de las obras y en un 33,00% ha desembocado en demoliciones de algún elemento ya ejecutado.
- Otro aspecto, íntimamente ligado a la falta de calidad de los proyectos son las variaciones que sufren éstos una vez comenzadas las obras. Las modificaciones provocadas por soluciones mal adoptadas inicialmente en los proyectos, en estructura, cimientos, cerramientos y cubiertas, se han cuantificado en 38,63% y en un 24,25% las variaciones de proyecto debidas a modificaciones en los materiales definidos previamente. Ambas situaciones han provocado retrasos en los plazos de ejecución y en un 30% de los casos, demoliciones de elementos.
- Un tercer aspecto, detectado una vez comenzadas las obras, es que en un 28% de los casos, no se aportaba la documentación suficiente para ejecutar correctamente la obra, provocando igualmente retrasos en los

plazos de ejecución que en algunos casos derivaban directamente en penalizaciones económicas a las Empresas Constructoras. Esta situación se agrava desde el punto de vista del análisis de la calidad de los proyectos, si consideramos que los proyectos han estado sometidos previamente a una auditoría externa por parte de las Empresas Consultoras.

### 3. Consecuencias económicas de los defectos y omisiones de los proyectos.

#### 3.1. Evaluación e identificación de los costes de no-calidad.

Según lo expuesto en apartados anteriores se puede concluir que el concepto de calidad, va a estar íntimamente ligado a la economía, al coste, debiendo establecerse un equilibrio entre ambos parámetros que haga que el binomio calidad-coste global de la construcción sea óptimo ya que conseguir calidad a cualquier precio no sería viable (e incluso podríamos afirmar que no sería calidad).

La definición de los costes que se generan en el proceso edificatorio se convierte en algo esencial, fundamentalmente si se pretenden optimizar, para conseguir controlar y sobre todo reducir las cifras desorbitadas que actualmente alcanzan los costes de fallos o costes de no-calidad, tal y como hemos apuntado anteriormente, se sitúan en torno al 10% del Presupuesto de Contrata, y que en 1999, se cifraban en 2.705 millones de euros (450.000 millones de pesetas.), y en el año 2000 en más de 6.010 millones de euros (1 billón de pesetas) (5).

Hay otros datos, de los cuales se desprende que la calidad de la edificación, y en particular de la construcción de viviendas está, actualmente, por debajo de los límites aceptables, como son las denuncias que se originan por defectos y problemas detectados en las viviendas, así en 1994, un estudio realizado por el Instituto del Consumo, cifraba en 54.000 el número de reclamaciones sobre viviendas, siendo en otros sectores, como el del automóvil, los seguros o la alimentación menores de 7.000, los casos detectados. A nivel local, en 1.999, la A.C.U.S (Asociación de Consumidores y Usuarios de Sevilla) ha concluido que la vivienda ocupa el primer lugar en número de denuncias, obteniendo el 25% del total de las denuncias realizadas en todos los sectores de consumo.

Realizando una valoración de los datos indicados, podemos afirmar que la calidad tiene una influencia, más o menos directa, en la economía, siendo muy significativa en este aspecto la idea de Taguchi:

*" La medida de la calidad de un producto es el coste inducido a la sociedad por la falta de calidad de dicho producto".*

Ante la situación actual, es inmediato concluir, que es prioritario para aumentar la calidad de la edificación, definir los costes que se generan así como las causas que los provocan, para conseguir disminuirlos.

Podemos establecer un desglose del coste de la edificación generado en materia de calidad:

a. Coste de fallos o coste de no-calidad: en ellos se engloban el coste de los defectos producidos, tanto externos como internos, incluyendo en ellos las reparaciones necesarias para subsanarlos, así como las consecuencias derivadas de los mismos.

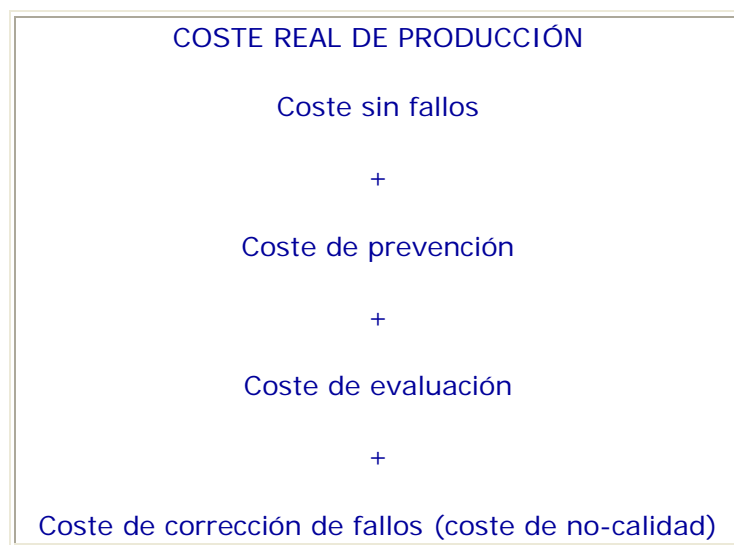
b. Coste de calidad: Se puede definir como el coste de elementos no productivos, cuyo empleo se centra en controlar o garantizar la calidad.

En este apartado incluiremos, por tanto, el coste que genera la obtención de calidad del proceso, distinguiéndose a su vez dos tipos de categorías:

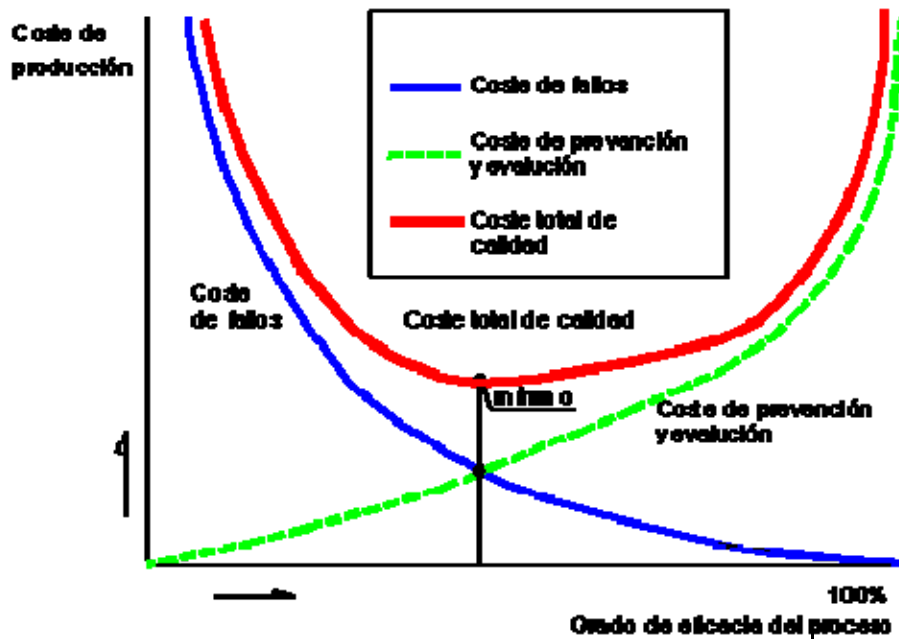
b1. Coste de evaluación: Es el coste que genera la evaluación del rendimiento conseguido tras la aplicación de medidas concretas, incluyendo los costes de las tareas de supervisión, inspección, toma de muestras y ensayos.

b2. Coste de prevención: Es el coste producido por las medidas adoptadas a priori, para evitar la aparición de los fallos y aumentar los costes de no-calidad, incluyendo en este apartado la planificación de la calidad, el control y supervisión de los proyectos y la ejecución o la calibración de la maquinaria.

Finalmente podremos estimar, que el coste real de producción, en cualquier campo, y por tanto también en el de la construcción, será el siguiente:



A continuación se adjunta un gráfico en el que se resume gráficamente el coste de calidad. En él se representan mediante dos curvas independientes, el coste de no-calidad o coste de fallos y el coste de calidad englobando en ellos el coste de prevención y evaluación.



### 3.2. Repercusión económica de omisiones e indefiniciones de proyecto.

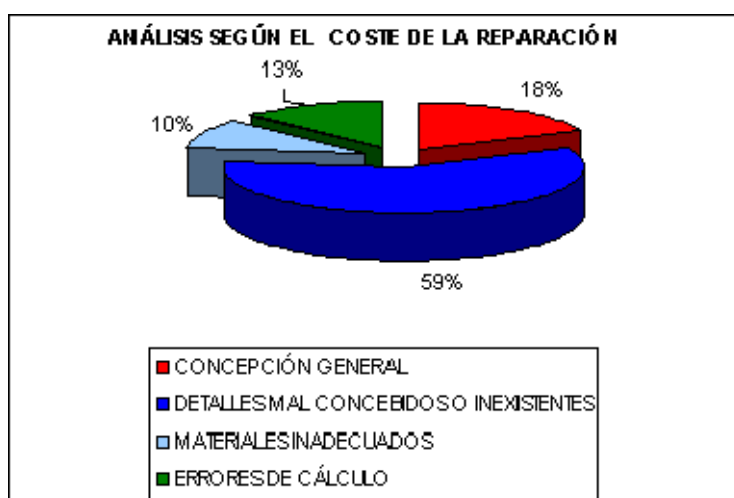
Los costes generados innecesariamente que hemos denominado costes de no-calidad, y que se atribuyen a una falta de calidad económica, repercutirán en otros aspectos a controlar en la calidad de un proyecto, como es el caso de la calidad ambiental, que pretende minimizar los residuos producidos por la ejecución, y que sin duda se incrementarán notablemente si sobredimensionamos el volumen de material a emplear en la ejecución de las distintas unidades constructivas de un edificio.

Un proyecto se puede analizar desde distintos puntos de vista, en función de las exigencias o requisitos que se le impongan para poder considerarlo un producto de calidad. Algunos de estos requisitos son incuestionables, ya que son exigibles legalmente, (calidad legal y documental) como ocurre con la normativa de obligado cumplimiento, otros se pueden considerar más subjetivos como el control económico de la solución adoptada (calidad económica) e incluso otros aspectos a comprobar pueden entenderse sólo moralmente exigibles, como el caso del análisis de la sostenibilidad de la edificación (calidad ambiental), o incluso la calidad estética, que puede calificarse como la más difícil de encuadrar entre unos requisitos o establecer unos criterios objetivos para su valoración.

Al evaluar la calidad económica de un proyecto, es decir la repercusión económica que provocan las soluciones constructivas adoptadas en el mismo, es fundamental estudiar las causas que mayor número de defectos (y consecuentemente mayores costes de no-calidad) provoca.

Si recordamos las estadísticas sobre las causas que provocan mayores defectos en la edificación en 1.997, obtenidas a partir de los datos del profesor Bernardo Perepérez Ventura (6), desglosadas en el apartado anterior, en ellas se le atribuían al proyecto el 43% de los costes de reparación totales, valorados en 1.999 según los datos aportados por la Dirección General de la Vivienda, se cifraban en 1.163 millones de euros (193.532 millones de pesetas).

Obtenidas de las mismas fuentes de información, se desglosan la influencia de los errores y omisiones de los proyectos sobre los costes de reparación (o costes de no-calidad), que en resumen son los siguientes:



A partir de estos datos, las conclusiones son inmediatas, los costes de no-calidad provocados por errores o carencias en los proyectos se deben mayoritariamente a los detalles mal concebidos o inexistentes, a los que se les asigna un porcentaje de defectos, cuantificados en el 59% de los costes atribuibles a proyecto, ascendiendo estos costes en 1.999 a 686 millones de euros (114.184 millones de pesetas), y si analizamos la frecuencia en la que aparecen estos defectos o carencias, observamos que aparecen en el 78% de los casos analizados, siendo el siguiente valor que aparece 14%, asignado a los defectos de concepción general.

Este análisis nos reitera la necesidad de considerar detenidamente la importancia de la correcta elaboración de los detalles constructivos, de los cuales ya apuntábamos que la repercusión en sus omisiones o falta de especificaciones, provoca durante la ejecución errores originados por las indefiniciones o ausencia de detalles constructivos.

Según se ha indicado en apartados anteriores, los costes de no-calidad de la edificación se cifraban en el año 2000 en más de 6.010 millones de euros (1 billón de pesetas), si únicamente redujésemos estos costes en un 1%, conseguiríamos un ahorro de 60 millones de euros, lo cual permitiría la ejecución de 1.192 viviendas de 120 m<sup>2</sup> (estimando un precio de 42 €/m<sup>2</sup>).

NOTAS.-

(1) "La competitividad de la Industria de la construcción" presentado en noviembre de 1.997, al Parlamento Europeo, por la Comisión de las Comunidades Europeas.

(2) La Empresa Pública del Suelo de Andalucía está considerada como la Empresa Promotora que más viviendas construye actualmente. en Andalucía.

(3) Los defectos que se analizan en esta investigación han partido de la supervisión de los proyectos realizada por las Empresas Consultoras correspondientes, por lo que, el análisis efectuado se ha desarrollado según sus criterios de obtención de datos.

(4) OCT, corresponden a las siglas de Oficinas de Control Técnico.

(5) Dato facilitado por la Asociación de Organizaciones Independientes de Control de Calidad (AIC).

(6) Doctor Arquitecto, Catedrático de Universidad del Departamento de Construcciones Arquitectónicas de Valencia.